

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«ФЛАНЕЦ ПРИВОДА»

Выпускная квалификационная работа  
По направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение (по отраслям)  
Профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технология и оборудования машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 092

Екатеринбург

2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики  
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС

\_\_\_\_\_ Н. В. Бородина

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА*  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

«ФЛАНЕЦ ПРИВОДА»

По направлению подготовки 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)

профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»

специализации «Технология и оборудования машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 092

Исполнитель  
студент гр. ЗТО-406С

Тренин Д.В

Руководитель  
доцент

Козлова Т.А

Екатеринбург  
2019

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 105 листов машинописного текста, 22 иллюстраций, 34 таблиц, 33 использованных источника литературы, 5 приложения на 14 листе формата А4, графическую часть на 7 листах формата А1 и 1 лист формата А2.

Ключевые слова: ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ПЛАН-КОНСПЕКТ ЗАНЯТИЯ, ОПЕРАТОР СТАНКОВ С ЧПУ.

В выпускной квалификационной работе:

- проведён анализ заводского технологического процесса;
- разработан технологический процесс обработки детали, выбраны оборудование, инструмент и средства контроля;
- рассчитаны элементы режимов резания для всех операций и нормы времени на изготовление детали;
- разработана управляющая программа обработки детали для станка с ЧПУ;
- произведены технико-экономические расчеты проекта показывают технологическую себестоимость детали для предложенного варианта

В методической части ВКР рассмотрен вопрос подготовки рабочих на предприятии. Проанализирован профессиональный стандарт. Разработан учебный план и проработано одно из занятий. Разработана обучающая программа для проведения занятия.

					ДП 44.03.04.092.ПЗ			
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата				
Разработал	Тренин Д.В				Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Фланец привода» Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Козлова Т.А						3	105
Н. Контр.	Суриков В.П.					ФГАОУ ВО РГПУ ИИПО группа ЗТО- 406С		
Утверд.	Бородина Н.В.							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	7
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали .....	7
1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	8
2. ВЫБОР ВИДА ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ .....	11
2.1. Определение типа производства .....	11
2.2. Выбор заготовки .....	15
3. Расчёт припусков.....	18
3.1. Расчетно–аналитический метод расчёта.....	18
3.2. Опытно-статистический метод .....	22
3.3. Расчёт массы заготовки .....	23
4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЦ OKUMA LT2000EX.....	25
4.1. Анализ базового технологического процесса .....	25
4.2. Разработка нового технологического процесса с использованием многоцелевого обрабатывающего центра OKUMA LT 2000EX .....	29
4.3. Расчёт технических норм времени.....	53
5. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ .....	57
6. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	59
6.1. Цеховые показатели участка базового варианта.....	60
6.2. Техничко–экономический анализ проектируемого участка с использованием ОЦ OKUMA LT 2000EX .....	63
6.3. Расчет численности работающих на участке .....	66
6.4. Расчет площади участка и стоимости здания.....	68
6.5. Расчет основных технико–экономических показателей участка .....	69
6.6. Расчет себестоимости продукции .....	80
6.7. Расчет основных показателей экономической эффективности.....	81

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		4

7. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	85
7.1. Тематический план программы.....	87
7.2. План занятия .....	88
7.3. Методические рекомендации для проведения занятия .....	90
7.4. Конспект занятия .....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	99
Список использованных источников .....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	104
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	105
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	107
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	113
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	114

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение считается одной из важнейших отраслей индустрии. Оно создает наиболее активную часть основных производственных фондов – орудия труда, следовательно, ускорение темпов его роста основа научно–технического процесса во всех отраслях народного хозяйства.

В связи с этим машиностроение призвано выпустить системы и комплексы машин, оборудования и приборов высшего технико–экономического уровня, обеспечивающие революционные перемены в технологии и организации производства, многогранные повышения производительности труда, улучшение качества продукции, рост фондоотдачи.

Приоритетное развитие получают станкостроение, электротехническая промышленность, микроэлектроника, вычислительная техника и приборостроение, в следствии чего с подвигло к образованию нового класса станков называемые обрабатывающие центра с применение ЧПУ, что служит цели полного удовлетворения растущих потребностей народного хозяйства в новейшей технике.

Цель: совершенствовать заводской технологический процесс изготовления детали «Фланец привода» с годовой программой выпуска 10000 штук.

Задачи дипломного проекта:

- анализ технологичности конструкции детали;
- анализ заводского технологического процесса;
- разработка предлагаемого варианта технологического процесса;
- расчет экономической эффективности проекта;
- разработка переподготовки по специальности оператор ЧПУ.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		6

# 1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Каждое изделие предназначено для выполнения определённого процесса. Под служебным назначением детали понимают максимально уточнённую и чётко сформулированную задачу, для решения которой предназначена деталь.

«Фланец привода» – деталь цилиндрической, или иной формы с отверстиями для болтов и шпилек, служащая для прочного и герметичного соединения валов и других вращающихся деталей которые служат для размещения на них отдельных деталей, механизмов.

Эта деталь должна обеспечивать точность взаимного расположения установленных на них деталей и сборочных единиц, как в статическом положении, так и при эксплуатации изделия.

Деталь «Фланец привода», имеет габаритные размеры  $\varnothing 250 \times 200$ , масса 3 кг.

Изображена на рисунке 1.

Назначение детали служит для крепления других деталей при помощи шпонки, устанавливаемой в шпоночный паз, а также имеет две поверхности для установки подшипников.

Материал детали – сталь 45 ГОСТ 1055–88.

Сталь конструкционная, углеродистая качественная.

Таблица 1 – Химический состав, %. [10, с.68]

C	Mn	Si	Cr	As	Ni	Cu	S	P
0,42–0,47	0,50–0,80	0,17–0,37	0,25	0,08	0,25	0,25	0,04	0,035

Механические свойства:  $\sigma_B = 640$  МПа. [10, с.68]

Физические свойства:  $\rho = 7,826$  г/см<sup>3</sup>.

Технологические свойства:  $K_v$  тв.спл = 1;  $K_v$  б.ст = 1.

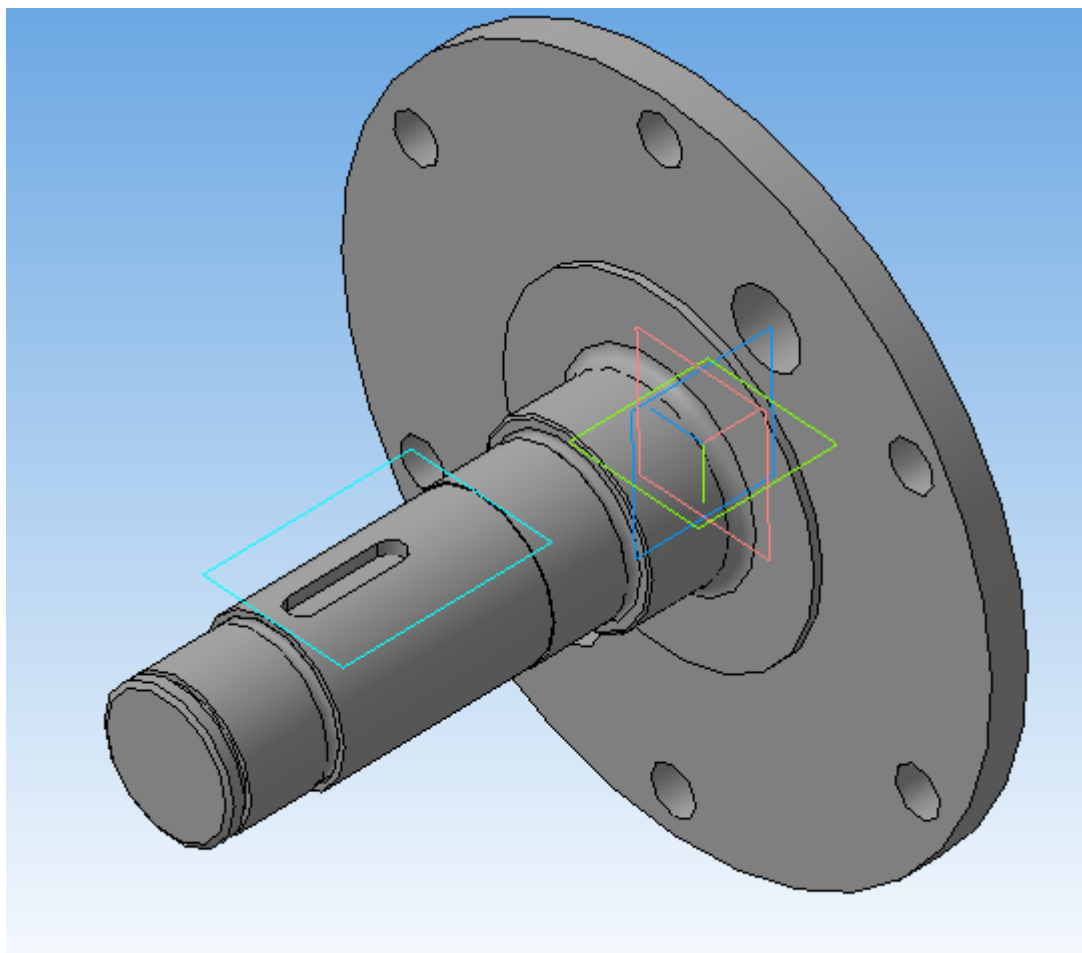


Рисунок 1 – Фланец привода

### **1.2. Анализ технологичности конструкции детали**

*Качественная оценка технологичности конструкции детали.*

Рабочий чертеж обрабатываемой детали содержит все необходимые проекции, разрезы, сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию. На чертеже указаны все необходимые отклонения. Указана требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей, допусковые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимное положение поверхностей. Содержит все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, твердости поверхностей, массе детали.

Самыми точными поверхностями детали являются цилиндрические поверхности  $\varnothing 50k6$ ,  $\varnothing 55k6$ , которые имеют шероховатость Ra 1,25;  $\varnothing 54k6$  с шероховатостью Ra 2,5.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата					



Они выполняются по 6 качеству точности и предназначены для посадки подшипников. Две поверхности вала  $\varnothing 65h11$ ,  $\varnothing 160b11$  выполняются по 11 качеству точности:  $\varnothing 65h11$  имеет шероховатость Ra 2,5  $\varnothing 160b11$  шероховатость Ra 5.

Одна поверхность вала  $\varnothing 250h12$  выполняется по 12 качеству с шероховатостью Ra = 6,3. Деталь имеет шпоночный паз 10×10P9.

Все остальные поверхности детали имеют свободные размеры, выполняемые по 14 качеству точности.

Допуск биения поверхностей  $\varnothing 50k6$ ,  $\varnothing 54k6$ ,  $\varnothing 55k6$ ,  $\varnothing 65h11$  относительно оси детали составляет 0,05мм.

По техническим требованиям к детали предусматривается притупление острых кромок.

Каждая поверхность расположена так, что имеет свободный доступ к ней инструмента.

Всё выше сказанное говорит, что деталь технологична.

*Количественная оценка технологичности конструкции детали.*

Количественная оценка технологичности конструкции детали производится по следующим показателям.

1) Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = M_{\text{д}}/M_{\text{з}}, \quad (1)$$

где  $M_{\text{д}}$  – масса детали по чертежу, кг;

$M_{\text{з}}$  – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{\text{им}} = 3/4,13 = 0,73.$$

2) Коэффициент точности обработки детали:

$$K_{\text{т}} = T_{\text{н}}/T_{\text{о}}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{н}}$  – число размеров необоснованной степени точности обработки;

$T_{\text{о}}$  – общее число размеров, подлежащих обработке.

$$K_{\text{т}} = 0/20 = 0.$$

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

3) Коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{ш} = Ш_{н}/Ш_{о}, \quad (3)$$

где  $Ш_{н}$  – число поверхностей детали необоснованной шероховатости;

$Ш_{о}$  – общее число поверхностей.

$$K_{ш} = 0/20 = 0.$$

4) Трудоемкость изготовления детали(по заводскому):

$$T_{д} = \sum_{i=0}^n t_{шт.}, \quad (4)$$

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

$n$  – количество технологических операций.

$$T_{д} = 1,81 + 30,27 + 8,67 + 3,4 + 3,79 + 2,38 = 50,32 \text{ мин.}$$

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что деталь довольно технологична. Рекомендовать какие-либо изменения очень сложно, т.к. ее конструкция продиктована служебным назначением.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		10

## 2. ВЫБОР ВИДА ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ

### 2.1. Определение типа производства

Годовая программа выпуска деталей задана и равна 10 000 штук.

Определение типа производства производится в зависимости от годового объема выпуска и массы детали в таблица 2.

Таблица 2 – 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

В соответствии с таблицей 2, при массе детали 3 кг и годовом объеме выпуска 10000 шт., определим тип производства как среднесерийное.

Тип производства можно определить с помощью технологических характеристик.

Серийному производству присущи следующие характеристики:

- 1) Повторяемость – периодическая;
- 2) Технологическое оборудование – универсальное, частично специализированное и специальное;
- 3) Приспособления – специальные, переналаживаемые;
- 4) Режущий инструмент – универсальный и специальный;
- 5) Измерительный инструмент – универсальный и специальный;
- 6) Настройка станка – станки настроенные;

- 7) Размещение технологического оборудования – по ходу технологического процесса;
- 8) Применение разметки – ограниченное;
- 9) Методы достижения точности – метод полной и неполной взаимозаменяемости;
- 10) Степень детализации технологических процессов – более детальные технологические разработки (маршрутно–операционные и операционные техпроцессы);
- 11) Виды нормирования работ – техническое нормирование серийного производства;
- 12) Квалификация рабочих – различная;
- 13) Себестоимость продукции – средняя.

На первом этапе проектирования тип производства ориентировочно может быть определен в зависимости от массы детали и объема выпуска

Масса выпуска – 10000 шт.

Масса детали 3 кг.

Тип производства – среднесерийное.

Одной из основной характеристик типа производства является коэффициент закрепления операции (ГОСТ 3.1121–84):

$$K_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (5)$$

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

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

Принято:  $1 < K_{з.о.} \leq 10$  – среднесерийное производство.

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-k}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (6)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, шт;

$T_{шт-k}$  – штучно–калькуляционное время, мин;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени,  $F_d = 3886$ ;

$\eta_{з.н.}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для среднесерийного производства рекомендуется – 0,75...0,85, примем

$\eta_{з.н.} = 0,75$ .

После расчета для всех операций значений  $T_{шт}$  и  $m_p$  устанавливаем принятое число рабочих мест P, округляя его до большего ближайшего целого числа полученное значение  $m_p$ .

Все данные расчета запишем в таблицу 3.

Таблица 3 – Данные для расчета коэффициент закрепления

Операция	$T_{шт.к.}$	$m_p$	P	$\eta_{з.ф.}$	O
Фрезерно–центровальная	1,86	0,2	1	0,2	3
Токарная программная	30,54	1,8	2	0,9	0,8
Токарная программная	8,67	0,6	1	0,6	1,25
Сверлильная программная	3,9	0,3	1	0,3	2,5
Круглошлифовальная	3,5	0,3	1	0,3	2,5
Шпоночно–фрезерная	2,49	0,2	1	0,2	3,75
	$\Sigma T_{шт.к.} = 50,96$		$\Sigma P = 7$		$\Sigma O = 14$

$$m_{p1} = \frac{10000 \cdot 1,86}{60 \cdot 3886 \cdot 0,75} = 0,2$$

$$m_{p2} = \frac{10000 \cdot 30,54}{60 \cdot 3886 \cdot 0,75} = 1,8$$

$$m_{p3} = \frac{10000 \cdot 8,67}{60 \cdot 3886 \cdot 0,75} = 0,6$$

$$m_{p4} = \frac{10000 \cdot 3,9}{60 \cdot 3886 \cdot 0,75} = 0,3$$

$$m_{p5} = \frac{10000 \cdot 3,5}{60 \cdot 3886 \cdot 0,75} = 0,3$$

$$m_{p6} = \frac{10000 \cdot 2,49}{60 \cdot 3886 \cdot 0,75} = 0,2$$

После чего для каждой операции вычислим значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P}. \quad (7)$$

Количество операций, выполняемых на одном рабочем месте (O), определяем по формуле:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} \quad (8)$$

Подсчитав суммарное значение  $\Sigma O$  и  $\Sigma P$  определяем  $K_{з.о.}$  и тип производства.

$$K_{з.о.} = 14/7 = 2 \Rightarrow \text{это средне-серийное производство.}$$

После установления типа производства необходимо определить его организационно-технологическую характеристику. При этом требуется:

- определить форму организации производственного процесса;
- рассчитать величину партий их запуск в производство.

Согласно ГОСТ 14.312–74, форма организации производства может быть поточной или групповой.

В нашем случае мы имеем дело с групповой организацией производства. Количество деталей в партии (n, шт.) для одновременного выпуска определяется упрощенным способом по формуле:

$$n = \frac{ВП * a}{254}, \quad (9)$$

где a – периодичность запуска, в днях (10 дня);

ВП – годовая программа выпуска деталей, шт;

254 – количество рабочих дней в году.

$$n = 10000 \times 10 / 254 = 396 \text{ шт.}$$

## 2.2. Выбор заготовки

Исходные данные:

Заготовка – штамповка безоблойная на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП);

Габаритный размеры  $\varnothing 258 \times 210$  мм;

Материал детали – сталь 45;

Группа материала – М2, т.к. углерод составляет 0,45%;

Класс точности – Т3, т.к. выбираем штамповку безоблойную на кривошипном горячештамповочном прессе;

Исходный индекс для последующего назначения основных припусков, допусков и допускаемых отклонений определяется в зависимости от массы, марки стали, степени сложности и класса точности поковки по ГОСТ 7505–89. Исходный индекс 13.

Кривошипные горячештамповочные прессы (КГШП) широко применяются для горячей объемной штамповки, так как имеют ряд преимуществ по сравнению с молотовой штамповкой.

1. Получаемые на КГШП поковки точнее по размерам благодаря постоянству хода пресса и фиксированному нижнему положению ползуна, что позволяет уменьшить отклонения размеров поковки по высоте. Поковки можно не контролировать на сдвиг, так как ползун движется по направляющим станины и точно совпадает с верхней и нижней частями штампа, оснащенного направляющими колонками и втулками.

2. Штамповка характеризуется более высоким коэффициентом использования металла, так как штампы имеют верхние и нижние выталкиватели, позволяющие уменьшить штамповочные уклоны, припуски, напуски и допуски, что приводит к экономии металла и уменьшению трудоемкости при последующей обработке поковок резанием.

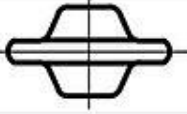

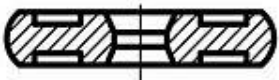


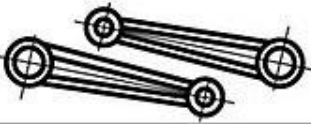
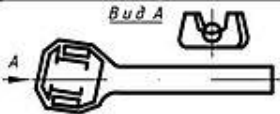
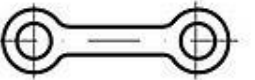

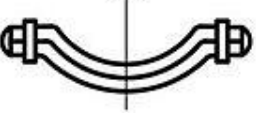

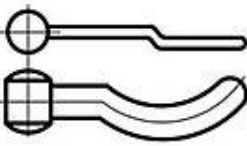
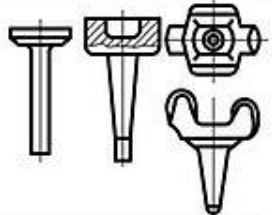
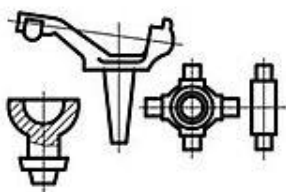
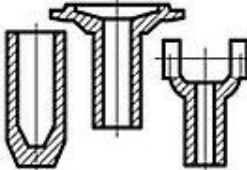
3. Себестоимость продукции, полученной на КГШП, ниже, чем на молоте, благодаря снижению расхода металла и эксплуатационных затрат.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		15

Поковки, штампуемые на КГШП, подразделяют:

- в зависимости от характера формоизменения и течения металла при формоизменении – на два класса: класс поковок, получаемых с преобладанием процесса осадки, и класс поковок, получаемых с преобладанием процесса выдавливания;
- в зависимости от конфигурации и сложности изготовления – на пять основных групп (таблица 4). Методы изготовления учитывают при выделении подгрупп поковок.

Таблица 4 – Классификация поковок, штампуемых на КГШП

Группа	Подгруппа		
	1	2	3
I			
II			
III			
IV			
V			

Группа 1 – осесимметричные поковки, изготавливаемые осадкой в торец или осадкой с одновременным выдавливанием, т. е. поковки круглые в плане или близкие к этой форме, в том числе квадратные и близкие к круглым и квадратным в плане, а также поковки с отростками;

Группа II – поковки удлиненной формы, имеющие небольшую разницу в площадях поперечных сечений, которые чаще штампуют без предварительной подготовки заготовок;

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата



Группа III – поковки удлиненной формы, с большой разницей в площадях поперечных сечений. Для них необходимы заготовки, предварительно обработанные высадкой на ГКМ или выдавливанием (1–я подгруппа), вальцовкой на ковочных вальцах или вальцах поперечно–клиновой прокатки или на другом аналогичном оборудовании (2–я подгруппа) и комбинированными процессами (3–я подгруппа);

Группа IV – поковки с изогнутой осью. При изготовлении поковок 1–й подгруппы применяют штампы с замком; 2–й подгруппы – гибочные ручки; 3–й подгруппы – штампы с замком и гибочными ручьями. При штамповке особо сложных поковок с изогнутой осью заготовки часто получают на отдельном оборудовании, а в штампах помимо гибочных применяют все виды ручьев, в том числе при необходимости применяют и рассекатели;

Группа V – поковки, изготавливаемые выдавливанием.

При штамповке на КГШП применяют следующие виды заготовок. Сортовой прокат – для поковок всех групп; профилированные заготовки – для поковок группы III (иногда и группы IV); калиброванные заготовки – для отдельных случаев штамповки в закрытых штампах; трубы – для поковок группы V 3–й подгруппы.

Данная деталь «Фланец привода» относится к Группе V – поковки, изготавливаемые выдавливанием вертикально.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		17

### 3. Расчёт припусков

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

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

#### 3.1. Расчетно-аналитический метод расчёта

Выполним расчеты припуска на поверхность  $\varnothing 55k6^{(0,021}_{+0,002})$  так как именно к ней предъявляются самые высокие требования к точности и качеству. Результаты расчетов сведем в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку

Технологические переходы обработки поверхности $\varnothing 55k6^{(0,021}_{+0,002})$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $T$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	$R_z$	$h$	$\Delta_\Sigma$	$\varepsilon$				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}^{пр}$	$2Z_{\max}^{пр}$
Заготовка	200	250	285			57,3	1,6	57,307	58,9	2,3	3,88
Точение предварительное	100	125	171	30	1,007	56,3	0,3	56,3	56,9	1	2,3
Точение окончательное	50	60	143	0	792	55,51	0,074	55,508	55,58	0,79	1,02
Шлифование	25	30	114	0	506	55,002	0,019	55,002	55,021	0,51	0,56

Технологический маршрут обработки поверхности  $\varnothing 55k6^{(0,021}_{+0,002})$  состоит из предварительного и окончательного точения, выполняемых с одной установки и шлифования.

Элементы припуска  $R_z$  и  $h$  определяются по справочным данным и заносятся в таблицу 5.

