

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ЦИЛИНДРА»

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение  
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»

Идентификационный код ВКР: 623

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 инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и  
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ИММ  
\_\_\_\_\_ Б.Н. Гузанов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019г.

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ЦИЛИНДРА»**

Идентификационный код ВКР: 623

Исполнитель:  
студент гр. ЗТО-504

А. С. Красноперов

Руководитель:  
доцент

Т. А. Козлова

Екатеринбург 2019

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект выполнен на 124 листах, содержит 17 рисунков, 13 слайдов, 37 таблиц, 30 источников литературы, а также три приложения.

Ключевые слова: КРЫШКА ЦИЛИНДРА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ТОКАРНЫЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ПЕРСПЕКТИВНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН, ПЛАН УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ, ОПЕРАТОР СТАНКОВ С ЧПУ.

Разработка технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства достигнуто за счёт применения прогрессивного токарного центра с ЧПУ.

Выбраны элементы режима резания для всех операций, выполняемых на ОЦ с ЧПУ и нормы времени на изготовление одной детали.

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование использования обрабатывающего центра с ЧПУ.

Разработан урок повышения квалификации операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.623.ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Крышка цилиндра»	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Красноперов						2	123
Пров.	Козлова							
Н. Контр.	Суриков					ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-504		
Зав. каф.	Гузанов							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА .....	5
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ .....	7
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	7
1.2. Анализ технологичности конструкции детали .....	9
2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЁ ИЗГОТОВЛЕНИЯ.....	13
2.1. Определение типа производства .....	13
2.2. Выбор заготовки и методов её получения.....	15
2.2.1. Сравнение вариантов выбора заготовки.....	16
2.3. Расчет припусков.....	17
2.3.1. Расчётный метод определения припусков на отверстие $\varnothing 24H8$ .....	17
2.3.2. Табличный метод расчета припусков .....	21
3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ЦИЛИНДРА» НА ТОКАРНОМ ОБРАБАТЫВАЮЩЕМ ЦЕНТРЕ С ЧПУ DMG STX BETA 800ТС.....	23
3.1. Выбор технологических баз.....	23
3.2. Выбор методов обработки поверхностей .....	24
3.3. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	26
3.4. Выбор средств технологического оснащения .....	27
3.5. Выбор режущего инструмента и режимов резания.....	30
3.6. Расчет технических норм времен .....	36
3.7. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали.....	42
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	47
4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	47
4.2. Расчёт капитальных затрат.....	47
4.3. Расчет технологической себестоимости детали .....	50

5. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	65
5.1. Описание условий обучения в "Учебном центре" на базе АО "Уралэлектромедь" .....	67
5.2. Анализ профессионального стандарта.....	69
5.3. Анализ учебного плана подготовки рабочих по профессии «Оператор- наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» .....	75
5.4. Анализ содержания темы «Классификация станков с ЧПУ, их устройство, конструктивные особенности и кинематические схемы» и перспективно-тематическое планирование учебного процесса.....	82
5.5. Разработка плана учебного занятия по теме «Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением» .....	95
5.6. Разработка методического обеспечения .....	104
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	111
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	112
Приложение А. Перечень листов графических документов .....	117
Приложение Б. Комплект слайдов (13 шт.).....	118
Приложение В. Комплект технологических карт.....	125

## ВВЕДЕНИЕ

Завершающим этапом подготовки специалистов является выпускная квалификационная работа, в процессе выполнения которой формируются и закрепляются теоретические знания студента, приобретается опыт самостоятельного решения практических задач, а в итоге обеспечивается требуемая степень подготовленности студента к инженерной деятельности.

При этом необходимо руководствоваться требованиями сокращения сроков освоения новой техники и технологий, технического перевооружения производства, повышения уровня механизации и автоматизации, внедрения ресурсосберегающей техники и технологии и рационального использования сырья.

Особое внимание при выполнении выпускной квалификационной работы должно быть уделено вопросам автоматизации конструкторского и технологического проектирования, программированию механической обработки с помощью ЭВМ, а также разработке мероприятий по сокращению ручного труда, принципам рациональной организации, механизации и автоматизации транспортных и погрузочно-разгрузочных работ в механосборочном производстве.