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

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\kappa}^2 + \Delta_{\text{см}}^2}, \quad (10)$$

где  $\Delta_{\kappa}$  – кривизна заготовки, мкм;

$\Delta_{\text{см}}$  – отклонение от оси отверстия, мкм.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{2700^2 + 900^2} = 2850 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma \text{черн.точ}} = \Delta_{\Sigma \text{загот}} \cdot K_{\gamma}, \quad (11)$$

где  $K_{\gamma}$  – коэффициент уточнения = 0,06.

$$\Delta_{\Sigma \text{предв.точен.}} = 2850 \cdot 0,06 = 171 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Sigma \text{окончат.точен.}} = \Delta_{\Sigma \text{заг}} \cdot K_{\gamma}, \quad (12)$$

где  $K_{\gamma}$  – коэффициент уточнения=0,05.

$$\Delta_{\Sigma \text{окончат.точен.}} = 2850 \cdot 0,05 = 143 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma \text{шлиф.}} = \Delta_{\Sigma \text{заг}} \cdot K_{\gamma}, \quad (13)$$

где  $K_{\gamma}$  – коэффициент уточнения=0,04.

$$\Delta_{\Sigma \text{шлиф.}} = 2850 \cdot 0,04 = 114 \text{ мкм}$$

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

Расчет минимальных значений межоперационных припусков

произведем по формуле:

$$2Z_{i \text{min}} = 2 \left( R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right), \quad (14)$$

где  $R_z$  – шероховатости поверхности, мкм;

$h$  – высота микронеровностей, мкм;

$\Delta_{\Sigma}$  – суммарное значение пространственных отклонений;

$\varepsilon$  – погрешность установки, мкм.

$$2Z_{i \text{min}}_{\text{предв.точен.}} = 2 \left( 200 + 250 + \sqrt{2850^2 + 30^2} \right) = 1007 \text{ мкм}$$

										Лист
										19
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

$$2Z_{i\min}^{\text{окончат.точеч.}} = 2\left(100+125+\sqrt{171^2}\right) = 792\text{мкм}$$

$$2Z_{i\min}^{\text{тонк.точ.}} = 2\left(50+60+\sqrt{143^2}\right) = 506\text{мкм}$$

Расчет минимальных размеров определяется по формуле:

$$D_{i-1\min} = D_{i\min} + 2 Z_{i\min}$$

$$D_{\min}^{\text{шлиф.}} = 55,002 \text{ мм.}$$

$$D_{\min}^{\text{чист.точения}} = 55,002 + 0,506 = 55,508 \text{ мм.}$$

$$D_{\min}^{\text{черн. точения}} = 55,508 + 0,792 = 56,3 \text{ мм.}$$

$$D_{\min}^{\text{заготовки}} = 56,3 + 1,007 = 57,307 \text{ мм.}$$

Минимальные предельные размеры, получают округлением расчетных размеров.

$$D_{\min}^{\text{шлиф.}} = 55,002 \text{ мм.}$$

$$D_{\min}^{\text{окончат.точения}} = 55,51 \text{ мм.}$$

$$D_{\min}^{\text{предв. точения}} = 56,3 \text{ мм.}$$

$$D_{\min}^{\text{заготовки}} = 57,3 \text{ мм.}$$

Расчет максимальных размеров определяется по формуле:

$$D_{\max} = D_{\min} + T, \tag{15}$$

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

$T$  – допуск на размер, мм.

$$D_{\max}^{\text{шлиф.}} = 55,002 + 0,019 = 55,021 \text{ мм.}$$

$$D_{\max}^{\text{окончат. точен.}} = 55,51 + 0,074 = 55,584 \text{ мм.}$$

$$D_{\max}^{\text{предварит. точен.}} = 56,3 + 0,3 = 56,6 \text{ мм.}$$

$$D_{\max}^{\text{заготовки}} = 57,3 + 1,6 = 58,9 \text{ мм.}$$

Определение предельных припусков определяется по формулам:

$$2Z_{\min i}^{\text{пр}} = D_{\min i} - D_{\min i-1}$$

$$2Z_{\min \text{шлиф.}}^{\text{пр}} = 55,51 - 55,002 = 0,508 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\min \text{окончат.точеч.}}^{\text{пр}} = 56,3 - 55,51 = 0,79 \text{ мм.}$$

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		20

$$2Z_{\min}^{np} \text{ предв. точен.} = 57,3 - 56,3 = 1 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\min}^{np} \text{ загот.} = 0,508 + 0,79 + 1 = 2,298 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max i} = D_{\max i} - D_{\max -1},$$

$$2Z_{\max}^{np} \text{ шлиф.} = 55,584 - 55,021 = 0,563 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max}^{np} \text{ окончат. точен.} = 56,6 - 55,584 = 1,016 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max}^{np} \text{ окончат. точен.} = 58,9 - 56,6 = 2,3 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max}^{np} \text{ загот.} = 0,563 + 1,016 + 2,3 = 3,879 \text{ мм.}$$

Определим общие припуски суммируя промежуточные припуски на обработку определяется по формулам:

$$Z_{\max o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\max i}^{np};$$

$$Z_{\min o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\min i}^{np}.$$

Проверим правильность произведенных расчетов по формулам:

$$Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = T_{i-1} - T_i;$$

$$Z_{\max o}^{np} - Z_{\min o}^{np} = T_{заг} - T_{дет}.$$

$$3,879 - 2,298 = 1,6 - 0,021$$

$$1,58 = 1,58$$

Расчет произведен верно.

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

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.092 ПЗ					

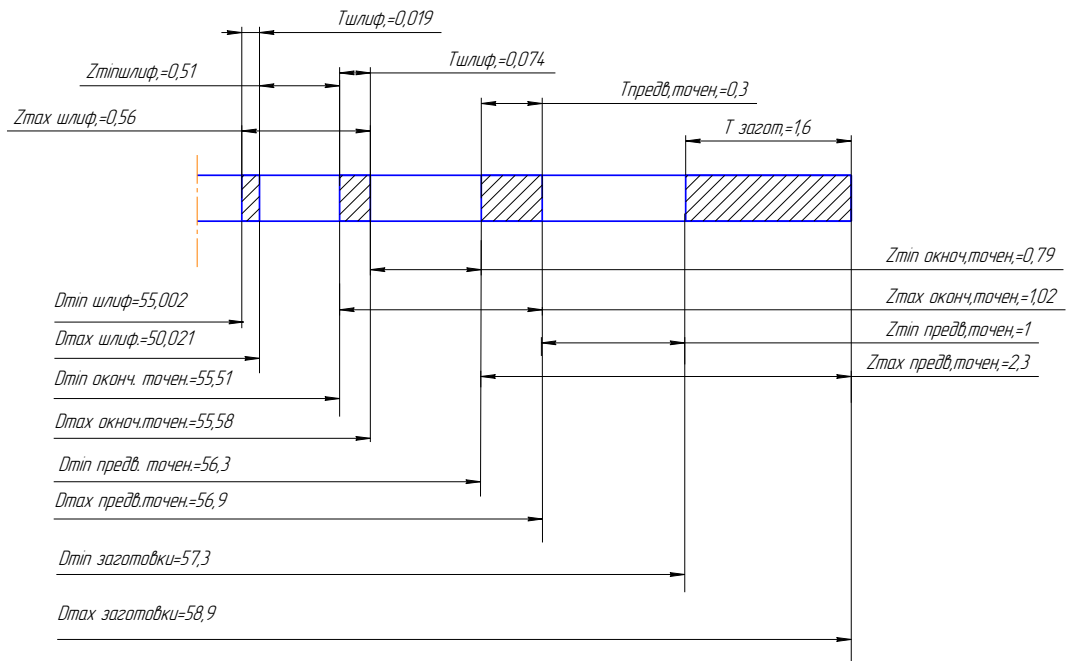


Рисунок 2 – Схема графического расположения припусков на обработку поверхности  $\text{Ø}55k6$

### 3.2. Опытно-статистический метод

Припуски и допуски на поковки назначают в соответствии с ГОСТ 7505–89. [7]

Расчет размеров заготовки сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчет размеров заготовки

Размер детали по чертежу	Шероховатость поверхности, мкм	Допуск на размер заготовки	Припуск на обработку (на сторону) мм.	Расчет размеров заготовки	Размер заготовки с допуском
$\text{Ø}250$	Ra6,3	$8\begin{matrix} +1,4 \\ -0,8 \end{matrix}$	4	$D=250+2 \times 4$	$\text{Ø}258\begin{matrix} +1,4 \\ -0,8 \end{matrix}$
$\text{Ø}65$	Ra2,5	$3\begin{matrix} +1,1 \\ -0,5 \end{matrix}$	1,5	$D=65+2 \times 1,5$	$\text{Ø}68\begin{matrix} +1,1 \\ -0,5 \end{matrix}$
$\text{Ø}55$	Ra1,25	$5\begin{matrix} +1,1 \\ -0,5 \end{matrix}$	2,5	$D=55+2 \times 2,0$	$\text{Ø}60\begin{matrix} +1,1 \\ -0,5 \end{matrix}$
$L=200$	Ra12,5	$10\begin{matrix} +2,1 \\ -1,1 \end{matrix}$	5	$L=203+1,4+1,4$	$210\begin{matrix} +2,1 \\ -1,1 \end{matrix}$
$l1=145$	Ra6,3	$3\begin{matrix} +1,8 \\ -1,0 \end{matrix}$	3	$l1=145-3+5$	$147\begin{matrix} +1,8 \\ -1,0 \end{matrix}$
$l2=178$	Ra2,5	$3\begin{matrix} +2,1 \\ -1,1 \end{matrix}$	3	$l2=178+5-3$	$180\begin{matrix} +2,1 \\ -1,1 \end{matrix}$

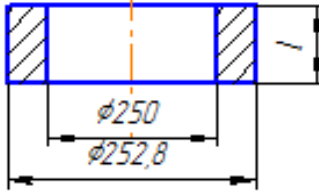
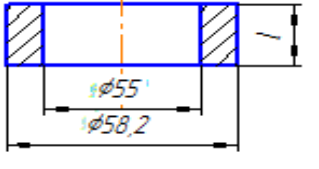
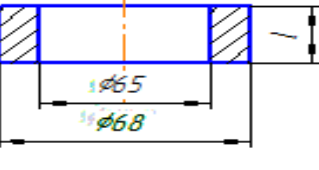
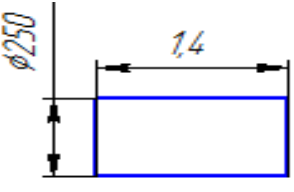
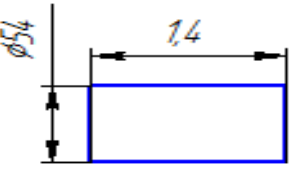
### 3.3. Расчёт массы заготовки

Массу заготовки определяют прибавлением массы срезаемого при механической обработки детали припуска к массе по чертежу.

Для этого определяем форму элементов срезаемого припуска, находим объем их и массу.

В таблице 5 приведён расчёт массы элементов припусков.

Таблица 5 – Расчёт массы элементов припусков заготовки

Обозначение элементов припуска	Кол-во элементов	Эскиз элементов припуска с размерами	Расчётная формула Определения массы припуска	Расчёт массы элемента припуска
m1	1		$m1 = \pi \cdot \frac{(258^2 - 250^2)}{4} \cdot l \cdot \rho \cdot 10^{-6}$	$m1 = 3,14 \cdot \frac{(258^2 - 250^2)}{4} \cdot 30 \cdot 7,826 \cdot 10^{-6} = 0,168$
m2	1		$m2 = \pi \cdot \frac{(60^2 - 55^2)}{4} \cdot l \cdot \rho \cdot 10^{-6}$	$m2 = 3,14 \cdot \frac{(60^2 - 55^2)}{4} \cdot 146 \cdot 7,826 \cdot 10^{-6} = 0,323$
m3	1		$m3 = \pi \cdot \frac{(68^2 - 65^2)}{4} \cdot l \cdot \rho \cdot 10^{-6}$	$m3 = 3,14 \cdot \frac{(68^2 - 65^2)}{4} \cdot 30 \cdot 7,826 \cdot 10^{-6} = 0,07$
m4	1		$m4 = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot Z \cdot \rho \cdot 10^{-6}$	$m4 = 3,14 \cdot \frac{250^2}{4} \cdot 1,4 \cdot 7,826 \cdot 10^{-6} = 0,538$
m5	1		$m5 = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot Z \cdot \rho \cdot 10^{-6}$	$m5 = 3,14 \cdot \frac{54^2}{4} \cdot 1,4 \cdot 7,826 \cdot 10^{-6} = 0,025$

Расчёт массы заготовки определяется по формуле:

$$G_3 = g + m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5, \quad (16)$$

где  $G_3$  – масса заготовки, кг;

$g$  – масса детали по чертежу, кг;

$m_1, m_2, m_3, m_4, m_5$  – массы элементов припусков, кг.

$$G_3 = 3 + 0,168 + 0,323 + 0,073 + 0,538 + 0,025 = 4,13 \text{ кг.}$$

Расчёт коэффициента использования материала заготовки определяется по формуле:

$$K_{\text{им}} = g / G_3^1.$$

$$K_{\text{им}} = 3 / 4,13 = 0,73.$$

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		24



## 4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЦ ОКУМА LT2000EX

### 4.1. Анализ базового технологического процесса

В начале дадим небольшую характеристику заводскому технологическому процессу.

Рациональность метода получения заготовки для данного типа производства. Штамповка – выбран рационально для данного типа производства

Правильность выбора черновых, чистовых и промежуточных баз на операциях техпроцесса, соблюдения единства баз.

В заводском техпроцессе принцип постоянства и совмещения технологических и конструкционных баз реализован не полностью.

– соответствие режимов резания оптимальным.

– правильность заполнения технологических карт (МК, ОК, КЭ).

Технологические карты заполнены в соответствии с ГОСТ 3.1107–71, следовательно, технологические карты необходимо заполнить по новым ГОСТам.

Характерные особенности технологического процесса механической обработки детали можно выявить при изучении технологических карт, руководствуясь следующими признаками:

- по числу охватываемых изделий – средне–серийное;
- по назначению – рабочий;
- по документации – операционный.

По маршрутной карте таблица 6, определяем общее число операций – 11 операции:

- станочных – 6;
- контрольных – 1.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		25

Таблица 6 – Операционный маршрут детали «Фланец привода»

Кол-во операции	Номер операции	Операция	Оборудования
1	005	Термическая	Печь для закалки черных металлов шахтного типа ПШЗ 5.10/12
2	010	Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР-71
3	015	Токарная программная	Токарный станок с ЧПУ 16К20СЗФ5
4	020	Токарная программная	Токарный станок с ЧПУ 16К20СЗФ5
5	025	Сверлильная программная	Координатно-сверлильный станок 2Д132ВМФ2
6	030	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151
7	035	Шпоночно-фрезерная	Шпоночно-фрезерный полуавтомат 6Д91
8	045	Слесарная	–
9	050	Моечная	–
10	055	Химическая	–
11	060	Контрольная	Приспособление специальное

В таблице 7 сведены нормы времени по операциям заводского технологического процесса.

Таблица 7– Сводная таблица технических норм времени по операциям

№ операции	Основное время на операцию, <i>t<sub>о</sub></i> , мин.	Вспомогательное время на операцию, <i>t<sub>в</sub></i> , мин.	Оперативное время, <i>t<sub>оп</sub></i> , мин.	Время на обслуживание, <i>t<sub>обс</sub></i>	Время на отдых, <i>t<sub>отд.л.</sub></i>	Штучное время, <i>t<sub>шт</sub></i> , мин.	Подготовительно-заключительное время на партию, <i>T<sub>пз</sub></i> , мин	Величина партии, шт.
				%	%			
010	0,36	1,27	1,63	3	4	1,81	16	396
015	4,28	6,19	10,47	3	4	30,27	32,35	396
020	2,98	4,14	7,12	3	4	8,67	22	396
025	2,1	1,41	3,51	3	4	3,79	22	396
030	1,44	1,76	3,2	3	4	3,4	16	396
035	0,75	0,74	1,49	3	4	2,38	22	396
Итого:	11,91	15,51	27,42			50,32		

Штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{шт}} + T_{\text{п-з}} / n_{\text{опт}}, \quad (17)$$

где  $t_{\text{шт}}$  – штучное время;

$T_{\text{п-з}}$  – Подготовительно-заключительное время;

$n_{\text{опт}}$  – число деталей в партии.

Операция 010  $t_{\text{шк } 010} = 1,81 + 16/396 = 1,85$ мин;

Операция 015  $t_{\text{шк } 015} = 30,27 + 32,35/396 = 30,45$ мин;

Операция 020  $t_{\text{шк } 020} = 8,67 + 22/396 = 8,7$ мин;

Операция 025  $t_{\text{шк } 025} = 3,14 + 22/396 = 3,19$ мин;

Операция 030  $t_{\text{шк } 030} = 3,79 + 16/396 = 3,8$ мин;

Операция 035  $t_{\text{шк } 035} = 2,38 + 22/396 = 2,43$ мин.

Расчёт коэффициента загрузки станков:

$$PM_{\text{расч}} = \frac{ВП * t_{\text{шк}}}{3886 * 60}, \quad (18)$$

где  $PM_{\text{расч}}$  - коэффициента загрузки;

ВП- годовой выпуск продукции;

$t_{\text{шк}}$  - Штучно-калькуляционное время.

Оп 010:  $PM_{\text{расч}} = 10000 * 1,85 / 3886 * 60 = 0,07$  принимаем -1 станок ;

Оп 015:  $PM_{\text{расч}} = 10000 * 30,45 / 3886 * 60 = 1,3$  принимаем -2 станка;

Оп 020:  $PM_{\text{расч}} = 10000 * 8,7 / 3886 * 60 = 0,37$  принимаем -1 станок;

Оп 025:  $PM_{\text{расч}} = 10000 * 3,19 / 3886 * 60 = 0,13$  принимаем -1 станок;

Оп 030:  $PM_{\text{расч}} = 10000 * 3,8 / 3886 * 60 = 0,16$  принимаем -1 станок;

Оп 035:  $PM_{\text{расч}} = 10000 * 2,43 / 3886 * 60 = 0,1$  принимаем -1 станок;

Данные расчёта сводим в таблицу 8.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		27

Таблица 8 – Расчёт количества станков и определения их загрузки

Наименование операции	Штучное время $t_{шк.}$	Количество станков		Коэффициент загрузки $K_{зо} = PM_{расч} / PM_{прин}$
		Расчётное ( $PM_{расч}$ )	Принятое ( $PM_{прин}$ )	
010 Фрезерно-центровальная	1,81	0,07	1	0,07
015,Токарная	30,27	1,3	2	0,65
020 Токарная	8,67	0,37	1	0,37
025 Сверлильная	3,79	0,13	1	0,13
030 Кругло-шлифовальная	3,4	0,16	1	0,16
035 Шпоночно-фрезерная	2,38	0,1	1	0,1
Итого:	50,32	2,13	7	$K_{ср} = \frac{1,48}{7}$ = 0,211 или 21,1 %

После проведённого анализа базового технологического процесса. Выявили ряд недостатков касающихся к оборудованию и организации производственного процесса.

Недостатками базового технологического процесса являются:

- применение специального оборудования;
- применения крупно – габаритного оборудования;
- низкая производительности оборудования;
- используются несовременные режущие инструменты;
- не высокая точность изготавливаемых деталей;
- затраты на проектирование и изготовление технологической оснастки;
- использование в качестве эталона старые стандарты заполнения технологических карт (МК, ОК, КЭ).

#### **4.2. Разработка нового технологического процесса с использованием многоцелевого обрабатывающего центра OKUMA LT 2000EX**

Выбор методов обработки поверхностей (МОП) зависит от конфигурации детали, ее габаритов, точности и качества обрабатываемых поверхностей, вида принятой заготовки.

В данном случае мы, как и раньше, опираемся на базовый (заводской) технологический процесс и выбираем следующие МОП:

- токарная обработка торцов;
- токарная обработка цилиндрических поверхностей детали;
- обработка отверстий;
- расточка сферы;
- фрезерование паза.

Именно эти методы позволят соблюсти технические требования, предъявляемые к детали.

При использовании обрабатывающего центра OKUMA LT 2000EX можно проводить токарные, фрезерные, сверлильные, шлифовальные операции чистовым точением. Данные операции можно осуществить, так как позволяют технические характеристики станка.

*Описание многоцелевого обрабатывающего центра OKUMA LT 2000EX*



Рисунок 3 – Okuma LT 2000EX Токарный обрабатывающий центр

Станок предназначен для комплексной обработки деталей типа тел вращения с автоматической передачей обрабатываемой детали в процессе обработки из левого патрона в правый без остановки вращения шпинделей.

Такая схема позволяет обработать деталь с обоих торцов, выполнить внутренние расточки с обеих сторон, обеспечив при этом высокую точность позиционирования и производительность.

Наличие двух независимых шпинделей и двух револьверных головок представлены на рисунке 5,6, позволяет осуществлять одновременную обработку 2-х деталей на одном станке, что также повышает производительность.

Сам станок позволяет эффективно обрабатывать детали любой сложности и практически из любых материалов, обеспечивая высокую точность (6-ой квалитет) и шероховатость поверхности по 8-9-му классу. Станок сохраняет точность и стабильность обработки в широком температурном диапазоне от +5 С до +45 С.

Металлоемкая конструкция станины станка и применение передовых технических решений в купе с огромным опытом самой фирмы OKUMA обеспечивает сохранение точностных параметров и стабильность функционирования в течение 10-15 лет с момента приобретения, что подтверждается из практики эксплуатации данного оборудования в реальном производстве.

Возможность установки в револьверных головках приводного инструмента и дополнительной оси Y, существенно расширяют возможности станка, позволяют производить сверление отверстий, фрезерование сложных 3-х мерных элементов детали при одновременном согласованном перемещении рабочих органов по линейным осям и вращении обрабатываемой детали на рабочих оборотах.

Техническая характеристика станка приведена в таблице 9,10.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		30

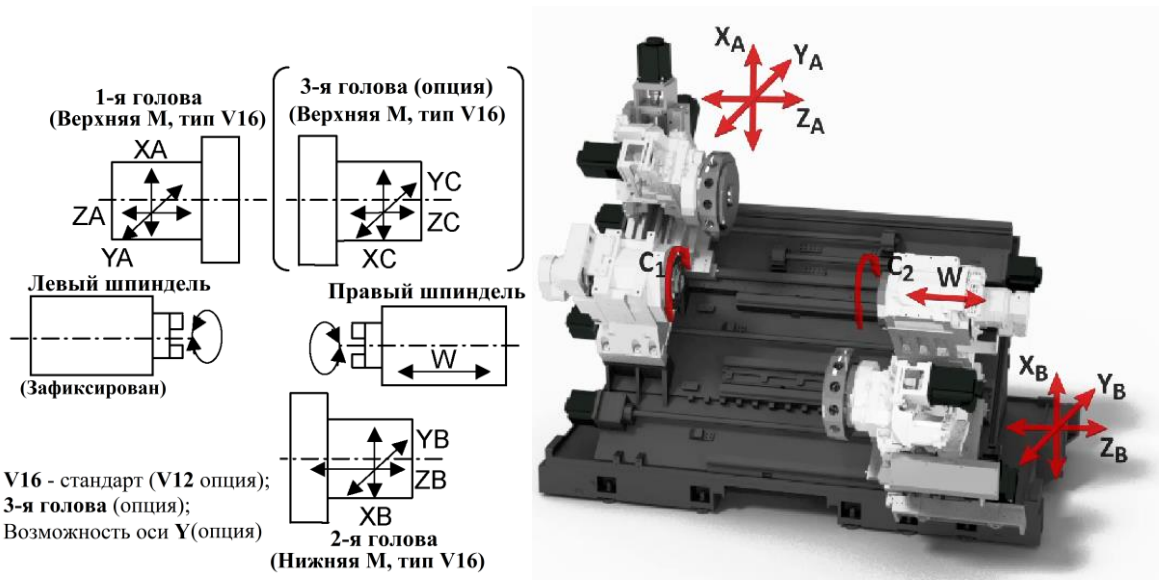


Рисунок 4 – Конструкция станка

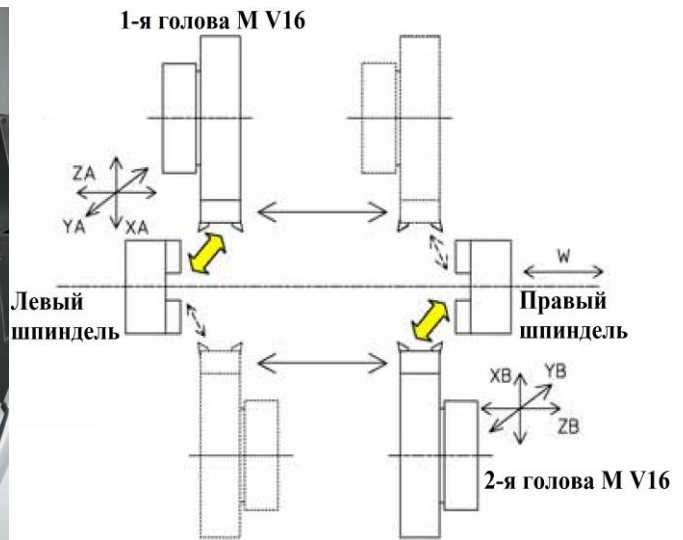
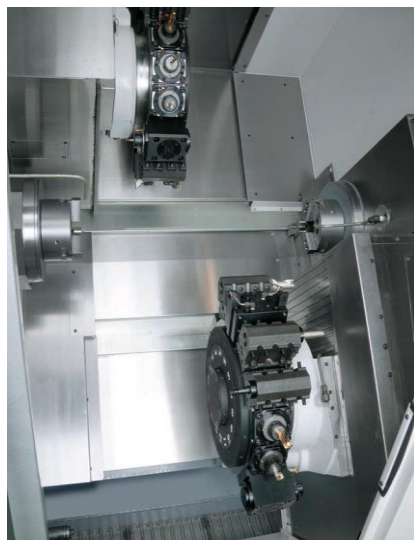


Рисунок 5 – Схема перемещения головок станка

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Таблица 9 – Основные стандартные технические параметры станка модели OKUMA LT2000 EX

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	LT2000 EX	
1.		Наибольший диаметр обработки над станиной	мм Ø400	
2.		Максимальный размер обработки	мм Ø210xL130	
3.		Расстояние между шпинделями	мм 960	
4.	Возможности	Максимальный вес обработки (включая патрон)	Закрепление с одной стороны (левый/правый шпиндель)	кг Левый шпиндель: 120 [Big bore:230], Правый шпиндель: 120 (если $L/D^{x1}=1,0$ ); Левый шпиндель: 90 [Big bore:160], Правый шпиндель: 90 (если $L/D^{x1}=2,5$ )
5.			Закрепление с двух сторон	кг 700 [Big bore левый шпиндель:700]
6.	Перемещения	По оси X (XA, XB)	мм XA, XB: 205 (+175-30)	
7.		По оси Z (ZA, ZB)	мм ZA, ZB: 700	
8.		По оси W	мм W: 730	
9.		По оси Y (YA, YB)	мм YA, YB: 95 (+50 -45)	
10.		По оси C (индексация через 0,001°)	град 360° (0,001°)	
11.	Шпиндель (левый/правый)	Диапазон частоты вращения шпинделя	об/мин 50-6000 [50-5000 только для левого]	
12.		Число диапазонов регулирования частоты вращения шпинделей	шт. 2 (с автоматическим выбором)	
13.		Присоединительный конец шпинделя	мм Плоский Ø140 [JIS A2-6 только для левого]	
14.		Диаметр отверстия шпинделя/диаметр подшипника передней опоры	мм Ø62/Ø100 [Ø80/Ø120 только для левого]	
15.	Револьверная головка	Тип револьверной головки	тип Многозадачная V 16 [V12]	
16.		Количество инструментов	шт. 16 (точение, фрезерование)	
17.		Сечение инструмента	мм 20x20/Ø32	
18.		Частота вращения инструментального шпинделя	об/мин 45-6000	
19.		Тип регулирования частоты вращения инструментального шпинделя	тип Бесступенчато	
20.	Подачи	Скорость быстрых перемещений (X/Z/Y)	м/мин X/Z/Y: 30/40/15	
21.		Скорость быстрых перемещений протившпинделя (W)	м/мин W: 32	
22.		Скорость вращения патрона (C)	об/мин C: 200	
23.	Двигатели	Мощность привода шпинделей (левый/правый) (5 мин/пост)	кВт Левый: 11,5/7,5 [Big bore spindle: 11,5/7,5]; Правый: 11,5/7,5 [High power: 22/15]	
24.		Мощность привода инструментальных шпинделей	кВт 5,5/3,7 (2 мин/пост)	
25.	Габариты и вес станка	Высота	мм Боковоерасположение:2301 Заднее расположение: 2451	
26.		Площадь, занимаемая станком	мм	Боковое расположение: 3745 × 2464; Заднее расположение: 3231 × 3417
27.				
28.	Система ЧПУ	тип	OSP-P300LA	



Таблица 10 – Стандартная спецификация станка модели LT2000 EX

№ п/п	Наименование параметра	Кол. шт.
1	Маркировка CE (аббревиатура фр. Conformité Européenne – европейское соответствие) и соответствие требованиям EMC (электромагнитная совместимость)	1
2	<u>Шпиндель (левый/правый):</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Частота вращения главного шпинделя: 50 – 6000 об/мин;</li> <li>• Мощность: VAC 11/7,5 кВт (5 мин/пост);</li> <li>• Диаметр отверстия шпинделя/диаметр подшипника передней опоры: Ø62 / Ø100мм;</li> <li>• Присоединительный конец шпинделя: плоский Ø140мм;</li> <li>• Отсутствие патрона, цилиндра и адаптера;</li> <li>• Двойная педаль для управления зажимом/разжимом кулачков патронов;</li> <li>• Управление открытием/закрытием патрона с подтверждением о выполнении;</li> <li>• Обдув патрона сжатым воздухом</li> </ul>	2
3	Поворот оси C в диапазоне 360° с дискретностью 0,001°	2
4	<u>16-ти позиционная револьверная голова радиального типа:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Тип V16 радиальный;</li> <li>• Точение и фрезерование (поставляются без инструментальных блоков)</li> </ul>	2
5	<u>Перемещение по оси Y – 95 мм:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Для верхней A (+50–45) и нижней B (+45–50) револьверных голов</li> </ul>	1
6	<u>Шпиндель приводного инструмента:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Частота вращения приводного инструмента: 45 – 6000 об/мин;</li> <li>• Мощность приводного инструмента: PREX 5,5/3,7 кВт (2 мин/пост)</li> </ul>	2
7	Датчик контроля уровня смазки типа A-1 + гидравлический датчик давления	1
8	Применение стандарта IEC (Международной электротехнической комиссии/ International Electrotechnical Commission)	1
9	Станция СОЖ, мощность помпы 0,8 кВт х 3 шт.	1
10	<u>Система ЧПУ OSP-P300LA (OSP Suite) в комплектации 3D-M-E kit:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15-ти дюймовый цветной дисплей;</li> <li>• Сенсорная панель;</li> <li>• Функция преобразования координат;</li> <li>• Функция построения профиля;</li> <li>• Объем программной памяти 2 Гб;</li> <li>• Объем буферной памяти 2 Мб;</li> <li>• Функция реального 3D изображения/моделирования;</li> <li>• Функция проверки времени цикла;</li> <li>• Монитор нагрузки (шпиндель, рабочие оси);</li> <li>• Монитор ЧПУ операций (включая счетчики и функции мониторинга);</li> <li>• Функция сокращения времени цикла;</li> <li>• Функция контроля скорости и ускорения вращения главного шпинделя (Hi-Cut Pro);</li> <li>• Функция контроля изменения скорости вращения шпинделя (Variable spindle speedcontrol)</li> </ul>	1
11	Система активной термостабилизации конструкции (TAS-C (термоактивная конструкция))	1
12	Функция открытия / закрытия патрона во время вращения шпинделя	1
13	Коррекция ошибок по осям X+Y+Z	1
14	Функция переключения дюйм/метрическая система	1
15	Функция контроля закрепления детали против вылета	1

## Функция Hi-Cut PRO (Скоростное резание) (стандарт)

Она контролирует скорость рабочей подачи и ускорение, чтобы обеспечить обработку, подходящую для контуров углов и круговых контуров обрабатываемых деталей, с целью обеспечения высокоточной обработки и сокращения времени цикла обработки.

В дополнение к функции контроля скорости Hi-Cut, Hi-Cut PRO контролирует ускорение и дает ровную, более быструю обработку рисунок 6.

Особенности функции:

- Быстрота (Сокращение времени цикла обработки). При изменении скоростей подачи в соответствии с верхними лимитами время цикла обработки сокращается;
- Точность. ЧПУ автоматически управляет диапазоном скоростей и ускорением в соответствии с командами на форму (градус угла, радиус).

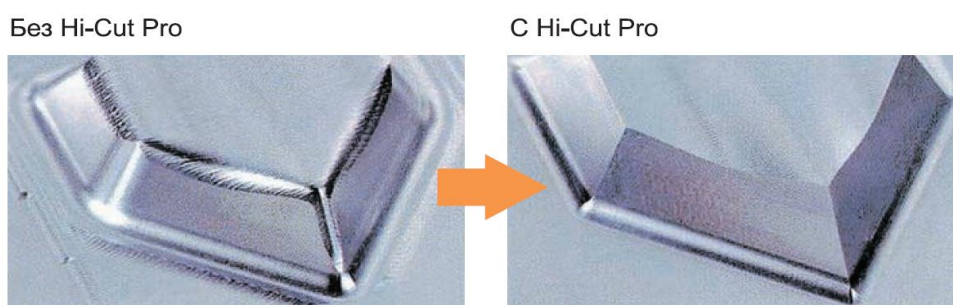


Рисунок 6 – Пример использования функции Hi-Cut PRO

Контроль изменения скорости вращения шпинделя (Variable spindle speed control) (стандарт)

Уменьшение вибраций при обработке

Снижение вибрации резания достигается путем периодического изменения скорости вращения шпинделя для достижения идеального баланса амплитуды и резонансных точек скорости шпинделя при обработке деталей с большим диаметром/малой длиной или деталей малого диаметра/большой длины.

*Разработка технологического маршрута обработки детали  
«Фланец привода» с использованием ОЦ OKUMA LT 2000EX.*

Технологический процесс обработки детали «Фланец привода» состоит из следующих операций:

*Операция 005. Термическая;*

Проводится нормализация для снятия внутренних напряжений и улучшения механической обработки детали после изготовления заготовки НВ 286...341

На рисунке 7 пронумерованы поверхности детали.

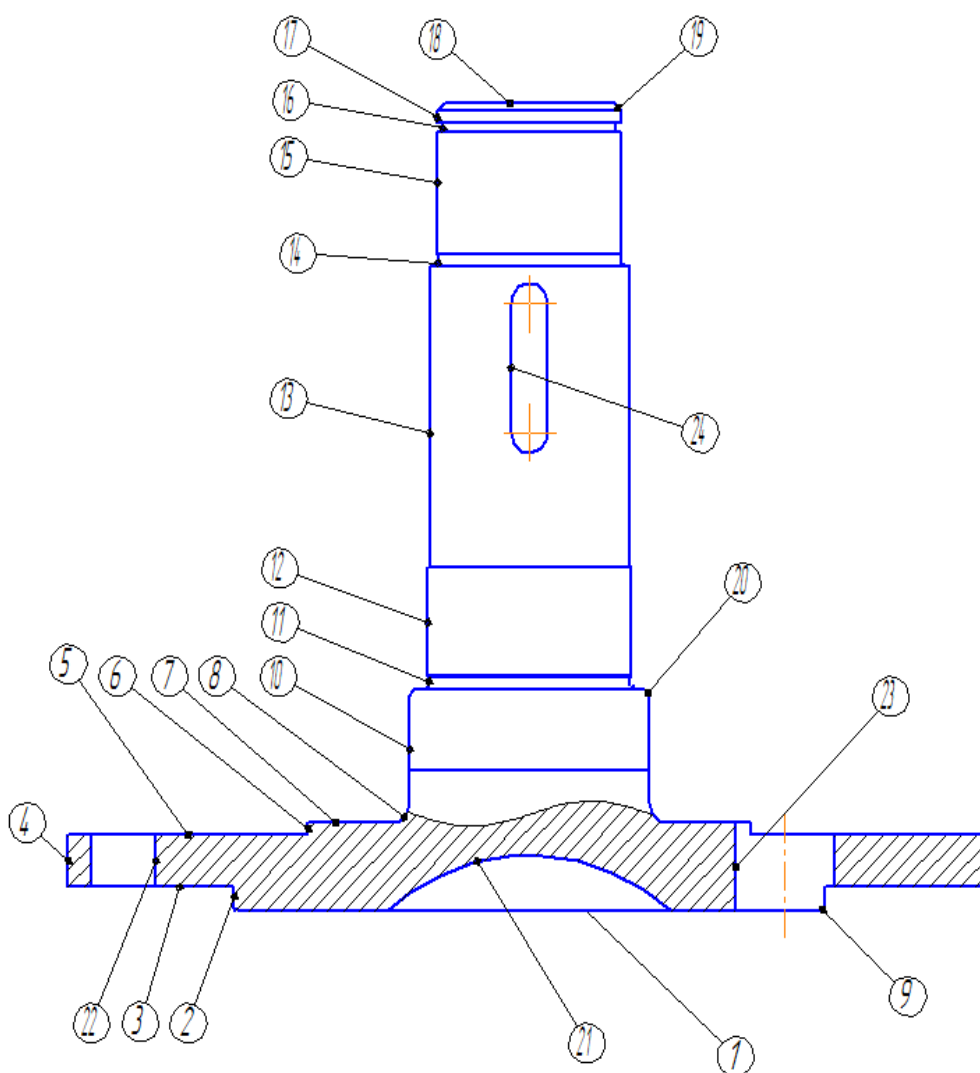


Рисунок 7 – Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей

*Операция 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ;*

План обработки:

- 1) Установить, закрепить деталь в гл. шпинделе;
- 2) Обработка поверхности 1, точить торец однократно;
- 3) Обработка поверхностей 4, 3, 2,(контур детали) начерно;
- 4) Обработка поверхностей 4, 3, 2,(контур детали) начисто;
- 5) Обработка поверхности 22 Сверлить 6 отверстий на Ø16 однократно;
- 6) Обработка поверхности 23 Сверлить 2 отверстий на Ø16 под Ø27;
- 7) Обработка поверхности 21 Сверлить 1 отверстие на Ø16 под R60;
- 8) Обработка поверхности 23 Фрезеровать 2 отверстия на Ø27 начисто;
- 9) Обработка поверхности 21 Расточить сферу R60 начисто;
- 10) Перехват детали в противо шпиндель;
- 11) Установить, закрепить деталь в гл. шпинделе;
- 12) Обработка поверхности 18 точить торец однократно;
- 13) Обработка поверхности 5,6,8,10,12,13,15,17,(контур детали) начерно;
- 14) Обработка поверхности 19,15,14,13,12,11,10,8,7,6,5 начисто;
- 15) Обработка поверхности 16 точить канавку однократно;
- 16) Обработка поверхности 24 Фрезеровка шпоночного паза однократно;
- 17) Снять деталь с противо шпинделя;
- 18) Перехват детали в противо шпиндель;
- 19) Установить, закрепить деталь в гл. шпинделе.

*Операция 015 Слесарная;*

*Операция 020 Моечная;*

*Операция 025.Химическая;*

Химико–фосфорное покрытие детали.

*Операция 030 Контрольная;*

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		36

Общий контроль детали на контрольном стенде.

Общие и межоперационные припуски при обработки детали

«Фланец привода» с использованием ОЦ OKUMA LT 2000EX ,берём с таблицы 11.

Таблица 11 – Общие и межоперационные припуски

№ поверх. детали	Название поверхности и параметры точности	Общий припуск 2Z мм.	Последовательность обработки поверхности	Межоперационные припуски, мм
2	Наружная цилиндрическая поверхность Ra 5	8	1.Черновое точение 2.Чистовое точение	7,5 0,5
4	Наружная цилиндрическая поверхность Ra 6.3	4	0. Заготовка 1. Однократное точение	4
6	Наружная цилиндрическая поверхность Ra 12.5	2	0. Заготовка 1. Однократное точение	2
8	Наружная цилиндрическая поверхность Ra 12.5	2	0. Заготовка 1. Однократное точение	2
10	Наружная цилиндрическая поверхность Ra 2.5	3.0	0.Заготовка 1.Черновое точение 2.Чистовое точение	2,5 0,5
13	Наружная цилиндрическая поверхность Ra 2.5	3	0.Заготовка 1.Черновое точение 2.Чистовое точение	2,5 0.5
15,17	Наружная цилиндрическая поверхность Ra 1.25	10	0.Заготовка 1.Черновое точение 2.Чистовое точение	9,5 0,5
1,18	Торцы	5	0.Заготовка 1. Однократное точение	5

*Выбор режущего инструмента.*

Режущий инструмент выбираем опираясь технологический процесс и с учетом:

- метода обработки;
- размеров обрабатываемых поверхностей;
- точности обработки и качества поверхностей;
- промежуточных размеров и допусков на эти размеры;
- обрабатываемого материала;
- стойкость инструмента, его режущих свойств и прочности;
- стадии обработки (черновая, чистовая, отделочная);

На станках с ЧПУ будем применять прогрессивный режущий инструмент фирмы SECO, MITSUBISHI, HORN, FRAISA.

Расшифровка маркировки режущего инструмента фирмы SECO и пластин предоставлена на рисунках 8 – 12.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		38

## Наружные державки



<b>C4</b>	-	<b>P</b>	<b>W</b>	<b>L</b>	<b>N</b>	<b>R</b>	-	<b>27</b>	<b>050</b>	-	<b>06</b>	-	
1		2	3	4	5	6		7	8		9		10

1. Типоразмер Seco-Capto™

C3 = 32 мм  
 C4 = 40 мм  
 C5 = 50 мм  
 C6 = 63 мм  
 C8 = 80 мм  
 C10 = 100 мм

2. Крепление пластины

<b>D</b>	<b>P</b>	<b>M</b>	<b>S</b>	<b>C</b>
Зажим/пластина с центральным отверстием	Штифт/Клин или рычаг	Штифт/Зажим	Винт	Пружин

3. Форма пластины

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>H</b>	<b>K</b>	<b>L</b>
<b>M</b>	<b>O</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>V</b>	<b>W</b>

Рисунок 8 – Расшифровка токарных державок SECO

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата
------	------	--------------	----------	------

4. Тип инструмента	
5. Задний угол пластины	
6. Направление резания	
7. Расстояние WF	8. Расстояние LF
<p>22 = 2,0 мм 27 = 3,0 мм 35 = 4,0 мм 45 = 5,0 мм и т.д.</p>	<p>040 = 40 мм 042 = 42 мм 044 = 44 мм 050 = 50 мм 060 = 60 мм и т.д.</p>
9. Длина режущей кромки	
10. Внутреннее обозначение	
<p>JET = Jetstream Tooling®                  JETL = Jetstream Tooling® с P-образным прижимом                  PL = Врезание</p> <p>JETB = Jetstream Tooling® с подводом СОЖ с боку хвостовика                  JETLB = Jetstream Tooling® с P-образным прижимом и с подводом СОЖ с боку хвостовика                  X = Обратная расточка</p>	

Рисунок 9 – Расшифровка наружных токарных державок SECO



### Тип и размер пластины

Secolor это система определения области применения для режущих пластин. Она основана на матрице из восемнадцати квадратов, символизирующих различные обрабатываемые материалы и различные условия обработки. Геометрия пластины, например, форма и стружколом, вместе со сплавом определяют область применения, для которой предназначена эта пластина.

Черные точки в матрице указывают основные области применения пластин, а незакрашенные круги указывают альтернативные области.

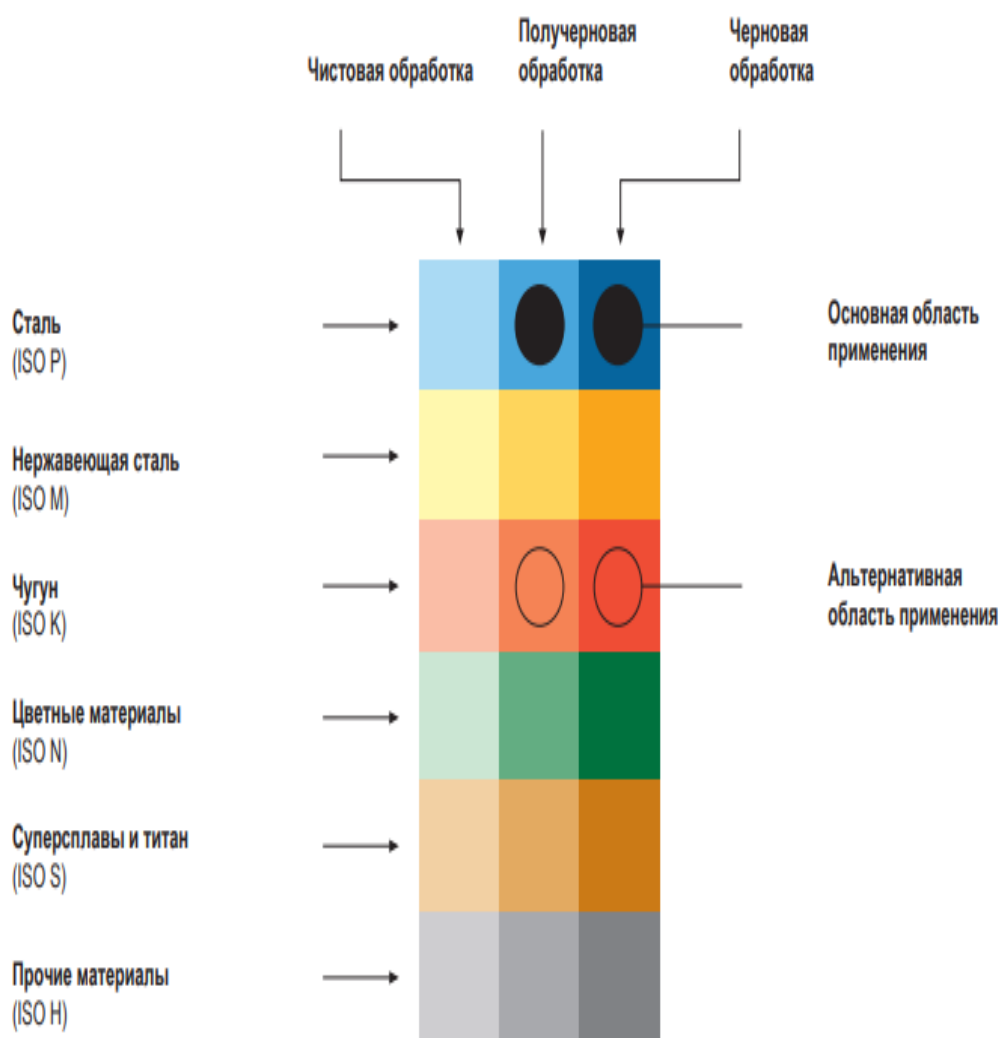
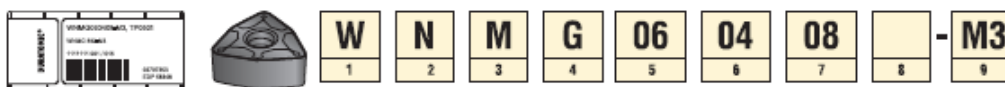


Рисунок 10 – Обозначение пластин SECO по области применения

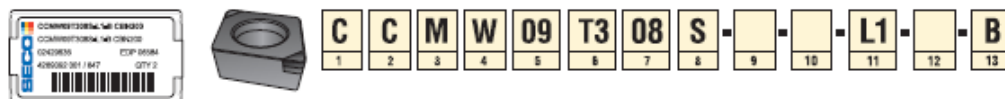
# Обозначения – Точение, пластины



Пластины/Метрические серии, по ISO 1832-2004



Пластины/Метрические серии, по ISO 1832-2004



1. Форма пластины							
A	B	C	D	E	H	K	L
M	O	P	R	S	T	V	W

2. Задний угол пластины						
A	B	C	D	E	F	
G	N	P	O	= Специальный		

Рисунок 11 – Расшифровка пластин SECO

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.092 ПЗ

Лист

42

## Обозначения – Точение, пластины











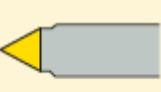

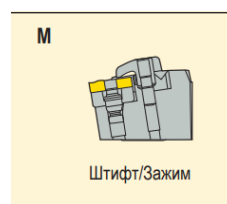
<b>7. Конфигурация угла</b>	
1-й символ 	A = 45° D = 60° E = 75° F = 85° P = 90° Z = Специальный
2-й символ 	A = 45° B = 5° C = 7° D = 15° E = 20° F = 25° G = 30° N = 0° P = 11° Z = Специальный
радиус вершины 	MO = круглые пластины (метрическая версия) 005 = 0,05 мм 01 = 0,1 мм 02 = 0,2 мм 04 = 0,4 мм 08 = 0,8 мм 12 = 1,2 мм и т. д.
<b>8. Подготовка режущей кромки</b>	
F 	E 
T 	S 
W = Пластины для высоких подач Обязательно для заполнения	
<b>9. Направление резания</b>	
L 	N 
R 	Не обязательная информация
<b>10. Внутреннее обозначение</b>	<b>11. По выбору изготовителя</b>
Например, обозначение стружколома F = Чистовой M = Промежуточный R = Черновой  Необязательная информация	Размеры напаяк: L0 L1 L2 LF = пластина со сленным слоем  Необязательная информация
<b>12. Внутреннее обозначение</b>	<b>13. Число наконечников</b>
Точение Например, обозначение стружколома F = Чистовой M = Промежуточный R = Черновой WZ = Wire (PCBN) и т. д.  Необязательная информация	B = 2 C = 3 D = 4  U = 4 (двусторонние) V = 6 (двусторонние)  Необязательная информация

Рисунок 12 – Расшифровка пластин SECO

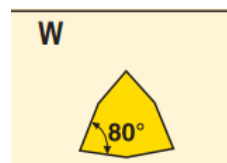
Для точения торцов и наружных поверхностей будем использовать:  
ДЕРЖАВКА MWLNR 2020K08 /SECO/

Расшифровка державки: MWLNR

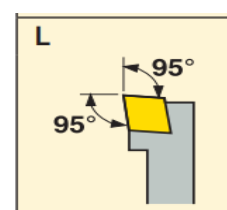
M – крепление штифт/зажим;



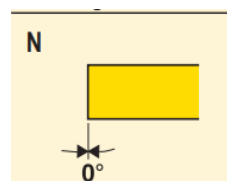
W – форма пластины 80°;



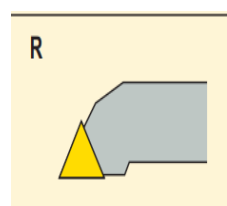
L – тип инструмента ;



N – Задний угол пластины 0°;



R – направление резания .