Целью дипломного проектирования является разработка технологического процесса изготовления детали «Крышка цилиндра» с использованием современного режущего инструмента и оборудования с ЧПУ (токарный центр).

Цель ВКР определяет следующие задачи:

- анализ исходных данных;
- анализ технологичности детали;
- расчет припусков и размеров заготовки;
- выбор современного оборудования;
- выбор режущего инструмента;

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

- разработка операции механической обработки;
- разработка управляющей программы;
- расчет усилий зажима заготовки;
- экономическое обоснование проекта;
- рассмотреть вопросы подготовки рабочих с учетом профессиональных стандартов на предприятии АО «Уралэлектромедь».

При выполнении выпускной квалификационной работы предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный высокопроизводительный инструмент, что обеспечит высокое качество обработки изготавливаемой детали.

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

## 1. АНАЛИЗ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

К основным источникам исходной информации относятся: рабочий чертёж детали «Крышка цилиндра».

Для разработки технологического процесса необходимы данные имеющиеся в справочниках и нормативах машиностроения, тип производства – предположительно среднесерийный.

### 1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Крышка цилиндра» – относится к деталям типа фланец.

Деталь «Крышка цилиндра» используется в механизме гидравлического цилиндра подъёма ковша экскаватора. Отверстие  $\varnothing 10 \pm 0,2$  расположенное на поверхности  $\varnothing 145$  и расположенное под углом  $22^\circ$  предназначено для подачи масла внутрь гидроцилиндра под давлением. В отверстие  $\varnothing 24H8$  устанавливается шток гидроцилиндра. В отверстие  $\varnothing 30,5H9$  устанавливается уплотнительное кольцо. В отверстие  $M30 \times 2-6H$  вворачивается втулка направляющая для направления штока. Поверхностью  $\varnothing 125r7$  деталь устанавливается в гильзу гидроцилиндра.

На рисунке 1 представлена 3D модель детали «Крышка цилиндра».

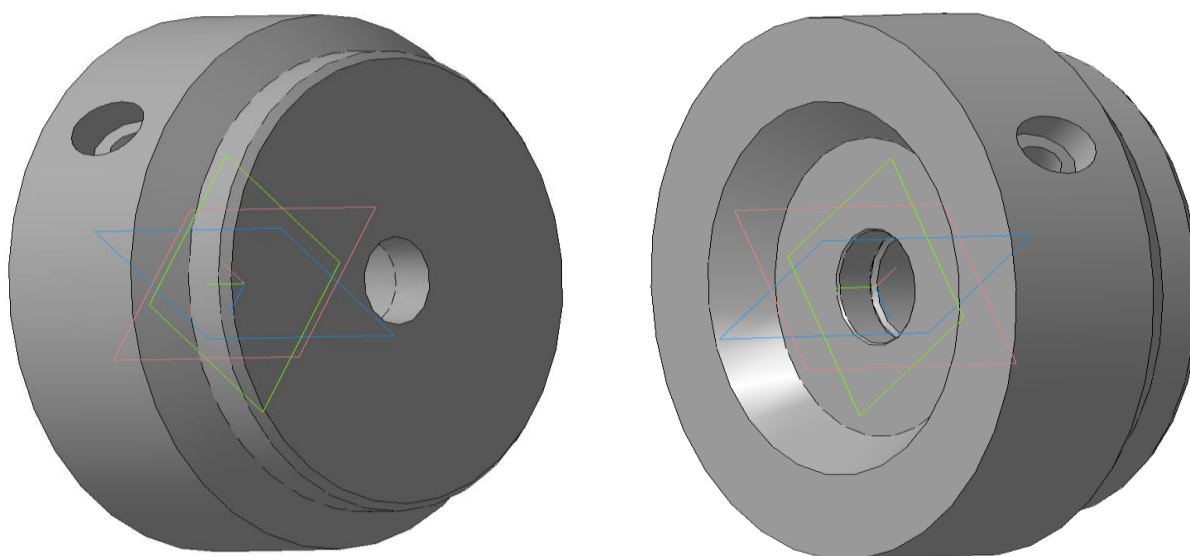


Рисунок 1 – 3D модель детали «Крышка цилиндра»

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



В таблице 1 приведен химический состав данной стали, а в таблице 2 механические свойства.

Таблица 1 - Химический состав стали 35, % (ГОСТ 1050 – 2013) [17]

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Cu
			не более				
0,32-0,40	0,17-0,37	0,5-0,8	0,04	0,035	до 0,30	до 0,25	до 0,30

Таблица 2 - Механические свойства стали 35 (ГОСТ 1050 – 2013) [17]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_{вр}$ , МПа	$\sigma_5$ , %	$\Psi$ , %	$\alpha$ , Дж/см <sup>2</sup>
315	530	20	45	36

Технологические свойства стали 35 [17]:

- температураковки  $C^\circ$  начала 1280, конца 750, сечения до 800мм охлаждаются на воздухе.
- свариваемость – ограничено свариваемая;
- флокеночувствительность – не чувствительна;
- склонность к отпускной хрупкости – не склонна.

Применяемый материал для изготовления детали «Крышка цилиндра» конструкционная углеродистая сталь 35, хорошо обрабатывается резанием и обработкой давлением, соответствует назначению детали, так как эта сталь имеет достаточную прочность.

## 1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства.

Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный [6].

*Качественная оценка технологичности детали.*

Достоинства:

- предусмотрена удобная и надёжная технологическая база в процессе механической обработки ( $\varnothing 145$  и  $\varnothing 125$ );
- отверстия, возможно, обрабатывать за проход ( $\varnothing 24$ ,  $\varnothing 30,5$  и т.д.);
- обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки;
- конфигурация детали и её материал позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объём механической обработки;
- при конструировании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы производства;
- для снижения объема механической обработки предусмотрены допуски только точных поверхностей;
- деталь допускает обработку поверхностей на проход (пов.  $\varnothing 145$ ,  $\varnothing 127$ ,  $\varnothing 125$ );
- предусмотрена возможность удобного подвода жёсткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали;

Недостатки:

- не технологичным является наличие отверстия  $\varnothing 10 \pm 0,2$  расположенного под углом  $22^\circ$ .

При качественной оценке положительных характеристик больше чем отрицательных, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

*Количественная оценка технологичности детали.*

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73 и сравниваются с базовыми показателями. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей и сравнить с базовыми

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

показателями. Данные по деталям сведём в таблицы 3 и 4,

где  $T_i$  – квалитеты;

$\text{Ш}_i$  – значение параметра шероховатости;

$n_i$  – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

В соответствии с ГОСТ 18831-73 значения базовых коэффициентов следующие:

- коэффициент точности  $K_{T_{\text{баз}}} = 0,8$ ;

- коэффициент шероховатости  $K_{\text{Ш}_{\text{баз}}} = 0,18$ .

Определим коэффициент точности по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение коэффициента точности

$T_i$	$n_i$	$T_i \cdot n_i$	$T_i$	$n_i$	$T_i \cdot n_i$
6	1	6	9	1	9
7	1	7	14	12	168
8	32	16			

$$\Sigma n_i = 17; \quad \Sigma T_i \cdot n_i = 206$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{206}{17} = 12,12$$

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{12,12} = 0,917$$

т. к.  $K_{Tч} = 0,917 > K_{T_{\text{баз}}} = 0,80$ , следовательно данная деталь технологична.

Определение коэффициента шероховатости по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение коэффициента шероховатости

$\text{Ш}_i$	$n_i$	$\text{Ш}_i \cdot n_i$	$\text{Ш}_i$	$n_i$	$\text{Ш}_i \cdot n_i$
1,6	3	4,8	6,3	9	56,7
3,2	5	16			

$$\Sigma n_i = 17; \quad \Sigma \text{Ш}_i \cdot n_i = 77,5$$

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{77,5}{17} = 4,56$$

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{1}{4,56} = 0,219$$

т. к.  $K_{ш}=0,219 > K_{ш_{баз}}=0,18$ , следовательно, деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент использования материала [6, с. 29]:

$$K_M = \frac{m_{DET}}{m_{ЗАГ}} = \frac{5,30}{8,27} = 0,640$$

Низкий коэффициент использования материала говорит о том, что вероятный вариант получения заготовки – методом проката не оптимален, следует применить другой вид получения заготовки, например - штамповка.