На рисунке 13 показаны габаритные размеры державки 2020K08

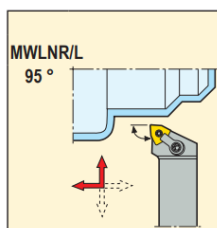
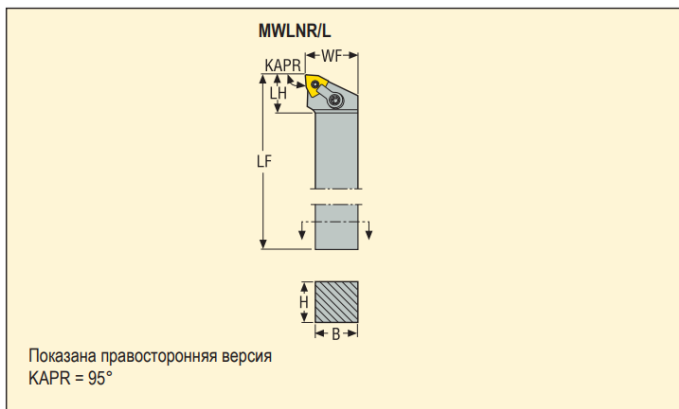
## Точение – Наружные державки



Державки для пластин WNGA, WNGG, WNMA, WNMG и WNMM



- Номенклатуру пластин см. на стр. 447-451, 478
- GAMO° = Передний угол, LAMS° = Угол наклона
- Обозначение державок см. на стр. 15-16



	Обозначение	Размеры в мм					GAMO°	LAMS°	KG	
		H	B	LF	WF	LH				
08	MWLN → K08	20	20	125	25,0	31	-6	-6	0,5	WN..0804..
	MWLN R2525M08	25	25	150	32,0	31	-6	-6	0,8	WN..0804..
	MWLN R3225P08	32	25	170	32,0	31	-6	-6	1,1	WN..0804..
	MWLN R3232P08	32	32	170	40,0	31	-6	-6	1,4	WN..0804..
	MWLN L2020K08	20	20	125	25,0	31	-6	-6	0,5	WN..0804..
	MWLN L2525M08	25	25	150	32,0	31	-6	-6	0,8	WN..0804..
	MWLN L3225P08	32	25	170	32,0	31	-6	-6	1,1	WN..0804..
MWLN L3232P08	32	32	170	40,0	31	-6	-6	1,4	WN..0804..	

Рисунок 13 – Габаритные размеры державки ДЕРЖАВКА MWLNR 2020K08

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата
------	------	--------------	----------	------

ДП 44.03.04.092 ПЗ

Лист

45

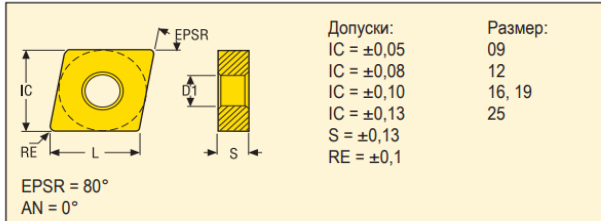
На рисунке 14 показаны размеры ПЛАСТИНА CNMG 120408-M5

TP3500

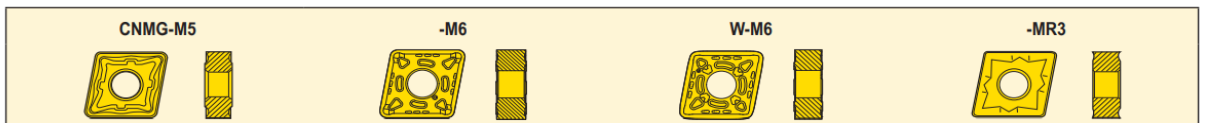
## Точение – Пластины



CNMG



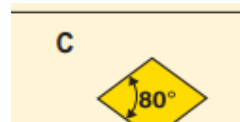
Размер	Размеры в мм			
	IC	L	S	D1
1204	12,70	12,9	4,76	5,15
1606	15,88	16,1	6,35	6,35
1906	19,05	19,3	6,35	7,92



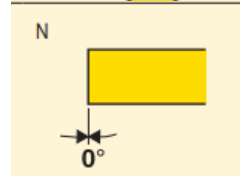
Пластины	Обозначение	RE	Сплавы																							
			С покрытием														Без покрытия		Кермет							
			TP0501	TP1501	TP2501	TP3501	TP200	TP40	TH1000	TH1500	TM2000	TM4000	TK0501	TK1501	TS2000	TS2050	TS2500	CP200	CP500	CP600	HX	KX	883	880	TP1020	TP1030
CNMG-M5	CNMG120404-M5	0,4																								
	CNMG120408-M5	0,8	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
	CNMG120412-M5	1,2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
	CNMG120416-M5	1,6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						

Рисунок 14 – Размеры и материал пластины

C – форма пластины



N – Задний угол пластины



0°;

M – класс допуска

M	0,130	0,050	•																						
	0,130	0,080																							
	0,130	0,100																							
	0,130	0,130																							
	0,130	0,150																							
	S	IC	3,175	3,969	4,064	4,760	6,350	9,525	12,70	15,87	19,05	25,40	31,75	38,10											

G – крепление и стружколом



Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.092 ПЗ

Лист

46

Выбор режущего инструмента применяемый на операцию 010 сведен в таблицу 12.

Таблица 12 – Режущий инструмент применяемый на операции 010

Содержание операции		Режущий инструмент
Обработка торцевые поверхности детали Ø60	Точить торец Ø60 начерно	ДЕРЖАВКА MWLNR 2020K08 /SECO/ ПЛАСТИНА CNMG 120408–M5 TP3500 /SECO/
Обработка поверхностей с правой стороны детали (контур детали)	Точить контур начерно	ДЕРЖАВКА MWLNR 2020K08 /SECO/ ПЛАСТИНА CNMG 120408–M5 TP3500 /SECO/
	Точить контур начисто	ДЕРЖАВКА DVJNR 2020K16 /SECO/ ПЛАСТИНА VNMG160404–LP UE6105 / MITSUBISHI/
Обработка канавки	Точить канавку начерно	ДЕРЖАВКА RH224.2020.01 /HORN/ ПЛАСТИНА S224.0200.EN2 AS62 /HORN/
Фрезеровка шпоночного паза		ФРЕЗА D=8 U45362.391 /FAVORA/
Обработка торцевые поверхности детали Ø258	Точить торец Ø258	ДЕРЖАВКА MWLNR 2020K08 /SECO/ ПЛАСТИНА CNMG 120408–M5 TP3500 /SECO/
Обработка поверхностей с левой стороны детали (контур детали)	Точить контур начерно	ДЕРЖАВКА MWLNR 2020K08 /SECO/ ПЛАСТИНА CNMG 120408–M5 TP3500 /SECO/
	Точить контур начисто	ДЕРЖАВКА DVJNR 2020K16 /SECO/ ПЛАСТИНА VNMG160404–LP UE6105 /MITSUBISHI/
Сверлить 6 отверстий на Ø16		СВЕРЛО A6181TFT–16
Сверлить 2 отверстий на Ø16 под фрезерование на Ø27		СВЕРЛО A6181TFT–16
Сверлить 1 отверстие на Ø16 под расточку R60		СВЕРЛО A6181TFT–16
Фрезеровать 2 отверстия на Ø27		ФРЕЗА D=16 P8200.610 /FRAISA/
Расточить сферу R60		ДЕРЖАВКА FSVPB 2012R–11A ПЛАСТИНА VCMТ 080204–MV VP15TF

*Расчёт режимов резания.*

Аналитический метод расчёта режимов резания по эмпирическим формулам.

Переход 1. Подрезать торец Ø60.

Диаметр обрабатываемой поверхности  $D$  (размер заготовки)

Подрезать торец Ø60  $D = 60$  мм.

Длина обрабатываемой поверхности  $l$ .  $l = D / 2 = 30$  мм.

Расчётная длина обработки  $L$ .

$$L = l + l_1, \quad (19)$$

где  $l_1$  – величина врезания и перебега инструмента равна 2 мм.

$$L = 30 + 2 = 32 \text{ мм.}$$

Глубина резания  $t = 2,5$  мм.

Подача  $S_0$ .

Определяется табличным способом, зависит от следующих показателей:

- Обрабатываемый материал;
- Диаметр заготовки;
- Глубина резания.

Подача равна:  $S_0 = 0,3\text{--}0,4$  мм/об.

Далее подача уточняется по паспортным данным станка

$$S_0 = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания  $V$ , м/мин определяется по формуле.

$$V = \left( \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \right) * K_v, \quad (20)$$

где  $K_v$  – суммарный поправочный коэффициент на скорость резания;

$C_v$  – коэффициент, зависящий от материала резца и режима резания, 340;

$T$  – период стойкости, 45 мин;

$t$  – глубина резания;

$S$  – подача.

Эмпирические показатели степени (принимаются по справочным таблицам)  $m - 0,2$ ;  $x - 0,15$ ;  $y - 0,45$ .

										Лист
										48
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						



$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}, \quad (21)$$

где  $K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{nv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки 0,8;

$K_{uv}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента 1.

$$K_{mv} = (750 / \sigma_B)^{n_v}, \quad (22)$$

где  $\sigma_B$  – предел прочности 640 МПа;

$n_v = 1$ .

$$K_{mv} = (750 / 640)^1 = 1,17.$$

$$K_v = 1,17 * 0,8 * 1,0 = 0,94.$$

$$V = \left( \frac{340}{45^{0,2} * 2,5^{0,15} * 0,3^{0,45}} \right) * 0,94 = 228,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Частота вращения  $n$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (23)$$

$$n = \frac{1000 * 271,5}{3,14 * 60} = 1211 \text{ об/мин.}$$

устанавливаем по станку  $n = 1461$  об/мин.

Скорость резания фактическая  $V_{\text{факт}}$ .

$$V_{\text{факт}} = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (24)$$

$$V_{\text{факт}} = \frac{3,14 * 60 * 1461}{1000} = 275,2 \text{ м/мин.}$$

Число проходов  $i = 2$

Основное (технологическое) время обработки  $T_0$ .

Определяем основное машинное время по формуле:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{32 \cdot 2}{1465.5 \cdot 0.3} = 0,14 \text{ мин.}$$

*Выбор режимов резания по каталогу SECO.*

Исходные данные:

Обработка торцевые поверхности детали  $D = \text{Ø}60$ ;

Материал сталь 45 Механические свойства:  $\sigma_B = 640 \text{ Мпа}$ ;

Глубина резания:  $t = 2.5 \text{ мм}$ ;

Шероховатость обработанной поверхности Ra20.

На рисунке 15 показаны обозначение режимов резания по классификации SECO

Режущий инструмент:

ДЕРЖАВКА MWLNR 2020K08 /SECO/;

ПЛАСТИНА CNMG 120408–M5 TP3501 /SECO/.



					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		50

## Номенклатура и формулы

<b>Частота вращения</b> $n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D_c} \quad (\text{об./мин})$	$a_p$ = Глубина резания (мм) $D_c$ = Диаметр заготовки (мм) $f$ = Подача (мм/об) $h$ = Толщина стружки (мм) $k$ = Константа 1,0 для стали и нержавеющей стали 1,4 для чугуна $n$ = Частота вращения (об./мин) $P_c$ = Требуемая мощность (кВт) $Q$ = Удельный съем металла (см <sup>3</sup> /мин.) $R_a$ = Шероховатость (средние значения) (мкм) $RE$ = Радиус вершины (мм) $R_t$ = Общая высота профиля (мкм) $v_c$ = Скорость резания (м/мин.)
<b>Скорость резания</b> $v_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D_c}{1000} \quad (\text{м/мин.})$	
<b>Шероховатость</b> (средние значения) Приблизительная оценка $R_a = \frac{f^2 \cdot 50}{r_\epsilon} \quad (\text{мкм})$ $R_a = \frac{R_t}{3,5} \quad (\text{мкм})$	
Улучшенная оценка $R_a \approx 770 \cdot \left(1 - \frac{f}{2 r_\epsilon}\right) \cdot \arcsin\left(\frac{f}{2 r_\epsilon}\right) \cdot r_\epsilon \quad (\mu\text{m})$ Действует для: $f \leq 2 \sqrt{a_p(2r_\epsilon - a_p)} \leq 2r_\epsilon$ См. примечание и таблицу на стр. 56	
<b>Шероховатость</b> оценка общей высоты профиля $R_t = k \cdot \frac{f^2 \cdot 1000}{8 \cdot r_\epsilon} \quad (\text{мкм})$	
<b>Оценка</b> потребления мощности $P_c = \frac{v_c \cdot f \cdot a_p}{25} \quad (\text{kW})$	
<b>Удельный съем</b> металла $Q = v_c \cdot f \cdot a_p \quad (\text{см}^3/\text{мин.})$	

Рисунок 15 – Обозначения режимов резания по каталогу SACO

## Материал пластины TP3501.

TP3501	 	<b>Технология покрытия Duratomic®.</b> Высокая прочность кромки и износостойкость делают сплав универсальным для точения сталей и нержавеющей сталей, особенно при прерывистом резании. Ti(C,N) + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Технология определения использованной кромки (Хромовый краситель)
--------	---	---

Соотносим обрабатываемый материал по каталогу SACO.

Материал: Сталь 45 с механическими свойствами:  $\sigma_B = 640 \text{ МПа}$

SMG	Описание	свойства	Пример
P4	Низколегированные конструкционные стали, $0.25\% < C < 0.67\% \text{wt}$ Низколегированные закаленные и отпущенные стали	$520 < R_m < 1200$	C 45E $R_m = 660 \text{ N/mm}^2$
P5	Конструкционные стали, $0.25\% < C < 0.67\% \text{wt}$ Закаленные и отпущенные стали	$550 < R_m < 1200$	42 CrMo 4 $R_m = 700 \text{ N/mm}^2$

Материал относится: SMG P5.

Подача  $f = 0,3 \text{ мм/об.}$

Универсальная пластина: CNMG120408-M3    Стойкость = 15 мин     $a_p = 2,5 \text{ мм}$

SMG	TP0501			TP1501			TP2501			TP3501			TP200		
	f (mm/r)			f (mm/r)			f (mm/r)			f (mm/r)			f (mm/r)		
	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4
P1	780	690	610	690	590	510	590	510	450	510	405	335	335	290	255
P2	760	670	590	680	570	495	560	520	460	495	400	330	330	280	250
P3	620	590	510	500	450	400	570	530	465	360	300	250	280	240	215
P4	580	510	450	510	435	375	435	375	330	380	310	250	250	210	190
P5	520	495	435	420	380	335	405	375	330	300	250	220	235	205	180
P6	620	550	480	550	465	405	465	405	355	410	335	270	265	230	200
P7	550	520	460	445	405	355	390	380	350	285	240	210	250	215	190
P8	520	495	435	420	380	335	405	375	330	270	220	180	235	205	180
P11	540	510	445	435	390	345	300	295	270	250	160	130	195	165	145
P12	315	300	265	255	230	205	175	175	160	150	100	75	115	95	85

Скорость резания равна  $V_c = 250 \text{ м/мин.}$

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

$$n = \frac{1000 * 250}{3.14 * 60} = 1327 \text{ об/мин.}$$

Последующие режимы резания выбираем аналогичным способом и заносим в таблицу 13.

Таблица 13 – Режимы резания на Операцию 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

№ перехода	Обрабатываемые поверхности	Элементы режима резания			
		Глубина резания, $a_p$ , мм	Подача на оборот, $f$ , мм/об	Частота вращения шпинделя $n$ , об/мин	Скорость резания, $V_c$ , м/мин
1	Точить торец Ø258	2,5	0,25	1461	280
3	Точить контур начерно	2	0,3	1461	280
4	Точить контур начисто	0,4	0,12	642	330
5	Сверлить 9 отверстий на Ø16	8	0,26	597	30
6	Фрезеровать 2 отверстия на Ø27	2	95,5	2300	115
7	Расточить сферу R60	0,8	0,12	5000	120
8	Точить торец Ø60	2,5	0,3	1327	250
9	Точить контур начерно	2	0,3	1486	280
10	Точить контур начисто	0,4	0,07	1945	330
13	Точить канавку	2	0,14	764	120
14	Фрезеровка шпоночного паза	2	71,6	2387	60

### 4.3. Расчёт технических норм времени

Содержание операции 010 комплексной на ОЦ с ЧПУ:

1. Установить, закрепить деталь в гл. шпинделе;
2. Обработка поверхности 1, точить торец однократно;
3. Обработка поверхностей 4, 3, 2,(контур детали) начерно;
4. Обработка поверхностей 4, 3, 2,(контур детали) начисто;
5. Обработка поверхности 22,23,21 Сверлить 9 отверстий на Ø16 однократно;
6. Обработка поверхности 23 Фрезеровать 2 отверстия на Ø27;
7. Обработка поверхности 21 Расточить сферу R60 однократно;
8. Перехват детали в противо шпиндель;
9. Установить, закрепить деталь в гл. шпинделе;
10. Обработка поверхности 18 точить торец однократно;
11. Обработка поверхности 5,6,8,10,12,13,15,17,(контур детали) начерно;
12. Обработка поверхности 19,15,14,13,12,11,10,8,7,6,5 начисто;
13. Обработка поверхности 16 точить канавку однократно;
14. Обработка поверхности 24 Фрезеровка шпоночного паза однократно;

15. Снять деталь с противо шпинделя;
16. Перехват детали в противо шпиндель;
17. Установить, закрепить деталь в гл. шпинделе.

Многоцелевого обрабатывающего центра OKUMA LT 2000EX с ЧПУ OSP-P300LA имеет функцию времени цикла, т.е. ведётся автоматический подсчёт машинного времени.

Нормы времени сведены в таблицу 14.

Таблица 14 – Автоматический расчёт машинного времени на деталь «Фланец привода»

Последовательность операции	Цели операции	T <sub>м гл.ш</sub> (мин.)	T <sub>м пр.ш.</sub> (мин.)	T <sub>уст.</sub> (мин.)
Установить, закрепить деталь в гл. шпинделе				0,16
Обработка поверхности 1,	Точить торец однократно	2,5		
Обработка поверхностей 4, 3, 2	Точить контур начерно	3,1		
Обработка поверхностей 4, 3, 2	Точить контур начисто	1,2		
Обработка поверхности 22,23,21	Сверлить 9 отверстий на Ø16 однократно	2,5		
Обработка поверхности 23	Фрезеровать 2 отверстия на Ø27 однократно	7,2		
Обработка поверхности 21	Расточить сферу R60 однократно	3,1		
Перехват детали в противо шпиндель				0,36
Установить, закрепить деталь в гл. шпинделе;				0,16
Обработка поверхности 18	Точить торец однократно		0,21	
Обработка поверхности 5,6,8,10,12,13,15,17	Точить контур начерно		3,7	
Обработка поверхности 19,15,14,13,12,11,10,8,7,6,5	Точить контур начисто		3,7	
Обработка поверхности 16	Точить канавку однократно		0,26	
Обработка поверхности 24	Фрезеровка шпоночного паза однократно		4,18	
Снять деталь с противо шпинделя				0,16
Итого:		19,6	12,05	0,84

Машинное время обработки на главном шпинделе  $T_{м.гл.ш.}$

$$\sum T_{м.гл.ш.} = 19 \text{ мин.}$$

Машинное время обработки на противо шпинделе  $T_{м.пр.ш.}$

$$\sum T_{м.пр.ш.} = 13 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на установку  $T_{в.уст.} = 1,3 \approx 2 \text{ мин.}$

Так как шпиндели работают одновременно берём наибольшее  $T_m$  по главному шпинделю  $T_m = 19 \text{ мин.}$

$$\text{Оперативное время } T_{оп} = T_m + T_{в.уст.} = 19 + 2 = 21 \text{ мин.}$$

Оптимальный размер партии деталей должен быть равным или больше номинального размера партии и кратным сменно–суточной программе, учитывает особенности технического процесса и необходимый запас деталей на складе:

$$n_{опт} = \frac{ВП}{D_{раб}} * a, \quad (25)$$

где  $D_{раб}$  – количество рабочих дней в году, 253 ч;

ВП – годовая программа выпуска деталей, шт;

$a$  – необходимый запас деталей в днях, 10 дней.

$$n_{опт} = \frac{10000}{253} * 10 = 395,2 \approx 396 \text{ шт.}$$

Среднее значение поправочного коэффициента  $K_{тв} = 0,76$

Вспомогательное время на обслуживание рабочего места.

$$T_{обс} = (T_{оп} + T_{в.уст.}) * a_{обс} / 100, \quad (26)$$

где  $a_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места в процентах от оперативного времени определяется по таблице равен 3,5%.

$$T_{обс} = (21 + 2) * 3,5 / 100 = 0,84 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на отдых и личные надобности.

$$T_{\text{отл}} = (T_{\text{м}} + T_{\text{в.уст}}) * a_{\text{отл}}/100, \quad (27)$$

где  $a_{\text{отл}}$  – время на отдых и личные надобности в процентах от оперативного времени определяется по таблице и равен 4%.

$$T_{\text{отл}} = (21+2) \times 4/100 = 0,96 \text{ мин.}$$

Штучное время  $T_{\text{шт.}}$  определяем по формуле:

$$T_{\text{шт.}} = T_{\text{м}} + T_{\text{в.уст}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{отл}}. \quad (28)$$

$$T_{\text{шт.}} = 19 + 1,3 + 0,84 + 0,96 = 20 \text{ мин.}$$

Подготовительно–заключительное время на партию  $T_{\text{пз}}$

Получение инструмента до начала обработки партии детали 10 мин.

Установка режущих инструментов в revolverную головку 10 мин

$$T_{\text{пз}} = 10 + 10 = 20 \text{ мин.}$$

Штучно–калькуляционное время  $T_{\text{шт.к}}$  определяется по формуле:

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{пз}}}{n} \right). \quad (29)$$

$$T_{\text{шт.к}} = 20 + (20/395) = 20,05 \text{ мин.}$$



## 5. РАЗРАБОТКАА УПРОВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Написание программы проводилось непосредственно на пульте станка.

Когда программа создается и вводятся прямо на стойке ЧПУ, используя клавиатуру и дисплей. Например, оператор станка может произвести верификацию УП или выбрать требуемый постоянный цикл при помощи специальных пиктограмм и вставить его в код управляющей программы.

При разработке управляющей программы понадобилось:

- Подобрать режущий инструмент;
- Рассчитать, выбрать по каталогу режимы резанья;
- Вычислить координаты опорных точек;
- Построить траекторию движения инструмента.

Дынные взяты с таблиц:11 – 13.