Исходя из служебного назначения, анализа рабочего чертежа можно сформулировать основные технологические задачи детали «Крышка цилиндра»:

- Обеспечить точность размеров: резьбового отверстия М30 по качеству 6Н, поверхности  $\varnothing 125$  по 7-му качеству, отверстия  $\varnothing 24$ ,  $\varnothing 18$  по 8-му качеству, отверстия  $\varnothing 30,5$  по 9-му качеству, остальные размеры по 14-му качеству;

- Обеспечить допуск радиального биения и торцевого биения отверстия  $\varnothing 28$  и торца  $\varnothing 125$  в пределах 0,05 мм относительно оси поверхности  $\varnothing 125r7$ .

- Обеспечить допуск радиального биения отверстия  $\varnothing 30,5$  в пределах 0,05 мм относительно оси поверхности  $\varnothing 125r7$ .

- Обеспечить допуск торцевого биения поверхности  $\varnothing 127$  в пределах 0,05 мм относительно оси поверхности  $\varnothing 125r7$ .

- Обеспечить качество поверхностей: отверстие  $\varnothing 24$ , отверстие  $\varnothing 30$  и фаска  $\varnothing 31,8$  по Ra 1,6мкм, отверстие  $\varnothing 18$ , поверхности  $\varnothing 125$ ,  $\varnothing 127$ , фаска  $30^\circ \pm 3^\circ$  и отверстие М30-6Н по Ra 3,2мкм, остальные поверхности по Ra 6,3мкм;

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЁ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

### 2.1. Определение типа производства

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций ( $K_{30}$ ) [6, с. 33]:

Тип производства  $K_{30}$

Массовое.....1

Серийное:

крупносерийное.....св. 1 до 10

среднесерийное.....св. 10 до 20

мелкосерийное.....св. 20 до 40

Единичное..... св. 40

Таблица 5 - Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали кг.	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	<10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	200000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000- 50 000	50 000-100 000	100000
2,5-5,0	<10	10- 500	500- 35000	35 000- 75 000	75000
5,0-10	<10	10- 300	300- 25000	25 000- 50 000	50000
>10	<10	10- 200	200- 10000	10000- 25000	25000

При массе детали  $m_{\text{дет}}=5,30$  кг и годовой программе выпуска  $N=965$  шт., примем тип производства - среднесерийное.

Определим тип производства по коэффициенту закрепления операций  $K_{30}$ .

Коэффициентом закрепления операций  $K_{30}$  определяемого по формуле [6, с. 33]:

$$K_{30} = \sum O / \sum P, \quad (1)$$

где  $\sum O$  - суммарное число различных операций, закреплённых за каждым рабочим местом;

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Годовая программа выпуска  $N=965$  шт.

Располагая данными о штучном времени (см. п. 3.6), определим количество станков по [6, с. 33]:

$$m_p = N \cdot T_{\text{шт}} / (60 \cdot F_d \cdot \eta_{z.n.}), \quad (2)$$

где  $F_d=3946$  ч. – годовой фонд времени при 2-х сменной работе оборудования;

$\eta_{z.n.} = 0,85$  – нормативный коэффициент загрузки;

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

Определим фактический коэффициент загрузки  $\eta_{z.f.}$  по [6, с. 33]:

$$\eta_{z.f.} = m_p / P \quad (3)$$

Количество операций по формуле [6, с. 33]:

$$O = \eta_{z.n.} / \eta_{z.f.} \quad (4)$$

Рассчитаем  $K_{zo}$  для проектируемого варианта тех. процесса:

$m_p = 965 \cdot 31,2 / (60 \cdot 3946 \cdot 0,85) = 0,150$ ; приму  $P=1$ ;

$\eta_{z.f.} = 0,150 / 1 = 0,150$ ;  $O = 0,75 / 0,150 = 5$ , примем  $O=5$ .