При написании программы на стойке ЧПУ OSP-P300L руководствовался пособием, по программированию фирмы OKUMA. Использовал наиболее распространенный язык программирования ЧПУ для металлорежущего оборудования ISO и называется «G-код»

При разработке управляющей программы использовались подготовительные, и вспомогательные функций, а также функция программирования создания контура.

Часть из них представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Перечень используемых функций G и M

G00	Позиционирование
G01	Линейная интерполяция
G97	Отмена G96
G96	Включение постоянной скорости резания
G40	Коррекция на радиус резца: отмена
G82	Запуск указания поперечного профиля (LAP)
G87	Вызов цикла чистовой обработки (LAP)
M08	Включение подачи СОЖ
M09	Выключение подачи СОЖ
M40	Нейтральный диапазон привода шпинделя

## Фрагмент программы обработки детали «Фланец привода»

### Операции 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Таблица 16 - Переход 1:Подрезать торец Ø60

Строка программы	Содержание кадра
NAT01	NAT01-Выбор инструмента T01
N0102 P0020	P0020-Синхронизация
N0103 G00 X500 Z100	G00-Позиционирование X500 Z100 - Указывает заданное положение
N0104 G97 S1461 M42 M03 M08	G97-Отмена G96 S1461- $n = 1461$ об/мин M42- Диапазон привода шпинделя 2 или выбор высокой скорости подъема M03- Запуск шпинделя (по часовой стрелке) M08- Включение подачи СОЖ
N0105 Z14 T010101	T - Коррекции на радиус режущей кромки инструмента
N0106 X61	X-Управляемая ось в направлении, параллельном торцевой поверхности заготовки. X61- Указывает заданное положение.
N0107 Z10	Z- Управляемая ось в направлении, параллельном продольному направлению заготовки. Z10 Указывает заданное положение
N0108 G96 G110 S280	G96- Включение постоянной скорости резания G110- Постоянная скорость резания для револьверной головки А S280- Скорость резания=280мм/мин
N0109 G85 N0110 D2 F0.25 W0.2	G85- Вызов цикла черновой обработки (LAP) N0110-Обращение к кадру D2-Глубина резания F0.25-Подача 0,25 W0.2-Припуск на чистовую обработку
N0110 G82	G82- Запуск указания поперечного профиля (LAP)
N0111 G01 X61 Z5 G41 E0.25	G01 - Линейная интерполяция, X, Z- Заданная точка G41-Коррекция на радиус резца: влево
N0112 X0	X0- Заданная точка
N0113 G40	G40- Коррекция на радиус резца: отмена
N0114 G80	G80 - Указание окончания профиля (LAP)
N0115 G97 S1461 M09	G97- Отмена G96 S1461-Обороты шпинделя M09 Выключение подачи СОЖ.
N0116 G00 Z14	G00 Позиционирование Z14 - Заданная точка
N0117 X500	X500- Заданная точка

## 6. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Исходные данные для выполнения экономического обоснования

Организация производственного участка изготовления  
«Фланец привода» и расчет его основных технико-экономических  
показателей.

Исходные данные:

Годовая программа 10000 шт;

Тип производства: средне – серийное;

Заготовка: штамповка безоблойная на кривошипном  
горячештамповочном прессе;

Материал детали – сталь 45 ГОСТ 1055–88;

Масса заготовки: 4,13 кг;

Масса готовой детали: 3 кг;

Цена за 1 кг. Стали 45 ГОСТ 1055–88: 11,92 руб;

Цена за 1 кг. Отходов 1,24 руб.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		59

### 6.1. Цеховые показатели участка базового варианта

Технологический процесс, себестоимость, технико–экономические показатели участка обработки детали «Фланец привода»

Представлены в таблице 17,18,19.

Таблица 17 – Исходные данные базового технологического процесса

Наименование операции	Технологическое оборудование	Штучное время (мин.)	В том числе		Разряд работ
			Основное (мин)	Вспомогательное (мин)	
010 Фрезерно центральная	Фрезерно центральный МР–71М	1,81	0,36	1,27	2
015 Токарная	Токарный 16К20С3Ф5	30,27	4,28	6,19	3
020 Токарная	Токарный 16К20С3Ф5	8,67	2,98	4,14	3
025 Сверлильная	Сверлильный 2Д132ВМФ2	3,79	2,1	1,41	2
030 Кругло шлифовальная	Кругло шлифовальный 3М151	3,4	1,44	1,76	4
040 Шпоночно фрезерная	Шпоночно фрезерный 6Д91	2,38	0,75	0,74	3

Таблица 18 – Калькуляция цеховой себестоимости базовый варианта

Статьи калькуляции	Затраты			
	На одну деталь		На весь выпуск	
	Методика расчета	Сумма, руб.	Методика расчета	Сумма, тыс. руб.
<b>Прямые затраты</b>				
1.Основные материалы за вычетом возвратных отходов.	$C_{\text{осн. мат. ед}}$	52,74	$C_{\text{осн. мат.ВП}}$	527,4
2.Основная заработная плата производственных рабочих.	$(ЗП_{\text{осн}}/ВП) \times 1000 = 289,77/10000 \times 1000$	28,977	$ЗП_{\text{осн}}$	289,77
3.Дополнительная заработная плата производственных рабочих.	$ЗП_{\text{доп}}/ВП \times 1000 = 31,85/10000 \times 1000$	3,185	$ЗП_{\text{доп}}$	31,85
4.Отчисления на социальное страхование производственных рабочих.	$O_{с/с}/ВП \times 1000 = 96,486/10000 \times 1000$	9,64	$O_{с/с}$	96,486
<b>Косвенные расходы</b>				
5.Расходы связанные с содержанием и эксплуатацией оборудования.	$H_c/ВП \times 1000 = 3906/10000 \times 1000$	390,6	$H_c$	3906
6. Цеховые расходы.	$H_{ц}/ВП \times 1000 = 1204/10000 \times 1000$	120,4	$H_{ц}^{\times}$	1204
Итого:	$C_{\text{цех.ед}}$	605,5	$C_{\text{цех.ВП}}$	6055,5

Таблица 19 – Техничко–экономические показатели работы участка(базового)

Наименование показателей	Единицы измерения	Методика расчетов	Величина показателей
<b>Выпуск продукции</b>			
1. Годовая программа	шт	ВП	10000
2. Годовой выпуск продукции	н/ч	$\Sigma t_{\text{штк}} \times \text{ВП}/60$	8386,6
3. Годовой выпуск по себестоимости	тыс. руб.	$C_{\text{цех. ВП}}$	6055,5
<b>Оборудование и производственная площадь</b>			
4. Количество единиц оборудования	шт	$\Sigma \text{РМ}_{\text{прин}}$	8
5. Полная стоимость оборудования	тыс. руб..	$C_{\text{общ}}$	24851,5
6. Средняя стоимость оборудования	тыс. руб.	$C_{\text{общ}} / \Sigma \text{РМ}_{\text{прин}}$	3106,4
7. Мощность станочного парка	кВт	$\Sigma N_{\text{уст}}$	73,4
8. Средняя мощность на 1 станок	кВт	$\Sigma N_{\text{уст}} / \Sigma \text{РМ}_{\text{прин}}$	9,175
9. Средний процент загрузки оборудования	%	$K_{\text{ср}}$	21,1
10. Общая площадь участка	м <sup>2</sup>	$P_{\text{общ}}$	155
11. Производственная площадь участка	м <sup>2</sup>	$P_{\text{пр}}$	114
12. Общая площадь на единицу	м <sup>2</sup>	$P_{\text{общ}} / \Sigma \text{РМ}_{\text{прин}}$	19,375
13. Выпуск на 1 м <sup>2</sup> общей площади	тыс. руб./м <sup>2</sup>	$C_{\text{цех. ВП}} / P_{\text{общ}}$	39,06
<b>Труд и кадры</b>			
14. Выработка на одного рабочего	н/ч	Пункт 2/Ч <sub>ср.р</sub>	524,16
15. Выработка на одного производственного рабочего	н/ч	Пункт 2/Ч <sub>пр.</sub>	698,88
16. Общая численность работающих – производственных рабочих – вспомогательных рабочих – ИТР	чел. чел. чел. чел.		16 12 2 2
17. Годовой фонд заработной платы работающих	тыс. руб.		935,45
18. Годовой фонд заработной платы производственных рабочих	тыс. руб.		442,97
19. Среднегодовая заработная плата на 1–го работающего	тыс. руб./чел.	Пункт 17 / Ч <sub>ср.р.</sub>	58,46
20. Среднегодовая заработная плата на 1–го рабочего	тыс. руб./чел.	Пункт 18/ Ч <sub>пр</sub>	36,914
<b>Себестоимость</b>			
21. Плановая себестоимость заданной детали	руб./шт.	$C_{\text{цех.ед}}$	605,5
22. Трудоемкость на одну деталь	н/ч	$\Sigma t_{\text{штк}} / 60$	0,83
23. Процент расходов по содержанию и эксплуатации оборудования	%	$P_{\text{с}} = N_{\text{с}} / 3P_{\text{осн}} \times 100$	1347,9
24. Процент цеховых расходов	%	$P_{\text{ц}} = N_{\text{ц}} / 3P_{\text{осн}} \times 100$	415,5
<b>Показатели экономической эффективности</b>			
25. Годовой экономический эффект	руб.	$\Delta_{\text{год}}$	90 000

## **6.2. Техничко–экономический анализ проектируемого участка с использованием обрабатывающего центра OKUMA LT 2000EX**

Тип производства средне–серийное.

В серийном типе производства применяется форма организации технологических процессов – групповая, характеризуется одновременностью технологических признаков изделия и специализацией рабочих мест.

Характерной особенностью серийного производства является изготовления детали партиями.

Под размером партии деталей понимают число деталей, обрабатываемых с одной наладки оборудования.

Определение нормативного размера партии деталей определяется в два этапа:

*Минимальный размер партии деталей* определяется по формуле:

$$n_{min} = \frac{T_{п.з}}{t_{шт.*K}}, \quad (30)$$

где  $T_{п.з}$  – подготовительно–заключительное время на переналадку оборудования по операции, имеющей наибольшие затраты времени на переналадку, в минутах.  $T_{п.з} = 20$  мин;

$t_{шт.}$  – штучное время операции, имеющей наибольшее подготовительно–заключительное время, в минутах. 20,05 мин;

$K$  – коэффициент допускаемых потерь времени на переналадку станка. принимаем  $K = 0,03$ .

$$n_{min} = \frac{20}{20*0,03} = 33 \text{ шт.}$$

										Лист
										63
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата						

Оптимальный размер партии деталей должен быть равным или больше номинального размера партии и кратным сменно–суточной программе, учитывает особенности технического процесса и необходимый запас деталей на складе:

$$n_{\text{опт}} = \frac{\text{ВП}}{D_{\text{раб}}} * a, \quad (31)$$

где  $D_{\text{раб}}$  – количество рабочих дней в году, 253 ч;

ВП – годовая программа выпуска деталей, шт;

$a$  – необходимый запас деталей в днях, 10 дней.

$$n_{\text{опт}} = \frac{10000}{253} * 10 = 395,2 \approx 395 \text{ шт.}$$

Оптимальный размер партии удовлетворяет двум требованиям: он больше минимального ( $395 > 33$ )

*Расчет количества оборудования и коэффициента его загрузки:*

$$F_{\text{эф}} = D_{\text{раб}} * F_s * S * \left(1 - \frac{\mathcal{L}}{100}\right), \quad (32)$$

где  $F_{\text{эф}}$  – годовой эффективный фонд времени;

$D_{\text{раб}}$  – количество рабочих дней в году, 253 ч.;

$F_s$  – количество часов в смене, 8 ч.;

$S$  – количество смен работы оборудования в течении суток, 2 смены;

$\mathcal{L}$  процент потерь времени на ремонт и регламентированные перерывы применяем 4%.

$$F_{\text{эф}} = 253 * 8 * 2 \left(1 - \frac{4}{100}\right) = 3886,08 \approx 3886 \text{ часов.}$$



Расчет количества рабочих мест на участке при серийном производстве.

В серийном типе производства расчёт количества рабочих мест на участке ведётся по операциям на основе трудоёмкости программы и эффективного годового фонда времени работы одного станка по формуле:

$$PM_{расч} = \frac{ВП * t_{шк.}}{F_{эф} * 60}, \quad (33)$$

где  $F_{эф}$  – годовой эффективный фонд времени работы станка, в часах;

$t_{шк}$  – штучно–калькуляционное время на операциях, выполняемых на однотипных станках, в мин.;

ВП – годовая программа выпуска деталей.

$$t_{шк} = t_{шт} + T_{пз.}/n_{опт.},$$

где  $t_{шт} = 20$  мин;

$$T_{пз.} = 20 \text{ мин};$$

$$n_{опт.} = 395 \text{ шт.}$$

Операция 010  $t_{шк} = 20 + 20/396 = 20,05$  мин.

$$PM_{расч} = \frac{10000 * 20,05}{3886 * 60} = 0,85$$

$PM_{расч}$  округляем до ближайшего целого числа – принятого количества рабочих мест  $PM_{прин} = 1$

Расчёт количества станков сводим в таблицу 20.

Таблица 20 – Расчёт количества станков и определения их загрузки

Наименование операции	Штучное время $t_{шк.}$	Количество станков		Коэффициент загрузки $K_{зо} = PM_{расч} / PM_{прин}$
		Расчётное ( $PM_{расч}$ )	Принятое ( $PM_{прин}$ )	
010	20,05	0,98	1	0,85
Итого:	20,05	0,98	1	$K_{ср} = \frac{0,85}{1} =$ или 85%

Заполнение таблицы ведётся на основании таблицы 21 – Основные стандартные технические параметры станка модели OKUMA LT2000 EX

Таблица 21 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Модель станка	Кол. станков, РМ <sub>принт</sub>	Габаритные размеры (длина x ширина, мм)	Группа оборудования	Суммарная мощность		На один станок, тыс. руб.			Полная стоимость всего Оборудования, тыс. руб. (С <sub>об</sub> )
					На один станок, кВт	Всех станков, кВт	Цена	Монтаж (15% от цены)	Полная стоимость (цена + монтаж)	
Токарный обрабатывающий центр	Okuma LT 2000EX	1	3745 × 2464	ср	11,5	11,5	20000	3	23000	23000

### 6.3. Расчет численности работающих на участке

Численность работающих на участке определяется по группам категориям работающих и заносим в таблицу 22.

- производственные рабочие;
- вспомогательные;
- ИТР, служащие.

*Расчёт численности производственных рабочих.*

$$Ч_{\text{пр.р}} = \frac{T}{F_{\text{эф.р}} * S_{\text{м}}}, \quad (34)$$

где T – трудоёмкость годовой программы в норма часах;

$F_{\text{эф.р}}$  – эффективный годовой фонд времени работы одного рабочего.

Операция 010  $Ч_{пр.р} = 3341/1860 \times 1 = 1,79$  принимаем 2 чел.

Расчетное количество производственных рабочих – 2 человек.

*Расчет численности вспомогательных рабочих:*

Количество вспомогательных рабочих определяют, в процентном отношении от количества производственных рабочих принимаем 15% – для серийного производства

$$Ч_{всп} = Ч_{пр} \times 15\% = 2 \times 0,15 = 0,3$$

Расчетное количество вспомогательных рабочих – 1 человек.

*Расчёт численности ИТР.*

В целях контроля за соблюдением правил техники безопасности на участок принимаем – 2 мастера, т.к. режим работы двухсменный.

Таблица 22– Сводная ведомость списочного состава работающих на участке

Категории работающих	Численность работающих, чел			В % от производственных рабочих	В % от общего количества работающих
	Всего	в т.ч по сменам			
		I	II		
Производственные рабочие	2	1	1	–	$2/5 \times 100 = 40$
Вспомогательные рабочие	1	1		$1/2 \times 100 = 50$	$1/5 \times 100 = 20$
ИТР	2	1	1	$2/2 \times 100 = 100$	$2/5 \times 100 = 40$
Всего: ( $Ч_{ср.р.}$ )	5	3	2		100

#### 6.4. Расчет площади участка и стоимости здания

Общая площадь участка ( $P_{\text{общ}}$ ) состоит из производственной ( $P_{\text{пр}}$ ) и вспомогательной ( $P_{\text{всп}}$ ) площади:  $P_{\text{общ}} = P_{\text{пр}} + P_{\text{всп}}, \text{ м}^2$

Производственная площадь:

$$P_{\text{пр}} = \sum_1^n (P_1 + P_2) \times \text{PM}_{\text{прин}}, \quad (35)$$

где  $P_1$  – удельная площадь на единицу оборудования,  $\text{ м}^2$ . Определяется умножением длины на ширину станка;

$P_2$  – удельная площадь на проходы, проезды и т.п. на единицу оборудования;

$\text{ м}^2$ , принимаем –  $6 \text{ м}^2$ .

$$P_{\text{пр}} = (3,745 \times 2,464 + 6) \times 1 = 15 \text{ м}^2.$$

Вспомогательная площадь:

$$P_{\text{всп}} = P_{\text{скл}} + P_{\text{ирк}} + P_{\text{контр}} + P_{\text{быт}}, \text{ м}^2, \quad (36)$$

где  $P_{\text{скл}}$  – площадь под заготовки и готовую продукцию, в  $\text{ м}^2$  принимаем – 15%;

$$P_{\text{скл}} = 15 \times 0,15 = 2,25 \text{ м}^2$$

$P_{\text{ирк}}$  – площадь под инструментально-раздаточную кладовую принимаем  $0,65 \text{ м}^2$  на один станок;

$$P_{\text{ирк}} = 0,65 \times 1 = 0,65 \text{ м}^2$$

$P_{\text{быт}}$  – площадь бытовых и конторских помещений, принимаем –  $1,22 \text{ м}^2$

на одного работающего в наибольшую смену.

$$P_{\text{быт}} = 3 \times 1,22 = 3,66 \text{ м}^2$$

$$P_{\text{всп}} = 2,25 + 0,65 + 3,66 = 6,56 \text{ м}^2$$

$$P_{\text{общ}} = 15 + 6,56 = 21,56 \text{ м}^2 \approx 22 \text{ м}^2$$

Объем помещений участка составит:

$$V_{\text{зд}} = P_{\text{общ}} \times H$$

– принимаем высоту здания  $H$  – 6 м,

– принимаем стоимость одного  $1 \text{ м}^3$   $C_{1\text{м}}$  – 1350 руб.

$$V_{\text{зд}} = 22 \times 6 = 132 \text{ м}^3$$

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата					

*Определяем стоимость здания участка:*

$$C_{зд} = V_{зд} \times C_{1м},$$

$$C_{зд} = 132 \times 1350 = 178\,200 \text{ руб.}$$

*Выбор межоперационных транспортных средств*

Для обеспечения нормального ритма работы участка, транспортировки деталей с одного рабочего места на другое выбран –передвижной стеллаж.

Стоимость 1 шт. =70 000 руб.

$K_M = 1,15$  – коэффициент монтажа

$$C_{ст} = 70\,000 \times 2 \times 1,15 = 161\,000 \text{ руб.}$$

### **6.5. Расчет основных технико-экономических показателей участка**

*Расчет фонда заработной платы производственных рабочих.*

Фонд заработной платы производственных рабочих состоит из основной и дополнительной заработной платы, других доплат: территориальных и премий.

Годовой фонд заработной платы ( $ЗП_{осн}$ ) определяется по прямым сдельным расценкам за деталь и годовой программе выпуска изделий.

$$ЗП_{осн} = P_{сд} \times ВП \times K_{мн}, \quad (37)$$

где  $P_{сд}$  – прямая сдельная расценка на операцию, руб.;

$K_{мн}$  – коэффициент при обслуживании одного станка 1.

$$P_{сд} = t_{шк.} / 60 \times T_{ст}, \text{ руб.}, \quad (38)$$

где  $T_{ст}$  – часовая тарифная ставка соответствующего разряда, по которому выполняется операция, берём 33,5 руб./час по 4 разряду.

*Сдельная расценка на операцию:*

$$P_{сд} = 26,09 / 60 \times 33,5 = 14,56 \text{ руб.}$$

									Лист
									69
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.092 ПЗ				

Годовой фонд заработной платы на операцию:

Операция 010  $ЗП_{осн}=14,56 \times 10000 \times 1=145,6$  тыс. руб.

Годовой фонд дополнительной заработной платы производственных рабочих определяется– 11% к основной заработной плате:

$ЗП_{доп}=ЗП_{осн} \times 0,11,$

Операция 010 –  $ЗП_{доп}=145,6 \times 0,11=16,016$  тыс. руб.

Премия определяется 20% от суммы (  $ЗП_{осн} + ЗП_{доп}$  ):

$П_r=(ЗП_{осн} + ЗП_{доп}) \times 20\%/100\%,$

Операция 010–  $П_r=(145,6 + 16,016) \times 20/100=32,323$  тыс. руб.

Территориальные доплаты ( $Д_{terr}$ ), принимаем–15%;

$Д_{terr}=(ЗП_{осн} + ЗП_{доп} + П_r) \times 15/100$

Операция 010–  $Д_{terr}=(145,6 + 16,016 + 32,323) \times 15/100=29,09$  тыс. руб.

Всего фонд заработной платы:

$ФЗП=ЗП_{осн} + ЗП_{доп} + П_r + Д_{terr}$

$ФЗП=145,6 + 16,016 + 32,323 + 29,09=220,029$  тыс. руб.

Данные расчётов занесли в таблицу 23.

Таблица 23–Расчет фонда заработной платы производственных рабочих

Операция	Разряд работ	Трудоемкость ( $t_{плк}$ ), мин.	Тарифная ставка ( $T_{ст}$ ) руб/час	Коэффициент многостаночного обслуживания, $K_{мп}$	Сдельная расценка на операцию, ( $P_{сд}$ ) руб.	Основная заработная плата ( $ЗП_{осн}$ ) тыс. руб.	Дополнительная заработная плата ( $ЗП_{доп}$ ) тыс. руб.		Премия определяется от суммы ( $П_r$ ) тыс. руб.		Территориальные доплаты ( $Д_{terr}$ ) тыс. руб.		Всего фонд заработной платы (ФЗП) тыс.руб.
							%	Сумма	%	Сумма	%	Сумма	
010	IV	26,09	33,5	1	14,56	145,6	11	16,016	20	32,323	15	29,09	220,029

*Расчет фонда заработной платы вспомогательных рабочих,  
находящихся на повременной оплате труда*

Расчёт годового фонда заработной платы вспомогательных рабочих повременщиков ведётся путём умножения тарифной ставки, соответствующей квалификации рабочего, на коэффициент прибавки, на эффективный фонд времени работы рабочего, на количество вспомогательных рабочих и на территориальный коэффициент

Данные заносим в сводную таблицу 22.

$$\text{ФЗП}_{\text{осн}} = T_{\text{ст}} \times K_{\text{пр}} \times F_{\text{эф.р}} \times K_{\text{терр}} \times \text{Ч}_{\text{всп}}, \quad (39)$$

где  $T_{\text{ст}}$  – тарифная ставка, соответствующая квалификации рабочего;

$K_{\text{пр}}$  – коэффициент приработка: 1,4 (для слесарей и наладчиков);

$F_{\text{эф.р}}$  – принимаем 1860 часов;

$K_{\text{терр}}$  – территориальный коэффициент, принимаем 1,15;

$\text{Ч}_{\text{всп}}$  – число вспомогательных рабочих, принимаем 1 человека.