Тогда по (1):

$K_{z.o.} = 5 / 1 = 5$ , что соответствует крупносерийному типу производств.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий изготовленных периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска.

В зависимости от объема выпуска изделий серийное производство делится на: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Широко применяются специальные станки, полуавтоматы, автоматы и станки с ЧПУ. Технологические процессы разрабатываются подробно, следовательно, повышается производительность, и время изготовления детали уменьшаются.

Оборудование располагается по ходу технологического процесса. В серийном производстве большая часть оборудования, приспособлений и

инструмента специализированный. Квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве.

Количество деталей в партии:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (5)$$

где  $a$  – периодичность поступления заготовок,  $a=3$  дня [6, с. 33].

Тогда по (5):

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{965 \cdot 3}{254} = 11 \text{ шт.}$$

## 2.2. Выбор заготовки и методов её получения

Исходные данные:

- масса детали 5,30 кг;
- габариты детали:  $\varnothing 145 \times 51$  мм.
- материал – сталь 35 ГОСТ 1050-2013 ( $\sigma_B = 530$  МПа);
- годовое число деталей 965 шт.

Учитывая заданный материал – сталь 35, требуемой точностью изготовления заготовки - для данной детали «Крышка цилиндра» мы выбираем способ получения заготовки – на кривошипном горячештамповочном прессе, открытая штамповка.

Данный способ получения заготовок соответствует серийному типу производства, дает высокую производительность труда, отвечает нормам безопасности.

*Определим исходный индекс заготовки.*

Определим массу детали по формуле [6, с. 48]:

$$m_d = V_{\text{общ}} \cdot \rho, \quad (6)$$

где  $V_{\text{общ}}$  – общий объём детали,  $\text{мм}^3$   $V_i = \frac{\pi \cdot d_i}{4} \cdot l_i$ ;

$\rho$  – удельный вес материала, для стали 35  $\rho=0,0785 \text{ г/мм}^3$ .

Тогда:

$$V_{\text{общ}} = V_1 + V_2 - V_3 - V_4 - V_5 - V_6 - V_7 = \frac{3,14 \cdot 145^2}{4} \cdot 39 + \frac{3,14 \cdot 125^2}{4} \cdot 12 - \frac{3,14 \cdot 90^2}{4} \cdot 10 - \frac{3,14 \cdot 32^2}{4} \cdot 14 - \frac{3,14 \cdot 24^2}{4} \cdot 9 - \frac{3,14 \cdot 18^2}{4} \cdot 8 - \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \cdot 54 = 705686 \text{ мм}^3$$

$$m_d = 705686 \cdot 0,00781 = 5300 \text{ г} = 5,30 \text{ кг}$$

Ориентировочную величину расчетной массы поковки  $M_{\text{пр}}$  допускается вычислять по формуле:

$$M_{\text{пр}} = m_d \cdot K_p, \quad (7)$$

где  $m_d$  – масса детали, кг.;

$K_p$  – расчетный коэффициент, примем  $K_p = 1,35$  [6].

Тогда по (7):

$$M_{\text{пр}} = 5,30 \cdot 1,35 = 7,16 \text{ кг}$$

Масса заготовки  $m_z = 7,16$  кг. По содержанию легирующих элементов сталь 35 относится к группе сталей М1 [6, с. 48]. По соотношению объема детали к объему элементарной фигуры в которую вписывается деталь  $V_{\text{дет}}/V_{\text{заг}} = 705686/8417336 = 0,838$  степень сложности С1 [6, с.47]. Класс точности поковки Т4 [6, с. 49]. При массе заготовке 7,16 кг исходный индекс заготовки равен 12 [6, с. 50 табл. 3].