Годовой фонд основной заработной платы вспомогательных рабочих

$$\text{ЗП}_{\text{осн}} = T_{\text{ст}} \times F_{\text{эф.р}} \times \text{Ч}_{\text{всп}}$$

Годовой фонд дополнительной заработной платы вспомогательных рабочих ( $\text{ЗП}_{\text{доп}}$ ) в процентах принимаем 11% от основной заработной платы:

Таблица 24 – Расчет фонда заработной платы вспомогательных рабочих

Наименование профессии	Кол. принятых рабочих, чел (Ч)	Разряд	Тарифная ставка, ( $T_{\text{ст}}$ ) руб./час	Эффективный фонд времени работы, ( $F_{\text{эф.р}}$ ) час	Основная заработная плата, ( $\text{ЗП}_{\text{осн}}$ ) тыс. руб.	Дополнительная Зарботная плата ( $\text{ЗП}_{\text{доп}}$ ) тыс. руб.		Коэффициент приработка, $K_{\text{прпр}}$	Территориальный Коэффициент, $K_{\text{терр}}$	Фонд заработной платы, ( $\text{ФЗП}$ ) тыс. руб.
						%	Сумма			
Наладчик станков ЧПУ	1	IV	40,36	1860	75,07	11	8,26	1,4	1,15	134,16

*Расчет фонда заработной платы ИТР и СКП*

Расчет годового фонда заработной платы ИТР и СКП:

$$\Phi ЗП_{итр} = O \times Ч_{итр} \times 12 \times K_{пр} \times K_{терр}, \quad (40)$$

где На участок принято 2 мастера с окладом (O) – 10000 руб.;

$Ч_{итр}$  – численность ИТР принимаем – 2 человека;

$K_{пр}$  – коэффициент премии принимаем – 1,2;

$K_{терр.}$  – территориальный коэффициент принимаем – 1,15;

Число месяцев за отчетный период – 12.

$$\Phi ЗП_{итр} = 10000 \times 2 \times 12 \times 1,2 \times 1,15 = 331,2 \text{ тыс. руб.}$$

По расчётам заработной платы рабочего персонала участка с таблиц 23,24 сводим в одну таблицу 25.

Таблица 25 – Сводная ведомость годового фонда заработной платы персонала участка

Категории работающих	Численность работающих	Годовой фонд		Всего фонд заработной платы тыс. руб.
		Основной зарплаты тыс. руб.	Дополнительной зарплаты тыс. руб.	
Производственные рабочие	2	145,6	16,016	220,029
Вспомогательные рабочие	1	75,07	8,26	134,16
ИТР	2			331,2
Итого:				610,3

*Расчет отчислений в фонд социального страхования*

$O_{с/с}$  – принимаем 30% от суммы основной и дополнительной заработной платы, в таблице 26 проведены расчёты.

Таблица 26– Расчет отчислений на социальное страхование

Категория работающих	Всего фонд заработной платы (ФЗП), тыс. руб.	Отчисления на социальное страхование ( $O_{с/с}$ ), тыс. руб.
Производственные рабочие	161,616	48,484
Вспомогательные рабочие	134,16	40,24
ИТР	331,2	99,36
Итого:	626,976	188,084



*Расчет затрат на основные материалы*( $C_{\text{осн. мат.ВП}}$ )

Данный расчет выполняется на основе норм расхода материала на одну деталь с учетом стоимости возвратных отходов, цены, транспортно-заготовительных расходов и программы:

$$C_{\text{осн. мат.ВП}} = (M_{\text{заг}} \times C_{\text{мат}} \times K_{\text{т-з}} - M_{\text{отх}} \times C_{\text{отх}}) \times \text{ВП}, \quad (41)$$

где  $M_{\text{заг}}$  – норма расхода материала на заготовку, принимаем 4,13 кг.;

$C_{\text{мат}}$  – оптовая цена за 1кг материала, принимаем 11,92 руб.;

$C_{\text{отх}}$  – цена за 1кг возвратных отходов, принимаем 1,24 руб.;

$M_{\text{дет}}$  – масса детали, принимаем 3 кг.;

$M_{\text{отх}}$  – масса возвратных отходов:  $4,13 - 3 = 1,13$  кг..

$C_{\text{осн. мат.ед}} = (11,92 \times 4,13 \times 1,1) - (1,13 \times 1,24) = 52,74$  руб.

$C_{\text{осн. мат.ВП}} = 52,74 \times 10000 = 527\,400$  руб.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		73

Расчет затрат, связанных с обслуживанием и эксплуатацией оборудования и цеховых расходов представлен в таблице 27,28.

Таблица 27 – Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Статей расхода	Содержание расходов	Методика расчетов	Сумма, тыс. руб.
1	2	3	4
1. Амортизация производственного оборудования и транспортных средств.	1. Амортизация производственного оборудования	Норма амортизации станков $H_a$ , принимаем 6,7% от полной первоначальной стоимости оборудования $C_{об} \times H_a = 23000 \times 0,067$	1541
	2. Амортизация транспортных средств	Норма амортизации $H_a$ , принимаем 20% от полной первоначальной стоимости транспортных средств $C_{тр. ср.} = 161 \times 0,2$	32,2
2. Эксплуатация Оборудования (кроме расходов на ремонт текущий)	1. Затраты на вспомогательные материалы	Принимаем по укрупненному нормативу 3000 руб. в год на один станок $(3000 \times \Sigma PM_{прин}) / 1000 = 3000 \times 1 / 1000$	3
	2. Расходы на электроэнергию на технологические цели	$C_{эл.эн.} = \Sigma N_{уст} \times F_{эф} \times K_{ср} \times K_{в} \times S_{к} / \eta_{п} \times \eta_{с} \times 1000$ $C_{эл.эн.}$ – затраты на силовую электроэнергию; $\Sigma N_{уст}$ – суммарная мощность электродвигателей оборудования участка, 11,5 кВт $F_{эф}$ эффективный фонд времени работы оборудования, $F_{эф} = 3886$ часа; $K_{в}$ коэффициент одновременности работы оборудования, принимаем $K_{в} = 0,75$ ; $K_{ср}$ – коэффициент нагрузки электродвигателей с учетом режима работы оборудования 0,98 $S_{к}$ – стоимость одного кВт/часа электроэнергии, руб. принимаем $S_{к} = 1,3$ руб. $\eta_{с}$ – коэффициент потерь в сети, принимаем $\eta_{с} = 0,95$ $\eta_{п}$ – коэффициент полезного действия электродвигателей, принимаем $\eta_{п} = 0,9$ $C_{эл.эн.} = \left( \frac{11,5 \times 3886 \times 0,98 \times 0,75 \times 1,3}{0,9 \times 0,95} \right) / 1000$	49,9

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

Продолжение таблицы 27

1	2	3	4
2. Эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт текущий)	3. Затраты на воду для производственных нужд	$Q_{пр} = (S_{вод} \times Q_{вод} \times K_{ср} \times S) / 1000$ $S_{вод} - \text{цена за } 1 \text{ м}^3 \text{ воды,}$ $S_{вод} = 6,04 \text{ руб.}$ $K_{ср} - \text{средний коэффициент загрузки оборудования, принимаем } K_{ср} = 0,98$ $S - \text{число смен работы оборудования в сутки } 2 \text{ смены}$ $Q_{вод} - \text{годовой расход воды на } 1 \text{ станок в смену, м}^3$ $Q_{вод} = q \times \Sigma PM_{прин}$ $q - \text{годовой расход воды на } 1 \text{ станок в смену, м}^3$ $\text{принимаем } q = 25 \text{ м}^3$ $\Sigma PM_{прин} - \text{количество станков на участке } 1 \text{ шт.}$ $Q_{пр} = \frac{6,04 \times 25 \times 2 \times 0,98 \times 1}{1000}$	0,29
	4. Затраты на сжатый воздух	$Q_{в} = (Q_{ср} \times F_{эф} \times K_{ср} \times S_{в} / 1000) / 1000$ $Q_{в} - \text{затраты на годовой расход сжатого воздуха, м}^3 \text{ кол. станков потребляющих воздух } - 20\% \text{ т общего кол. станков на участке; расход воздуха } 1 \text{ м}^3 / \text{час на каждый станок расход воздуха на инструменты и подъемники в среднем } 0,1 \text{ м}^3 \text{ на один станок;}$ $F_{эф} - \text{эффективный фонд времени работы оборудования, принимаем } 3886 \text{ часа;}$ $K_{ср} - \text{средний коэффициент загрузки оборудования, принимаем } K_{ср} = 0,98$ $S_{в} - \text{стоимость } 1 \text{ м}^3 \text{ сжатого воздуха, принимаем } 20 \text{ руб.}$ $Q_{ср} = \Sigma PM_{прин} \times 20\% \times 1,0 \text{ м}^3 + \Sigma PM_{прин} \times 0,1 \text{ м}^3;$ $Q_{ср} = 1 \times 20\% / 100\% \times 1,0 + 1 \times 0,1 = 0,4$ $Q_{в} = \frac{0,4 \times 3886 \times 0,98 \times 20}{1000} / 1000$	0,03
	5. Зарплата вспомогательных рабочих, занятых обслуживанием оборудования.		—

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

Продолжение таблицы 27

1	2	3	4
3. Текущий ремонт оборудования и транспортных средств.	1. Затраты на текущий ремонт оборудования	Затраты на текущий ремонт оборудования принимаем в размере 7% от первоначальной стоимости, $C_{об} \times 0,07 = 23000 \times 0,07$	1610
	2. Затраты на текущий ремонт транспортных средств.	Затраты на текущий ремонт транспортных средств принимаем в размере 3% от первоначальной стоимости транспортных средств, $C_{тр.ср} \times 0,03 = 161 \times 0,03$	4,83
	3. Стоимость текущего ремонта ценных инструментов и приспособлений.	Принимаем в размере 60% зарплаты рабочих, связанных с обслуживанием оборудования $0,6 \times (\text{ФЗП}_{нал}) = 0,6 \times 134,16$	80
4. Затраты по содержанию и эксплуатации транспортных средств.	1. Затраты транспортных рабочих.	$\text{ФЗП}_{\text{транс. р.}}$	–
	2. Затраты на эксплуатацию транспорта	Принимаем в размере 40% от фонда зарплаты транспортных рабочих $0,4 \times \text{ФЗП}_{\text{транс. р}}$	–
5. Износ малоценных и быстро изнашивающихся инструментов и приспособлений, расходы по их восстановлению.		Принимаем в размере 4000 руб. в год на производственный станок $\Sigma \text{РМ}_{\text{прин}} \times 4000/1000 = 1 \times 4000/1000$	4
6. Прочие расходы.	1. Зарплата (основная и дополнительная) контролеров и др. вспомогательных рабочих, чья зарплата не вошла в смету.	$\text{ФЗП}_{\text{нал}}$	134,16

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

## Окончание таблицы 27

1	2	3	4
6. Прочие расходы	2. Отчисления на социальное страхование вспомогательных рабочих.	Принимаем сумму отчислений на социальное страхование вспомогательных рабочих.	40,24
	Итого:	п.п.1-6	3495
	3. Прочие расходы не перечислены в предыдущих статьях.	Принимаем 3% от суммы затрат всех предыдущих статей $0,03 \times \Sigma \text{п.п.1-6} = 3495 \times 0,03$	104
Итого:		$H_c$	3599

Таблица 28 – Смета цеховых расходов

Наименование статей расходов	Содержание расходов	Методика расчетов	Сумма тыс. руб.
1	2	3	4
1. Содержание персонала участка	1. Заработная плата ИТР и служащих	Принимаем фонд заработной платы ИТР ФЗП <sub>ИТР</sub>	331,2
	2. Отчислений на соц. страх. ИТР и служащих	Принимаем сумму отчислений социальное страхование ИТР	99,36
2. Амортизация зданий, сооружений и инвентаря.	1. Амортизация здания участка.	Норма амортизации 2,7% от стоимости здания участка $C_{зд} \times 0,027 = 178,2 \times 0,027$	4,8
	2. Амортизация инвентаря.	Стоимость инвентаря принимаем 2% от стоимости оборудования; норма амортизации инвентаря—11% от его стоимости $C_{об} \times 0,02 \times 0,11 = 23000 \times 0,02 \times 0,11$	50,6
3. Содержание зданий, сооружений, инвентаря.	1. Расход электроэнергии на освещение.	$Q_{эл} = (F_o \times P_{общ} \times q_{осв} \times S_{эл} / 1000) / 1000$ $Q_{эл}$ —стоимость электроэнергии, идущей на освещение участка, руб. $F_o$ —годовое число часов на освещение, принимаем $F_o = 2700$ часов; $P_{общ}$ —общая площадь участка = 22 м <sup>2</sup> $S_{эл}$ – стоимость 1 кВт/часа электроэнергии, принимаем $S_{эл} = 1,3$ руб. $q_{осв}$ – удельный расход электроэнергии на 1 м <sup>3</sup> , принимаем $q_{осв} = 15,75$ ватт/час $Q_{эл} = (\frac{2700 \times 22 \times 15,75}{1000} \times 1,3) / 1000$	1,2
	2. Расход пара на отопление.	$Q_{пар} = (V_{зд} \times H \times q \times S_{пар} / i \times 1000) / 1000$ , $Q_{пар}$ —стоимость пара для отопления участка. $S_{пар}$ —стоимость 1т. пара, руб. принимаем $S_{пар} = 13,98$ руб. $V_{зд}$ – объем помещения участка = 132 м <sup>2</sup> $H$ число часов в отопительном сезоне $H = 4320$ часов $q$ удельный расход тепла на 1 м <sup>3</sup> здания, $q = 20$ ккал/час $i$ —теплоотдача 1кг пара $i = 540$ ккал/час $Q_{пар} = (132 \times 4320 \times 20 \times 13,98 / 540 \times 1000) / 1000$	0,29

Окончание таблицы 28

1	2	3	4
3. Содержание зданий, сооружений, инвентаря.	3. Расход воды на хозяйственные и бытовые нужды.	$Q_{\text{вод.х.б}} = (D_{\text{раб}} \times \text{Ч}_{\text{ср.р}} \times q \times S_{\text{вод}} / 1000) / 1000$ , $Q_{\text{вод.х.б}}$ – стоимость воды на хозяйственно бытовые нужды, руб. $D_{\text{раб}}$ – принимаем 253 дня $\text{Ч}_{\text{ср.р}}$ число работающих на участке принимаем 5 чел $S_{\text{вод}}$ – стоимость 1000 м <sup>3</sup> воды, $S_{\text{вод}} = 6400$ руб. $q$ – удельный расход воды на одного работающего в смену, $q = 0,08$ м <sup>3</sup> ; $Q_{\text{вод.х.б}} = (6400 \times 5 \times 0,08 \times 253 / 1000) / 1000$	0,6
	4. Материалы, расходуемые на содержание помещений.	Принимаем в размере 1,3% от стоимости здания участка $C_{\text{зд}} \times 0,013 = 178,2 \times 0,013$	2,3
4. Текущий ремонт зданий, сооружений, производственного инвентаря	1. Затраты на текущий ремонт здания участка.	Принимаем в размере 3% от стоимости здания $C_{\text{зд}} \times 0,03 = 178,2 \times 0,03$	5,3
	2. Затраты на ремонт производственного инвентаря.	Стоимость инвентаря 2% от стоимости оборудования Затраты на ремонт принимаем 10% от стоимости инвентаря $C_{\text{об}} \times 0,02 \times 0,1 = 23000 \times 0,02 \times 0,1$	46
5. Испытания, исследования изобретательство, опыты.		Принимаем 2400 руб. на одного работающего в год $2400 \times \text{Ч}_{\text{ср.р}} / 1000 = 2400 \times 5 / 1000$	12
6. Охрана труда и техника безопасности.		Принимаем в размере 24% от ΣФЗП основных рабочих $24\% \text{ от } \Sigma\text{ФЗП} = 0,24 \times 220,029$	52
7. Износ малоценного и быстро изнашивающегося инвентаря.		Принимаем 1510 руб. на одного работающего в год, $1510 \times \text{Ч}_{\text{ср.р}} / 1000 = 1510 \times 5 / 1000$	7,55
		$\Sigma$ п. – п. 1–7	613,2
8. Прочие расходы.		Принимаем 1% от общей суммы затрат всех предыдущих статей $\Sigma$ п. – п. 1–7 $\times 0,01 = 613,2 \times 0,01$	6,1
Итого:	$H_{\text{ц}}$	$H_{\text{ц}}$	619,3

### 6.6. Расчет себестоимости продукции

Себестоимость одной детали складывается из:

- затрат на основные материалы за учетом возвратных реализуемых доходов;
- основной и дополнительной заработной платы производственных;
- отчислений на социальное страхование от заработной платы (дополнительной) производственных рабочих;
- расходов, связанных с содержанием и эксплуатацией оборудования и цеховых расходов.

Таблица 29 – Калькуляция цеховой себестоимости

Статьи калькуляции	Затраты			
	На одну деталь		На весь выпуск	
	Методика расчета	Сумма, руб.	Методика расчета	Сумма, тыс. руб.
<b>Прямые затраты</b>				
1. Основные материалы за вычетом возвратных отходов.	$C_{\text{осн. мат. ед}}$	52,74	$C_{\text{осн. мат. ВП}}$	527,4
2. Основная заработная плата производственных рабочих.	$(ЗП_{\text{осн}}/\text{ВП}) \times 1000 = 94,640 \times 10000 / 1000$	14,56	$ЗП_{\text{осн}}$	145,6
3. Дополнительная заработная плата производственных рабочих.	$ЗП_{\text{доп}}/\text{ВП} \times 1000 = 10,41 \times 10000 / 1000 =$	1,606	$ЗП_{\text{доп}}$	16,016
4. Отчисления на социальное страхование производственных рабочих.	$O_{\text{с/с}}/\text{ВП} \times 1000 = 31,5 / 10000 \times 1000 =$	4,848	$O_{\text{с/с}}$	48,484
<b>Косвенные расходы</b>				
5. Расходы связанные с содержанием и эксплуатацией оборудования.	$H_{\text{с}}/\text{ВП} \times 1000 = 3599 / 10000 \times 1000 =$	359,9	$H_{\text{с}}$	3599
6. Цеховые расходы.	$H_{\text{ц}}/\text{ВП} \times 1000 = 619,3 / 10000 \times 1000 =$	61,9	$H_{\text{ц}}$	619,3
Итого:	$C_{\text{цех. ед}}$	495,5	$C_{\text{цех. ВП}}$	4955,8



## 6.7. Расчет основных показателей экономической эффективности

*Расчет косвенных расходов.*

В серийном производстве, в случае, процент расходов по содержанию оборудования определяется по формуле:

$$P_c = H_c * 100 / 3P_{осн}.$$

$$P_c = 3599 * 100 / 145,6 = 2471,8 \%$$

Процент косвенных цеховых расходов определяется:

$$P_{ц} = H_{ц} * 100 / 3P_{осн}.$$

$$P_{ц} = 619,3 * 100 / 145,6 = 425,3 \%$$

*Расчет годового экономического эффекта.*

Определение годового экономического эффекта ( $\mathcal{E}_{год}$ ) осуществляется путем сопоставления приведенных затрат по базовому (заводскому) и проектному вариантам:

$$Z_{прив.зав} = C_{цех.ед.з} + E_n \times K_{уд.зав}, \quad (42)$$

$$Z_{прив.пр} = C_{цех.ед.пр} + E_n \times K_{уд.пр}, \quad (43)$$

где  $Z_{прив.зав}$  – приведенные затраты по базовому варианту, руб.;

$Z_{прив.пр}$  – приведенные затраты по проектному варианту, руб.;

$E_n$  – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, принимаем  $E_n = 0,2$ ;

$K_{уд.з}$  – удельные капитальные вложения по заводу, руб.;

$K_{уд.пр}$  – удельные капитальные вложения по проекту, руб.;

$C_{цех.ед.зав}$  – себестоимость единицы продукции на заводе, 605,5 руб.;

$C_{цех.ед.пр}$  – себестоимость единицы продукции по проекту 495,5 руб.;

ВП–10000 шт. – годовой выпуск производства продукции.

*Капитальные вложения:*

$$K_{\text{пр}} = C_{\text{об}} + C_{\text{тр.ср}} + C_{\text{зд}}$$

$$K_{\text{пр}} = 23000 + 161 + 178,2 = 23339,2 \text{ тыс. руб.}$$

$$K_{\text{зав}} = C_{\text{об}} + C_{\text{тр.ср}} + C_{\text{зд}}$$

$$K_{\text{за}} = 24851,5 + 644 + 1255,5 = 26751 \text{ тыс. руб.}$$

*Приведенные затраты по вариантам:*

$$Z_{\text{прив.}} = C_{\text{цех.ед}} + E_{\text{н}} \times K_{\text{к.в}} / \text{ВП.}$$

$$Z_{\text{прив.пр}} = 495,5 + 0,2 \times (23339,2 \times 1000) / 10000 = 466,83 \text{ руб./шт.}$$

$$Z_{\text{прив.зав}} = 605,5 + 0,2 \times (26751 \times 1000) / 10000 = 535,08 \text{ руб./шт.}$$

*Годовой экономический эффект:*

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (535,08 - 446,83) \times 10000 = 682\,500 \text{ руб./год}$$

*Условно годовая экономия от снижения себестоимости детали*

Одним из показателей экономической эффективности является условно-годовая экономия, получается от снижения себестоимости. Этот показатель определяется в случае, если проектируемый технологический процесс или участок не требует дополнительных вложений, а также для расчёта показателя срока окупаемости

$C_{\text{цех.ед.зав}}$  – себестоимость единицы продукции на заводе, 605,5 руб.

$C_{\text{цех.ед.пр}}$  – себестоимость единицы продукции по проекту 495,5 руб

$$\mathcal{E}_{\text{г..у}} = 605,5 - 495,5 \times 10000 = 1\,100\,000 \text{ руб./год}$$

Итоговые значения технико-экономические показатели работы проектируемого участка сведены в таблицу 30.

Сравнение заводского и проектного варианта в приложение Б.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		82

Таблица 30 – Технико–экономические показатели проектируемого варианта

Наименование показателей	Единицы измерения	Методика расчетов	Величина показателей
<b>Выпуск продукции</b>			
1. Годовая программа	шт	ВП	10000
2. Годовой выпуск продукции	н/ч	$\Sigma t_{\text{штк}} \times \text{ВП}/60$	3833
3. Годовой выпуск по себестоимости	тыс. руб.	$C_{\text{цех. ВП}}$	4955,8
<b>Оборудование и производственная площадь</b>			
4. Количество единиц оборудования	шт	$\Sigma \text{РМ}_{\text{прин}}$	1
5. Полная стоимость оборудования	тыс. руб..	$C_{\text{общ}}$	23000
6. Средняя стоимость оборудования	тыс. руб.	$C_{\text{общ}} / \Sigma \text{РМ}_{\text{прин}}$	23000
7. Мощность станочного парка	кВт	$\Sigma N_{\text{уст}}$	11,5
8. Средняя мощность на 1 станок	кВт	$\Sigma N_{\text{уст}} / \Sigma \text{РМ}_{\text{прин}}$	11,5
9. Средний процент загрузки оборудования	%	$K_{\text{ср}}$	0,98
10. Общая площадь участка	м <sup>2</sup>	$P_{\text{общ}}$	22
11. Производственная площадь участка	м <sup>2</sup>	$P_{\text{пр}}$	15
13. Выпуск на 1 м <sup>2</sup> общей площади	тыс. руб./м <sup>2</sup>	$C_{\text{цех. ВП}} / P_{\text{общ}}$	225,263
<b>Труд и кадры</b>			
14. Выработка на одного рабочего	н/ч	Пункт 2/Ч <sub>ср.р</sub>	766,6
15. Выработка на одного производственного рабочего	н/ч	Пункт 2/Ч <sub>пр.</sub>	1916,5
16. Общая численность работающих	чел.		5
17. Годовой фонд заработной платы работающих	тыс. руб.		610,3
18. Годовой фонд заработной платы производственных рабочих	тыс. руб.		220,029
19. Среднегодовая заработная плата на 1-го работающего	тыс. руб./чел.	Пункт 17 / Ч <sub>ср.р.</sub>	122,06
20. Среднегодовая заработная плата на производственного 1-го рабочего	тыс. руб./чел.	Пункт 18/ Ч <sub>пр</sub>	305,15
<b>Себестоимость</b>			
21. Плановая себестоимость заданной детали	руб./шт.	$C_{\text{цех.ед}}$	495,5
22. Трудоемкость на одну деталь	н/ч	$\Sigma t_{\text{штк}}/60$	0,43
23. Процент расходов по содержанию и эксплуатации оборудования	%	$P_c = N_c / 3P_{\text{осн}} \times 100$	2471,84
24. Процент цеховых расходов	%	$P_{\text{ц}} = N_{\text{ц}} / 3P_{\text{осн}} \times 100$	425,34
<b>Показатели экономической эффективности</b>			
25. Годовой экономический эффект	руб.	$\mathcal{E}_{\text{год}}$	682 500
26. Условно годовая экономия от снижения себестоимости детали	руб.	$\mathcal{E}_{\text{г.у}}$	1 100 000

В таблице 31 ведётся сравнение базового с проектированным вариантом.