### 2.2.1. Сравнение вариантов выбора заготовки

Из результатов проведенных расчетов и уточнения метода следует, что наиболее рациональным способом получения заготовки для переходника является штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе, обеспечивающая меньшую технологическую себестоимость детали и более высокий коэффициент использования материала.

$$C_3 = M \cdot C_m - M_0 - C_0 + C_{\text{зч}} \cdot T_{\text{шт}} \cdot \left(1 + \frac{C_u}{100}\right), \quad (8)$$

где  $M$  – масса заготовки, кг.;

$C_m$  – цена на материал в зависимости от метода получения заготовки;

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



$M_0$  – масса отходов материала, кг;

$\Pi_0$  – цена 1 кг отходов, руб.;

$C_{зч}$  – средняя часовая зарплата основных рабочих по тарифу, р./чел-ч;

$T_{шт}$  – штучно-калькуляционное время обработки заготовки, ч.;

$C_{ц}$  – цеховые накладные расходы, руб.

Данные для расчета стоимости заготовки по вариантам в табл. 6.

Таблица 6 – Сравнение способов получения заготовки

Общие исходные данные	Наименование показаний	1-й вариант	2-й вариант
Материал детали Ст35	Вид заготовки	Прокат	Штамповка
Масса детали 5,30кг	Класс точности	-	T4
Годовая программа N=965кг	Степень сложности	-	C1
	Масса заготовки	9,58	7,16
Тип производства - серийный	Стоимость 1 тонны заготовки	45652	53652
	Стоимость 1 тонны стружки	9000	9000
	Коэффициент использования материала	0,553	0,740

Тогда по формуле (8):

$$C_{з1} = 9,58 \cdot 45,652 - 4,28 \cdot 9,0 + 0,638 \cdot 0,5 \cdot \left(1 + \frac{80}{100}\right) = 399,4 \text{ руб.}$$

$$C_{з2} = 7,16 \cdot 53,652 - 1,86 \cdot 9,0 + 0,638 \cdot 0,9 \cdot \left(1 + \frac{80}{100}\right) = 368,2 \text{ руб.}$$

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовки:

$$\Delta z = (C_{з1} - C_{з2}) \cdot N$$

$$\Delta z = (399,4 - 368,2) \cdot 965 = 30108 \text{ руб. р}$$

## 2.3. Расчет припусков

### 2.3.1. Расчётный метод определения припусков на отверстие $\varnothing 24H8$

Заготовка – штамповка на ГКМ.

Материал – сталь 35 ГОСТ 1050-2013.

Масса заготовки  $m_3=7,16$  кг.

Определим припуск на размер отверстия  $\varnothing 24H8^{+0,033}$ .

Технологический маршрут обработки поверхности  $\varnothing 24H8^{+0,033}$ :

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

Определим элементы припуска [1, с. 186 табл. 14 и с. 188 табл. 25] и занесем в таблицу 7.

Определим пространственные отклонения заготовки по [12, с. 67 табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (9)$$

где  $\rho_{см}$  - смещение поверхностей, примем 1,8мм;

$\rho_{кор}$  - коробление поверхностей, определим по формуле [1]:

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot \ell = 0,23 \cdot 51 = 1,2 \text{ мм.}$$

Тогда по (9):

$$\rho_3 = \sqrt{1,8^2 + 1,2^2} \approx 2,16 \text{ мм} = 2160 \text{ мкм}$$

Остаточные пространственные отклонения [2, с. 37]:

- после чернового растачивания:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_3 = 0,06 \cdot 2160 = 130 \text{ мкм}$$

- после чистового растачивания:

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho_3 = 0,04 \cdot 2160 = 86 \text{ мкм}$$

Погрешность установки определим по [12, с. 75 табл. 4.10] и занесем в таблицу 7.

Расчетный минимальный припуск определим по формуле [1]:

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (10)$$

Графу  $D_p$  заполняем, начиная с последнего (чертежного) размера путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого перехода.

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Графу  $D_{min}$  получаем по расчетным размерам, округленным до точности допуска перехода.

Графу  $D_{max}$  определим путем сложения допусков к минимальным размерам  $D_{min}$ .

Результаты занесем в таблицу 7.

Определим минимальные значения припусков по формуле [1]:

$$Z_{min}^{np} = D_{min i}^{np} - D_{min i-1}^{np} \quad (11)$$

Максимальные значения припусков определим по формуле [1]:

$$Z_{max}^{np} = D_{max}^{np} - D_{max i-1}^{np} \quad (12)$$

Результаты вычислений занесем в таблицу 7.