Таблица 31 – Сравнения технологических процессов

Наименование показателей	Единицы измерения	Базовый	Проектный	Изменение показателя
1. Годовая программа	шт	10000	10000	0
2. Шт. калькуляционное время	мин.	50,32	20,05	-30,27
3. Годовой выпуск продукции	н/ч	8386,6	3333	-5053,6
4. Годовой выпуск по себестоимости	тыс. руб.	6055,5	4955,8	-1099,7
<b>Выпуск продукции</b>				
5. Количество единиц оборудования	шт	8	1	-7
6. Полная стоимость оборудования	тыс.руб..	24851,5	23000	-1851,5
7. Средняя стоимость оборудования	тыс. руб.	3106,4	23000	
8. Мощность станочного парка	кВт	73,4	11,5	-61,9
9. Средняя мощность на 1 станок	кВт	9,175	11,5	
10. Средний процент загрузки оборудования	%	0,21	0,85	+0,64
11. Общая площадь участка	м <sup>2</sup>	155	22	-133
12. Производственная площадь участка	м <sup>2</sup>	114	15	-99
13. Выпуск на 1 м <sup>2</sup> общей площади	тыс. руб./м <sup>2</sup>	39,06	225,263	+186,2
<b>Оборудование и производственная площадь</b>				
14. Выработка на одного рабочего	н/ч	524,16	766,6	+242,4
15. Выработка на одного производственного рабочего	н/ч	698,88	1916,5	+1217,6
16. Общая численность работающих	чел.	16	5	-11
Производственных рабочих	чел	12	2	-10
Вспомогательных рабочих	чел	2	1	-1
ИТР	чел	2	2	0
17. Годовой фонд заработной платы работающих	тыс. руб.	935,45	610,3	-325,1
18. Годовой фонд заработной платы производственных рабочих	тыс. руб.	442,97	220,029	-222,9
19. Среднегодовая заработная плата на 1-го работающего	тыс. руб./чел.	58,46	122,06	+63,6
20. Среднегодовая заработная плата на производственного 1-го рабочего	тыс. руб./чел.	39,914	305,15	+265,2
<b>Себестоимость</b>				
21. Плановая себестоимость заданной детали	руб./шт.	605,5	495,5	-110
22. Трудоемкость на одну деталь	н/ч	0,83	0,33	-0,5
23. Процент расходов по содержанию и эксплуатации оборудования	%	2471,84	1347,0	-1124,8
24. Процент цеховых расходов	%	415,5	425,34	+9,84
<b>Показатели экономической эффективности</b>				
25. Годовой экономический эффект	тыс.руб.		682,5	
26. Условно годовая экономия от снижения себестоимости детали	тыс.руб.		1100,0	

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата
------	------	--------------	----------	------

## 7. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломном проекте разработанный технологический процесс предусматривает применение высокопроизводительного обрабатывающего центра OKUMA LT 2000EX. Для подготовки обслуживающего персонала в условиях предприятия необходимо: разработать учебно–методическую документацию по обслуживанию обрабатывающего центра OKUMA LT 2000EX.

Программа занятий рассчитана на людей имеющих опыт работы со станками, оснащенными числовым программным управлением, а так же знания в области конструирования.

Обрабатывающий центр OKUMA LT 2000EX предназначен для комплексной обработки деталей из различных материалов, в том числе и высоколегированных, закалённых сталей. Технические возможности станка обеспечивают высокую производительность и точность при любом типе производства: от единичного и опытного до крупносерийного.

Многофункциональный обрабатывающий центр OKUMA LT 2000EX обеспечивает: выполнение токарных, сверлильно–расточных, фрезерных операций с высокой точностью. Сочетает в себе компактность обычного токарного станка с широким набором функций специального оборудования: сверлильно–расточных, резьбонарезных работ.

Станок оснащен системой ЧПУ OSP–P300LA (OSP Suite) в комплектации 3D–M–E kit с 15–ти дюймовым цветным дисплеем с сенсорной панелью;

Для перевода технологического процесса на новое оборудование перед предприятием стоит задача по переобучению операторов ЧПУ, с целью повышения квалификации производственного персонала и переподготовки операторов ЧПУ

Повышения квалификации это обучение специалистов той же профессии без перемены этими рабочими своей трудовой деятельности.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		85

С позиции организации процесса обучения принципиальной разницы между первичным обучением и повышением квалификации заключается в том, что подготовка персонала осуществляется непосредственно на предприятии что несет оперативный характер, а выполнение конкретной работы, не требует больших расходов на обучение, сокращает период адаптации работника.

Переподготовка операторов ЧПУ осуществляется непосредственно на заводе ОАО «ОКБ Новатор» в отделе по обучению и переподготовке персонала к работе с металлообрабатывающими станками с ЧПУ токарной, фрезерной и эрозионной групп. Процесс обучения построен таким образом, чтобы знания могли быть сразу же использованы на практике в производстве на установленном оборудовании, что позволяет максимально эффективно и быстро внедрять полученные навыки и знания в производственный процесс, индивидуально или в мини–группах.

Программа повышения квалификации предусматривает изучение возможностей системы ЧПУ, принципы программирования, разработки и модификации программ, практическое закрепление знаний по программированию и др. Обучение осуществляется высоко квалифицированным инженером–технологом.

Профессиональный стандарт оператора станков ЧПУ Приложение

Трудовая функция оператора станков ЧПУ Приложение

По окончании курса слушатель сдает зачетную работу, которая включает себя непосредственные вопросы по технологическому процессу детали «Фланец привода»

										Лист
										86
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата						

### 7.1. Тематический план программы

Программа практических занятий рассчитана на 40 часов. Тематический план практических занятий представлен в таблице 32

Таблица 32 – Тематический план

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	В том числе	
			Лекции	Прак-кие занятия
1	Виды и устройство станков с ЧПУ	2	1	1
2	Основы техники безопасности при работе со станками с ЧПУ	2	1	1
3	Комплектации станков и дополнительные опции	2	1	1
4	Возможности системы ЧПУ	2	1	1
5	Панель управления ЧПУ и пульт управления оборудованием	3	1	2
6	Ручной режим управления станком, диагностика	3	1	2
7	Автоматический режим работы станков	3	1	2
8	Возможности использования коррекции на инструмент, системы координат заготовки	2	1	1
9	Принципы программирования	3	2	1
10	Контроль за процессом изготовления деталей	5	1	4
11	Виды брака и способы его предупреждения и устранения	2	1	1
12	Контроль получаемых размеров и степени износа режущего инструмента в периоды технологических остановов	2	1	1
13	Гидравлическая и смазочная системы станка с ЧПУ	2	1	1
14	Система подачи СОЖ	1	1	
15	Пневматическая система металлообрабатывающего оборудования	2	1	1
16	Состав технического обслуживания станка с ЧПУ	2	1	1
17	Практическое закрепление знаний по управлению станком OKUMA LT 2000EX	5	1	4
Итого:		40	18	22

В дипломном проекте разработано занятие теоретического обучения «Разработка управляющей программы» детали «Фланец привода» для станка с ЧПУ OKUMA LT 2000EX. На данную тему отводится 40 часов.

## **7.2. План занятия**

Тема: «Принципы программирования».

Цели:

*Дидактическая:* Сформировать понятие о назначении системы координат станка, системы «G» и « N» кодов, перемещениях точки режущего инструмента относительно оси координат станка.

*Развивающая:* Развивать профессиональный интерес.

*Воспитательная:* Способность вести диалог.

*Методы проведения занятия:* Объяснение, рассказ, личный показ, эвристическая беседа.

*Средства обучения:* презентация «Принципы программирования», ПК, Microsoft Office Power Point 2007, проектор, раздаточный материал.

***Алгоритм занятия.***

***Организационная часть 5 минут.***

– Проверка явки присутствующих.

***Вводный инструктаж***

1. Мотивация деятельности

– сообщение темы занятия

– сообщение учебной цели

2. Актуализация опорных знаний, умений и навыков, обучаемых по материалу, пройденному на предыдущих уроках теоретического и практического обучения, необходимых для достижения целей опорных знаний.

- Назначение системы ЧПУ станка?
- Как задаются параметры перемещения режущего инструмента?
- Что вы можете сказать о нулевой точке станка?
- Назовите отличительные особенности абсолютной и относительной системы отсчета?



3. Создание ориентировочной основы деятельности.

Разобрать с обучаемыми, теоретические вопросы в следующей последовательности:

- Группа координат станка и ось управления;
- Единицы команд ввода;
- Кодовая группа и адрес;
- Функции G и N кодов;
- Функции скашивания и закругления углов.

4. Показ разработки блока управляющей программы с пояснениями:

- Особенность работы режима G0;
- Задание параметров режимов резанья;
- Разобрать с обучающими рациональность управляющей программы,

предложить произвести корректировку.

***Текущий инструктаж.***

1. *Упражнения.*

Составление простого блока управляющей программы.

- Определение точек координат перемещение инструмента по заданному контуру на рабочем и быстром ходу.

2. *Самостоятельная работа.*

Составление блока управляющей программы детали «Фланец привода»:

- Возврат инструмента к исходной точке;
- Включение режима управления шпинделем с заданной частотой вращения;
- Выбор инструмента, подвод к заготовке;
- Определение точек координат перемещение инструмента по заданному контуру (получение необходимого профиля детали);
- Возврат инструмента к исходную точку, программный останов.

### ***Заключительный инструктаж:***

- Подвести итоги за день. Анализ выполнения работы;
- Разобрать наиболее характерные недочеты ошибки.

### ***7.3. Методические рекомендации для проведения занятия***

Разработка блока управляющей программы детали «Фланец привода».

Первый этап занятия – организационный. В этой части занятия преподаватель обеспечивает общую готовность группы к работе, далее преподаватель сообщает тему и цель занятия.

Следующий этап – актуализация опорных знаний. На этом этапе занятия преподаватель задает обучающимся вопросы, которые необходимы в данный момент, чтобы задействовать прежние знания слушателей, а также вызвать интерес к данной теме (проблеме), создавая эмоциональный настрой слушателей к восприятию нового материала.

Перед изложением нового материала обучающимся предоставляется раздаточный материал с изложением теоретических аспектов занятия. Изложение нового материала сопровождается показом электронной презентации, в которой представлены схемы системы координат станка с осями X, Y, Z, нулевая исходная точки станка. Демонстрация презентации в совокупности с раздаточным материалом и рассказом педагога дает больший эффект запоминания, что позволит ускорить усвоение материала.

После изложения нового материала преподаватель выводит на экран эскиз заготовки определяя по эскизу координаты точек, начинает составлять управляющую программу для получения необходимого контура объясняя обучающимся моменты которые могут вызвать затруднения. После завершения работы преподаватель беседуя с обучающимися разбирает имеющиеся вопросы (если они есть), рассматривает рациональность управляющей программы, предлагает выдвинуть свои версии по ее корректировки.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		90

Следующей частью работы является выполнение редактирования программы по более рациональному варианту, который определили в процессе дискуссии.

В завершающем этапе текущего инструктажа преподаватель раздает карточки задания на которых выполнен эскиз заготовки, поясняя моменты которые могут вызвать затруднения. Используя уже имеющийся раздаточный материал обучающиеся должны самостоятельно составить блок управляющей программы для детали «Фланец привода».

В заключительном инструктаже преподаватель дает анализ выполненной работы, производит разбор наиболее характерных недочетов и типичных ошибок в работе. Отмечает работы лучшего качества.

#### 7.4. Конспект занятия

##### 1. Группа координат станка и ось управления.

В случае токарного станка ось, идущая параллельно шпинделю, называется осью Z, и ее прямое направление является направлением, в котором револьверная головка движется от шпиндельной бабки, в то время, как ось, находящаяся под прямым углом к оси Z, является осью X, и ее прямое направление является направлением, в котором она удаляется от оси Z, как показано на рисунке 16 ниже.

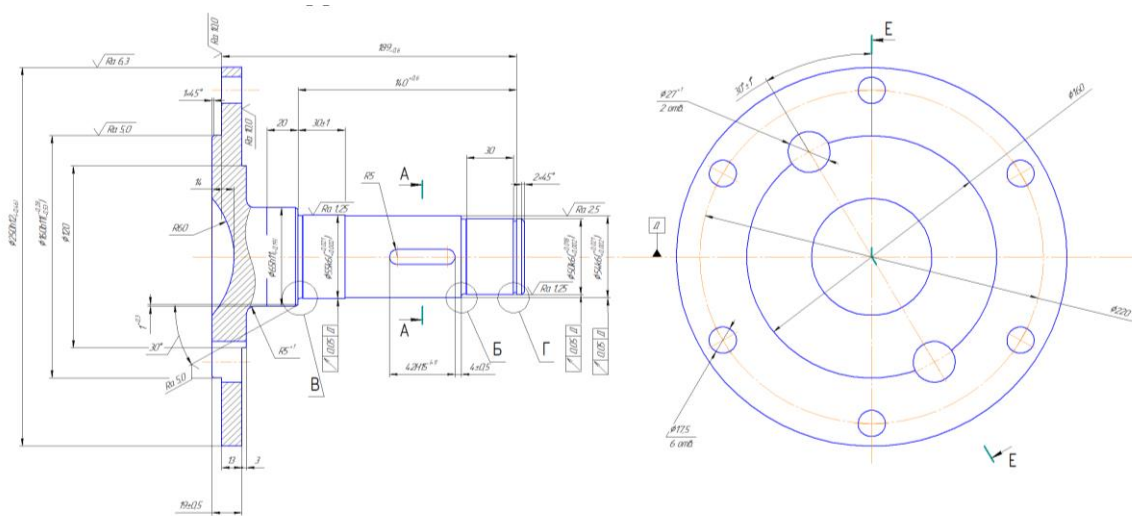


Рисунок 16 – Координат станка

*Примечание 1:* Преобразование дюймы/метры может выполняться двумя способами: преобразование из меню параметров и преобразование с использованием G команды (G20 или G21). Однако если для преобразования используется G команда, преобразование действует только по отношению к единице команд ввода, но не к единице входных настроек. По этой причине значения уровня смещения резца и другие корректировочные значения, а также переменные данные должны быть предварительно заданы и соответствовать единицам дюймов или миллиметров.

*Примечание 2:* Системы миллиметров и дюймов не могут использоваться вместе.

## 2. Кодовая группа и адрес.

*Кодовая группа* – является набором кодовых символов, расположенных в определенной последовательности (рис.17). Данный объект используется в качестве элемента обработки информации и служит для выполнения станком определенной операции. Каждая кодовая группа, используемая в данном контроллере, состоит из буквы алфавита и нескольких цифр (иногда со знаком "+" или "-" в начале цифровой группы).

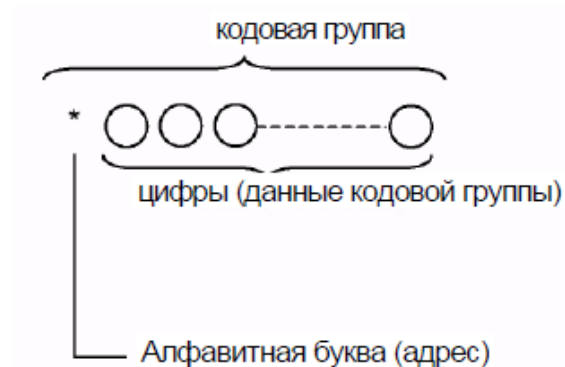


Рисунок 17 – Конфигурация кодовой группы

Алфавитная буква в начале кодовой группы является адресом. Он определяет значение следующих за ним цифровых данных (данные кодовой группы). Для получения более подробной информации по типам кодовых групп и набору значимых цифр кодовой группы, используемых в данном контроллере.

*Блок* – является набором кодовых групп. Он включает данные, необходимые для выполнения станком определенных операций. Один блочный элемент образует одну целую команду. Конец каждого блока обозначен EOB (End of Block) кодом.

*Программа* – является набором нескольких блоков (рисунок 18).

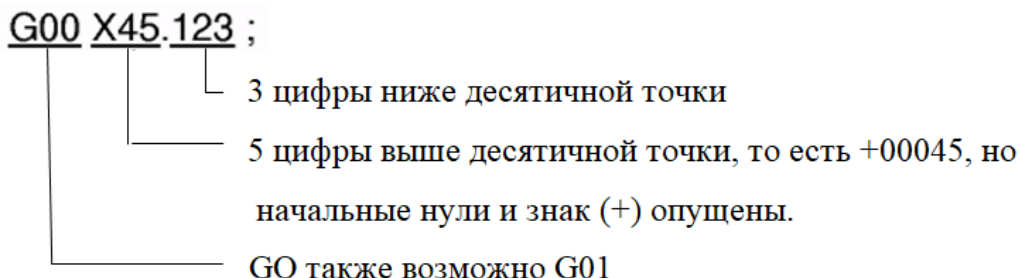


Рисунок 18 – Формат ввода данных

*Функции отдельных G кодов.*

**G00** – функция и назначение.

Данная команда сопровождается кодовыми группами координат. Она позиционирует резец по линейной или нелинейной траектории вдоль текущей точки в качестве начальной точки до конечной точки, которая устанавливается кодовыми группами координат (рисунок 19).

В режиме G00 ускорение резца всегда производится в начальной точке блока, а его замедление – в конечной точке. Выполнение продолжается до следующего блока, после того, как будет подтверждено, что командой текущего блока является 0, а также будет подтвержден статус ошибки поиска ускорения/замедления. Диапазон выхода на заданную позицию определяется параметром.

Любая G команда (G83 ~ G89) в группе 09 отменяется командой G00.

Если за G адресом не следует номер, адрес рассматривается как G00.

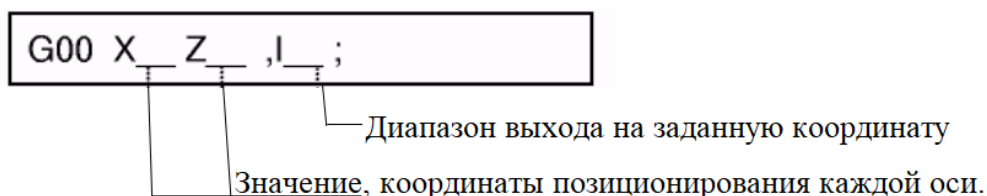


Рисунок 19 – Пример позиционирования

**G01** – функция и назначение.

Данная команда сопровождается кодовыми группами координат и командой скорости подачи. Она заставляет резец перемещаться (интерполировать) линейно из текущей позиции в конечную точку, заданную кодовыми группами координат, на скорости, заданной адресом F. В таком случае скорость подачи, определяемая адресом F, всегда действует как линейная скорость в направлении центра головки резца (рисунок 20).

Данная команда, режим работы выполняется до тех пор, пока не будет задана другая G функция.

G01 Xx/Uu Zz/Ww α Ff ; ("α" является дополнительной осью) x, u, z, w, а значения координат

Программируемая команда диапазона выхода на заданную позицию



Рисунок 20 – Пример программы G01

Резка в последовательности P1 → P2 → P3 → P4 → P5 → P6 → P7 при скорости подачи 300 мм/мин P0 → P7 , последовательность кадров показана в таблице 33, а контур обхода инструментом на рисунке 21.

Таблица 33 – Пример кадров программы

N90 Y-204.810	P0 → P1
N95 X121.644 Y-205.03	P1 → P2
N100 G3 X138.294 Y-194. I-121.644 J 205.03	P2 → P3
N105 G1 X139.4 Y-188.3	P3 → P4
N110 X144.2 Y-184.6	P4 → P5
N115 G3 X210.4 I-144.2 J184.6	P5 → P6
N120 G1 X213 Y-97.6	P6 → P7

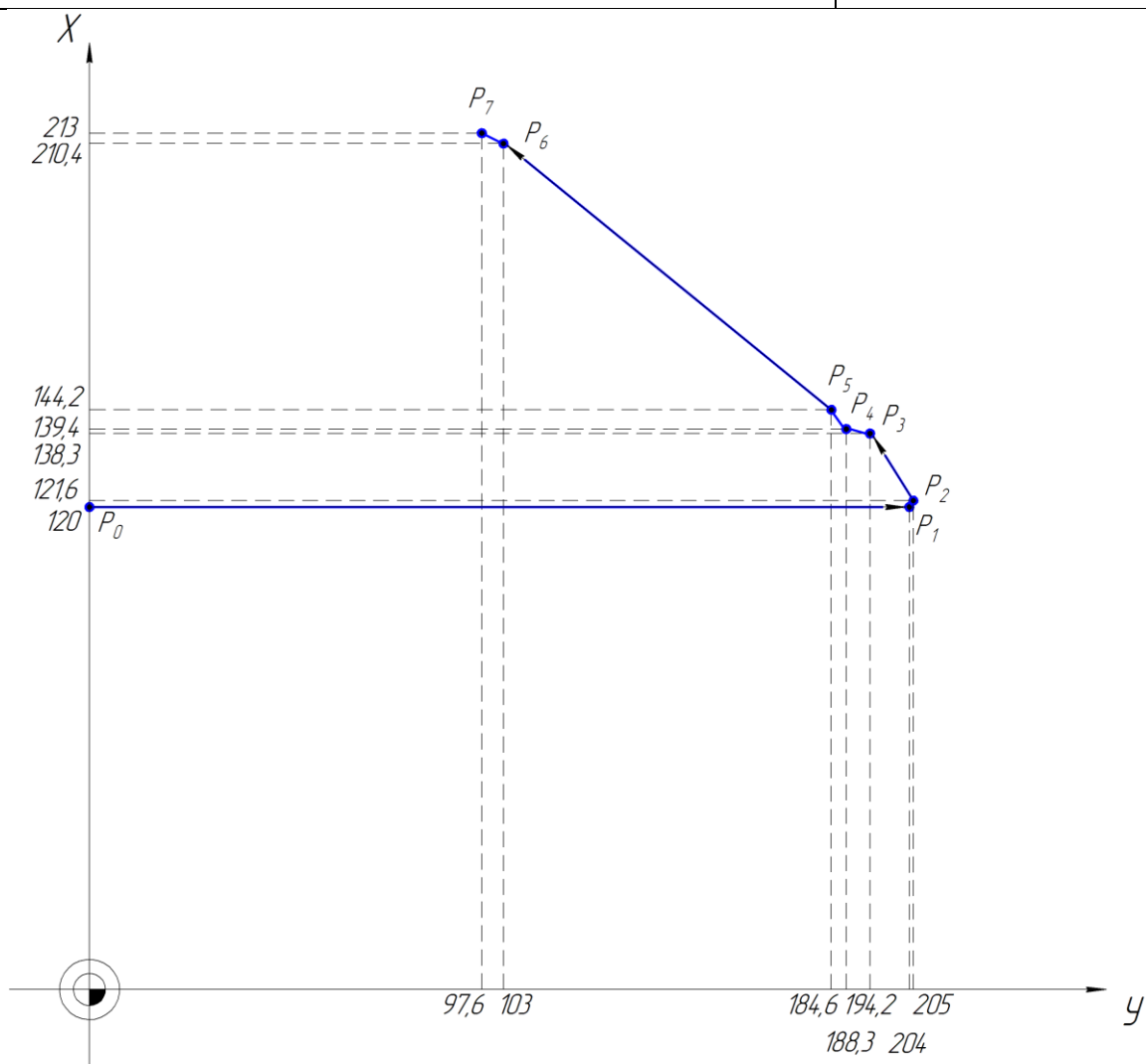


Рисунок 21 – Траектория движения режущего инструмента

*Номера программы/ряда/блоков; O, N, B.*

Данные номера используются для наблюдения за исполнением программы обработки, а также для вызова программ обработки и отдельных этапов программ обработки.

*Номера программ* классифицируются по соответствию заготовок или по элементам подпрограмм и обозначаются при помощи адреса "O", за которым следует набор из 8 цифр.

*Номера рядов* закрепляются за соответствующими командными блоками, которые определяют конфигурацию программ обработки, и обозначаются при помощи адреса "N", за которым следует набор из максимум 5 цифр.

*Номера блоков* автоматически определяются устройством. Для них автоматически задается нулевое значение каждый раз, когда производится чтение номера программы или номера ряда, и их номер увеличивается на один, пока номера программ или номера рядов не будут заданы для блоков, которые впоследствии будут считаны. Пример программы рисунок 22.