Общий номинальный припуск:

$$2 \cdot Z_{оном} = 2 \cdot Z_{оmin} + \frac{\sigma_3}{2} - \sigma_3 = 5,23 + \frac{3,2}{2} - 0,03 = 6,8 \text{ мм}$$

Произведем проверку правильности вычислений по формуле [1]:

$$Z_{max i}^{np} - Z_{min i}^{np} = \sigma_{i-1} - \sigma_i \quad (13)$$

$$0,286 - 0,240 = 0,084 - 0,033 = 0,046 \text{ мм}$$

$$0,484 - 0,353 = 0,21 - 0,084 = 0,126 \text{ мм}$$

$$5,03 - 3,34 = 1,9 - 0,21 = 1,69 \text{ мм}$$

На рисунке 2 изобразим графическую схему припусков и допусков.

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Таблица 7 - Расчет припусков и допусков на отверстие  $\varnothing 24H8^{(+0,033)}$

Технологические переходы обработки отверстия $\varnothing 24H8^{(+0,033)}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2 \cdot Z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мм	
	$R_z$	$h$	$\rho$	$\epsilon$				$D_{\min}^{np}$	$D_{\max}^{np}$	$2 \cdot Z_{\min}^{np}$	$2 \cdot Z_{\max}^{np}$
Заготовка	160	200	2160			112,962	3,2	18,20	20,10		
Черновое расточивание	50	50	130	100	2·2522	119,170	0,350	23,23	23,44	3,34	5,03
Чистовое расточивание	25	25	86	60	2·243	23,714	0,084	23,714	23,793	0,353	0,484
Тонкое растачивание	18	10		35	2·143	24,0	0,033	24,0	24,033	0,240	0,286

$$2 \cdot Z_{0\min} = 3,934 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{0\max} = 5,800 \text{ мм}$$