Программа обработки	Дисплей монитора		
	№ программы	№ ряда	№ блока
O1 2345678 (DEMO, PROG);	12345678	0	0
N100GOOG90X120. Z100. ;	12345678	100	0
G94S1000;	12345678	100	1
N102 G71 P210 Q220 I0.2 K0.2 D0.5 F600 ;	12345678	102	0
N200G94S1200F300;	12345678	200	0
N210G01 XOZ95. ;	12345678	210	0
G01 X20. ;	12345678	210	1
G03X50. Z80. K-15. ;	12345678	210	2
G01 Z55. ;	12345678	210	3
G02X80. Z40. 115. ;	12345678	210	4
G01 X100. ;	12345678	210	5
G01 Z30. ;	12345678	210	6
G02Z10. K-15. ;	12345678	210	7
N220 G01 ZO ;	12345678	220	0
N230GOOX120. Z150. ;	12345678	230	0
N240 M02 ;	12345678	240	0

Рисунок 22 – Пример комбинации номеров программ, номеров рядов и номеров блоков



*Шпиндельная Функция – назначение*

Шпиндельные функции также известны как S функции, они определяют скорость вращения шпинделя. В данном контроллере они задаются при помощи чисел, следующих за адресом S например S 1500.

Функция S выполняется после команды движения.

Функция S выполняется одновременно с командой движения.

*M– коды функции и назначение*

M00– программный останов.

При обработке кадра с M00 происходит безусловный останов автоматической работы, причём вся информация при этом сохраняется. При пуске обработки программа будет продолжена с того места, где она была прервана функцией M00.

M05 – Останов шпинделя, подача СОЖ выключена.

M03: пуск шпинделя по часовой стрелке, если смотреть на инструмент со стороны шпинделя.

M04: пуск шпинделя против часовой стрелки, если смотреть на инструмент со стороны шпинделя.

M05: останов шпинделя.

При обработке кадра с M05 происходит выключение и останов привода шпинделя.

M08 – Подача СОЖ включена.

M13 – Вращение шпинделя по часовой стрелки СОЖ включена.

Не допускается программирование более пяти M–функций в одном кадре.

Не допускается совместное программирование функций из группы M00, M01, M02, M30, M99 в одном кадре.

Пример программы с функцией: G; S; M; T. Показаны в таблице 34.

										Лист
										97
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

Таблица 34 – Пример управляющей программы

N5	Номер блока программы
G28S	Автоматический возврат к исходной точке
G43.1	Режим управления первым шпинделем
S1=1300M13	Вращение шпинделя 1300 об/м по часовой стрелки СОЖ включена.
T0505	Выбор инструмента
G0 X27.Z25. M8	Перемещение в точку координат на быстром ходу
G1X29.F0.06	Перемещение в точку координат на рабочей подачи

В ходе работы был разработан: план занятия, презентация, методические рекомендации по выполнению занятия. Так же был разработан план – конспект занятия.

При разработке плана – конспекта теоретического обучения были использованы современные технологии методики обучения, а также разработан дидактический материал для проведения занятия в виде электронных плакатов. План конспект разрабатывался в соответствии с руководством по программированию токарного станка с системой числового программного управления.

Разработка предназначена для повышения квалификации оператора ЧПУ, применяется непосредственно на производстве с целью повышения качества выполняемых работ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе совершенствования технологического процесса механической обработки детали «Фланец привода» были решены задачи поставленные во ведении, был произведен анализ заводского технологического процесса.

Так же были разработаны маршрутные и операционные технологии механической обработки с учетом технических возможностей многоцелевого обрабатывающего центра OKUMA LT 2000EX, был произведен выбор металлорежущего инструмента фирмы SECO и элементов режимов резания с учетом рекомендации производителей инструмента для выполнения технологического процесса.

Так же выполнен расчет экономической эффективности проекта с определением себестоимости одной детали и с сопутствующими затратами.

В ходе проведения сравнения с заводским технологическим процессом получили условно годовую экономию, от снижения себестоимости детали, в размере 1 100 000 руб.

Так же разработана учебная программа о переподготовки персонала для используемого обрабатывающего центра OKUMA LT 2000EX на системе ЧПУ OSP-P300L.

В процессе усовершенствование технологического процесса внесены изменения в базовый технологический процесс, применено другое оборудование, изменен маршрут обработка детали «Фланец привода»

Данный технологический процесс предложен к внедрению на предприятии ОАО «ОКБ Новатор» в 2019 году.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		99

## Список использованных источников

1. Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали: Метод. рекомендации к выполнению практ. работы по технологии машиностроения. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1998. – 35с.
2. Бородина, Н. В. Дипломное проектирование: учеб. пособие для вузов [Гриф УМО] / Н. В. Бородина, Г. Ф. Бушков; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отд-ние Рос. акад. образования. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 89 с.
3. Воробьева Г. А., Складнова Е. Е., Леонов А. Ф., Ерофеев В. К. Инструментальные материалы: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Политехника, 2016. - 271 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58850>.
4. Вороненко В.П., Схиртладзе А.Г., Брюханов В.Н. Машиностроительное производство: Учеб. для сред. спец. учеб. заведений / Под ред. Ю.М. Соломенцева. М.: Высш. школа, Издательский центр «Академия», 2001. – 304с.
5. Галяветдинов Н. Р., Сафин Р. Р., Хасаншин Р. Р., Кайнов П. А. Основы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов: учебное пособие. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. - 112 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62519>
6. Грибов В.Д., Грузилов В.П. Экономика предприятия. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 368с.
7. Данилевский В.В. Технология машиностроения. – М: Машиностроение, 1994. – 220 с.
8. Каталог + техническое руководство фирмы /SACO/  
<http://www.spec-prom.ru/upload/iblock/1c3/>
9. Каталог фирмы favora <http://www.carbidetool.ru/>

										Лист
										100
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

10. Каталог фирмы mitsubishi режущего инструмента для станков с чпу <https://www.mitsubishicarbide.com/EU/ru/product/catalog/catalog.html>
11. Каталог фирмы NORD  
[http://static.tverdysplav.ru/docs/Horn/Horn\\_rej\\_instr\\_obrab\\_kanav\\_2008\\_ru.pdf](http://static.tverdysplav.ru/docs/Horn/Horn_rej_instr_obrab_kanav_2008_ru.pdf)
12. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169с.
13. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.
14. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник – 2–е изд., перераб. и доп.–М.: Машиностроение. 1990.
15. Курсовое проектирование по технологии машиностроения;4–е издание, перераб. и доп.–Мн.: Высшая школа, 1983. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А.
- 16.Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: [Учеб.для втузов]. – 3–е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 527с.,ил.
17. Марочник сталей и сплавов/В.Г.Сорокин, А.В.Волосникова, С.А.Аяткин и др.; под общ. ред. В.Г.Сорокина – М.: Машиностроение, 1985, 184 с., ил.
- 18.Металлорежущие станки. Учеб. пособие для втузов Н.С. Колев,Л.В. Красниченко, Н.С. Никулин и др. – 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 500с., ил.
- 19.Методические рекомендации и задания для проведения практических занятий и для самостоятельной работы студентов по курсу «Технология машиностроения» /Свердл. инж.–пед. ин-т. – Свердловск,1989. – 24с.

20. Миронов А. В. Методическое обеспечение образовательного процесса: учебное пособие. - Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2016. - 95 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66809>.

21. Мирошин, Д. Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ: учеб. пособие для вузов [Гриф УМО] / Д. Г. Мирошин, Т. В. Шестакова, О. В. Костина; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отд-ние Рос. акад. образования. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 78 с.

22. Платонова, Н.А. Основы дипломного проектирования [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Н.А. Платонова, М.В. Виноградова. — Электрон. дан. — Москва: Дашков и К, 2013. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50229>. — Загл. с экрана.

23. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А.Панов, В.В.Аникин и др.; под общей ред. А.А.Панова – М.: Машиностроение.

24. Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 255с.

25. Режимы резания металлов. Справочник, под ред. Ю.В.Барановского. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. М.: «Машиностроение». 1972.

26. Руководство по станку OKUMA  
<http://present5.com/www-okuma-de-OSP 300 -prostoe-upravlenie-rukovodstvo-po-upravleniyu-okuma/>

27. Руководство системе ЧПУ OSP 300M  
<https://okuma-russia.ru/news/2012/07/06>

28. Справочник технолога–машиностроителя. В 2–х т. Т. 1 /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4–е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 656с., ил.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		102

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

30. Станочные приспособления: Справочник. В 2–х т. /Ред. Совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т.2 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 1984. 592с., ил.

31. Станочные приспособления: Справочник. В 2–х т. /Ред. Совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т.1 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 1984. 656с., ил.

32. :«Технология машиностроения»: В 2 кн. Учеб. пособие, под ред. С.Л. Мурашкина

33. Чечевицына Л.Н. Микроэкономика. Экономика предприятия. – Ростов–на–Дону: Феникс. 2001. – 384с

34. Чернов Н.Н. Металлорежущие станки: Учебник для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – 4–е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 416с., ил.

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		103

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Формат	Количество листов
1	Чертеж заготовки «Фланец привода»	A2	1
2	Чертеж детали «Фланец привода»	A1	1
3	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010 (Переход 1,2,3)	A1	1
4	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010 (переход 4,5,6)	A1	1
5	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010 (Переход 7,8,9)	A1	1
6	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010 (Переход 10,11)	A1	1
7	Фрагмент управляющей программы	A1	1
8	Технико–экономические показатели работы проектируемого участка.	A1	1
	Итого: листов формата A1 – 7 листов формата A2 – 1		



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ТЕХНИКО–ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

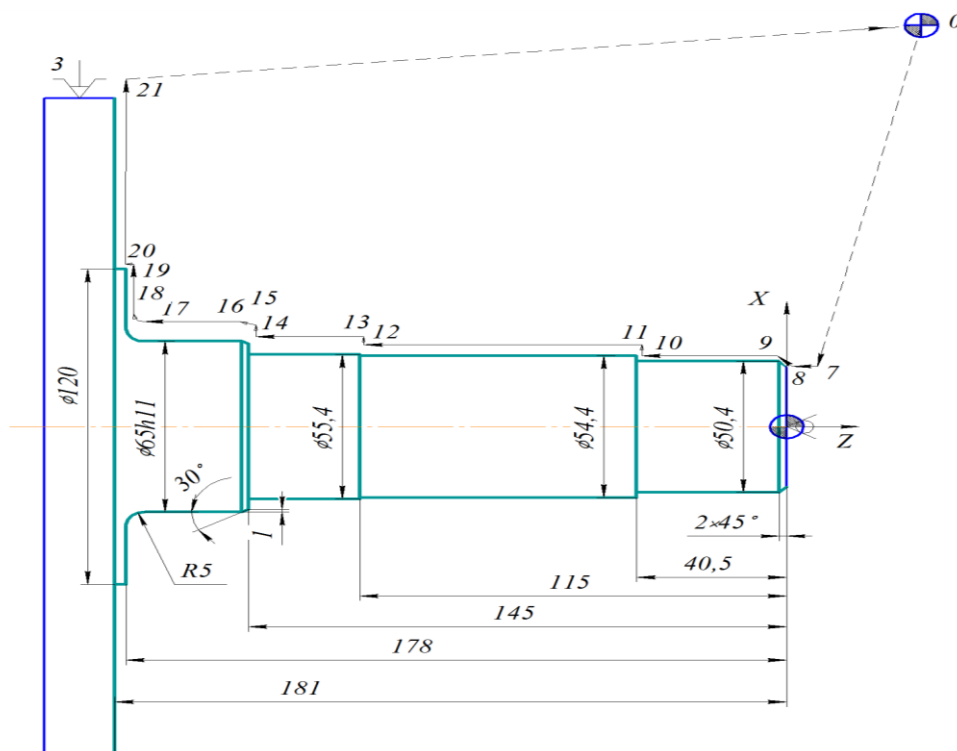
Наименование показателей	Ед. изм.	Заводской	Проектный	Изменение показателя
<b>Выпуск продукции</b>				
Годовой выпуск деталей	шт.	10000	10000	0
<b>Оборудование</b>				
Количество оборудования	шт.	8	1	-7
Средний процент загрузки оборудования	%	0,21	0,85	+0,64
<b>Труд и кадры</b>				
Производственных рабочих	чел.	12	2	-10
Вспомогательных рабочих	чел.	2	1	-1
ИТР	чел.	2	2	0
Общее количество рабочих:	чел.	16	5	-11
Производительность труда	шт/чел.год	2780	6977	+4197
<b>Технологическая стоимость одной детали</b>				
Трудоёмкость обработки	н/ч	0,83	0,33	-0,5
Основные материалы за вычетом возвратных отходов.	руб.	52,74	52,74	0
Заработная плата рабочих	руб.	41,76	20,9	-20,86
Расходы связанные с содержанием и эксплуатацией оборудования	руб.	390,6	359,9	-30,7
Цеховые расходы.	руб.	120,4	61,9	-58,5
Итого:	руб.	605,5	495,5	-110
<b>Показатели экономической эффективности</b>				
Годовой экономический эффект	тыс.руб.	-	682,5	-
Условно годовая экономия от снижения себестоимости детали	тыс.руб.	-	1100,0	-

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

## КАРТОЧКА ЗАДАНИЯ

Сформируйте блок управляющей программы токарная обработка по контуру детали «Фланец привода»

(от 5 и далее, направление против часовой стрелки) по эскизу и заданным точкам системы координат. Данные занести в таблицу.



№ опорной точки	Перемещение по осям, мм		
	±X (±Δx)	±Y (±Δy)	±Z (±Δz)
0			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

\_\_\_\_\_ ФИО

# ПРИНЦИПЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ



Слайд 1

## МНОГОЦЕЛЕВОЙ ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР OKUMA LT 2000EX



Слайд 2

## ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА ОКУМА LT 2000EX

Станок предназначен для комплексной обработки деталей типа тел вращения с автоматической передачей обрабатываемой детали в процессе обработки из левого патрона в правый без остановки вращения шпинделей.

Такая схема позволяет обработать деталь с обоих торцов, выполнить внутренние расточки с обеих сторон, обеспечив при этом высокую точность позиционирования и производительность.

### МОЖНО ПРОВОДИТЬ

ТОКАРНЫЕ ОПЕРАЦИИ

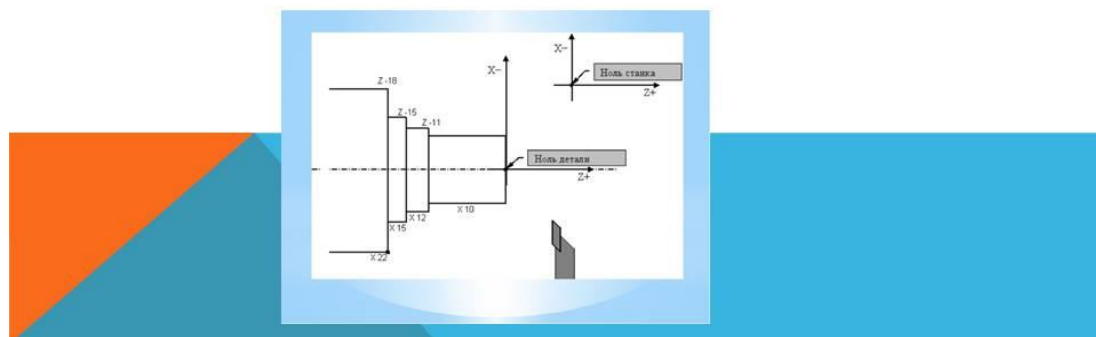
ФРЕЗЕРНЫЕ ОПЕРАЦИИ

СВЕРЛИЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ



Слайд 3

В случае токарного станка ось, идущая параллельно шпинделю, называется осью Z, и ее прямое направление является направлением, в котором револьверная головка движется от шпиндельной бабки, в то время, как ось, находящаяся под прямым углом к оси Z, является осью X, и ее прямое направление является направлением, в котором она удаляется от оси Z,



Слайд 4

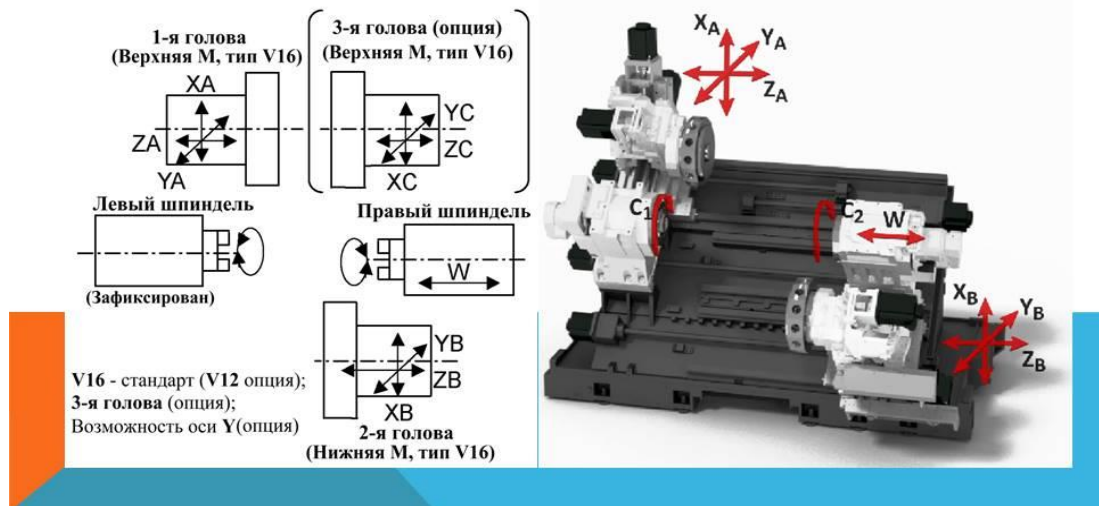
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата

ДП 44.03.04.092 ПЗ

Лист

108

## ПРЕДСТАВЛЕНЫ СХЕМЫ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СТАНКА С ОСЯМИ X, Y, Z.



Слайд 5

**КОДОВАЯ ГРУППА** – является набором кодовых символов, расположенных в определенной последовательности

Данный объект используется в качестве элемента обработки информации и служит для выполнения станком определенной операции. Каждая кодовая группа, используемая в данном контроллере, состоит из буквы алфавита и нескольких цифр (иногда со знаком "+" или "-" в начале цифровой группы).

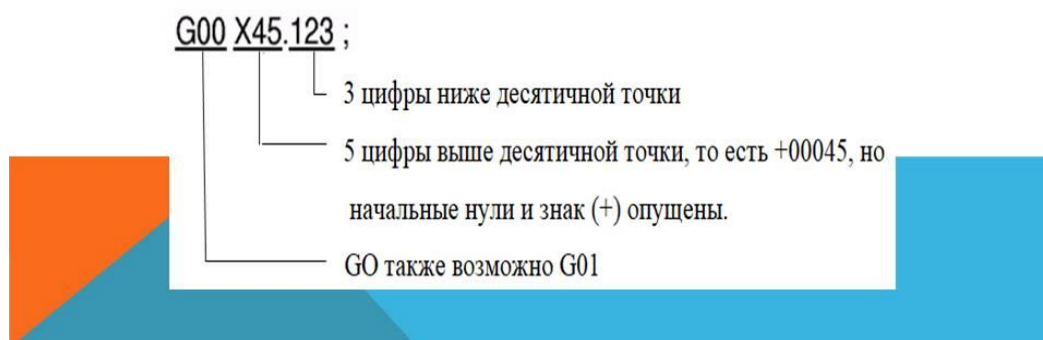


Слайд 6

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

**БЛОК** – является набором кодовых групп. Он включает данные, необходимые для выполнения станком определенных операций. Один блочный элемент образует одну целую команду.

**ПРОГРАММА** – является набором нескольких блоков.

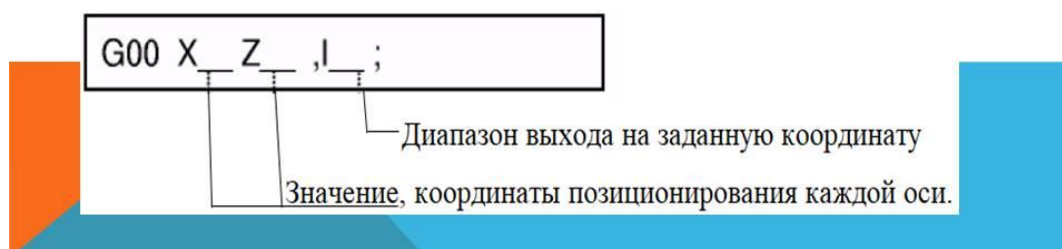


Слайд 7

## Функции отдельных G кодов

### G00 – функция и назначение

Данная команда сопровождается кодовыми группами координат. Она позиционирует резец по линейной или нелинейной траектории вдоль текущей точки в качестве начальной точки до конечной точки, которая устанавливается кодовыми группами координат. Диапазон выхода на заданную позицию определяется параметром. Любая G команда (G83 ~ G89) в группе 09 отменяется командой G00. Если за G адресом не следует номер, адрес рассматривается как G00.



Слайд 8



## G01 – функция и назначение.

Данная команда сопровождается кодовыми группами координат и командой скорости подачи. Она заставляет резец перемещаться (интерполировать) линейно из текущей позиции в конечную точку, заданную кодовыми группами координат, на скорости, заданной адресом F. В таком случае скорость подачи, определяемая адресом F, всегда действует как линейная скорость в направлении центра головки резца. Данная команда, режим работы выполняется до тех пор, пока не будет задана другая G функция.

G01 X\_\_ Z\_\_ F\_\_ ,I\_\_ ;

Диапазон выхода на заданную позицию  
Скорость подачи

Значение координат линейной интерполяции каждой оси

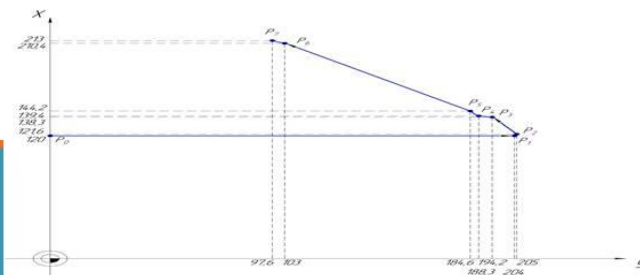
G01 X50.0 Z20.0 F300

Перемещение резца в координату на рабочей подачи

### Слайд 9

РЕЗКА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ P1 → P2 → P3 → P4 → P5 → P6 → P7  
ПРИ СКОРОСТИ ПОДАЧИ 300 ММ/МИН P0 → P7 ,  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ КАДРОВ

N90 Y-204.810	P0 → P1
N95 X121.644 Y-205.03	P1 → P2
N100 G3 X138.294 Y-194.1-121.644 J 205.03	P2 → P3
N105 G1 X139.4 Y-188.3	P3 → P4
N110 X144.2 Y-184.6	P4 → P5
N115 G3 X210.4 I-144.2 J184.6	P5 → P6
N120 G1 X213 Y-97.6	P6 → P7



### Слайд 10

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.092 ПЗ

Лист

111

## **ШПИНДЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ**

ШПИНДЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ТАКЖЕ ИЗВЕСТНЫ КАК S ФУНКЦИИ, ОНИ ОПРЕДЕЛЯЮТ СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ.

В ДАННОМ КОНТРОЛЛЕРЕ ОНИ ЗАДАЮТСЯ ПРИ ПОМОЩИ ЧИСЕЛ, СЛЕДУЮЩИХ ЗА АДРЕСОМ S НАПРИМЕР S 1500.

**ФУНКЦИЯ S ВЫПОЛНЯЕТСЯ ПОСЛЕ КОМАНДЫ ДВИЖЕНИЯ.**

**ФУНКЦИЯ S ВЫПОЛНЯЕТСЯ ОДНОВРЕМЕННО С КОМАНДОЙ ДВИЖЕНИЯ.**



Слайд 11

## ***M– коды функции и назначение***

**M00** – программный останов..

**M05** – Останов шпинделя, подача СОЖ выключена.

**M03** – пуск шпинделя по часовой стрелке, если смотреть на инструмент со стороны шпинделя.

**M04** – пуск шпинделя против часовой стрелки, если смотреть на инструмент со стороны шпинделя.

**M05** – останов шпинделя.

**M08** – Подача СОЖ включена.

**M13** – Вращение шпинделя по часовой стрелки СОЖ включена.

**Не допускается программирование более пяти M–функций в одном кадре.  
Не допускается совместное программирование функций из группы M00, M01, M02, M30, M99 в одном кадре.**



Слайд 12



**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		113

# ПРИЛОЖЕНИЕ Е

					ДП 44.03.04.092 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		114