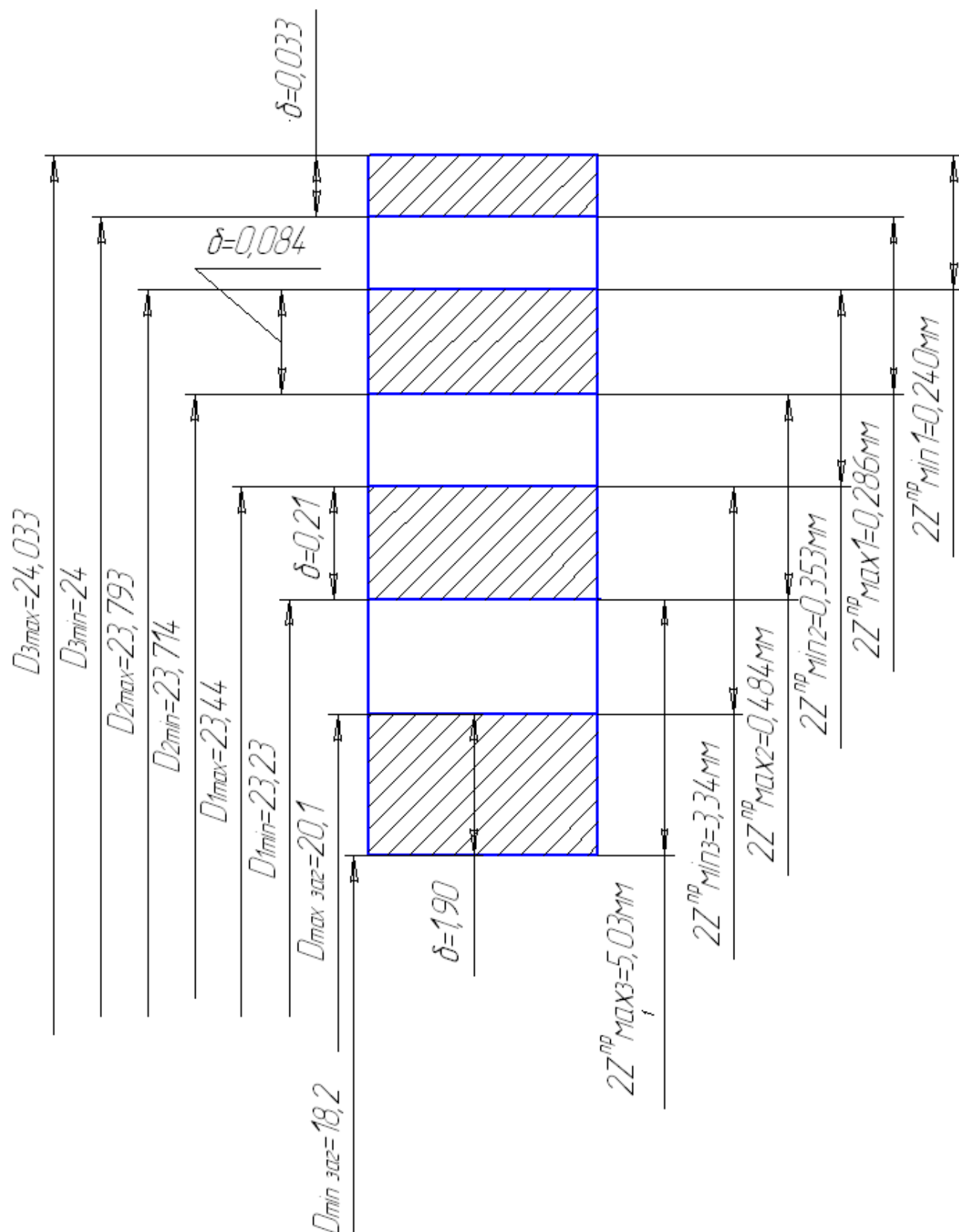


Рисунок 2 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия  $\phi 24H8$

### 2.3.2. Табличный метод расчета припусков

На остальные поверхности детали (см. рисунок 3) припуски назначим по [12, с. 184-189, табл. 27 и 28], а результаты занесем в таблицу 8.

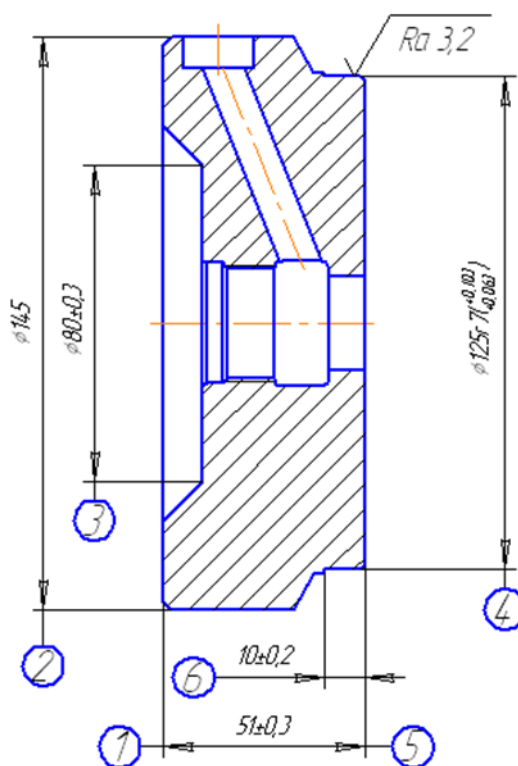


Рисунок 3 – Эскиз детали «Крышка цилиндра»

Таблица 8 - Припуски и допуски на обработку поверхностей детали

Технологические переходы	Поверхность	Припуск	Размер	Отклонения
1	2	3	4	5
Заготовка - штамповка	1	2,5	56	+1,2 -0,5
	2	2,5	150	+1,8 -1,0
	3	2,0	76	+1,2 -0,5
	4	2,5	130	+1,8 -1,0
	5	2,5	56	+1,2 -0,5
	6	2,0	10,5	+0,8 -0,3

Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5
Точение черновое	1	2,5	51	+0,3 -0,3
	2	2,5	145	+0 -1,0
	3	2,0	80	+0,3 -0,3
	4	2,1	126	+0 -0,25
	5	2,5	51	+0,3 -0,3
	6	2,0	10	+0,2 -0,2
Точение чистовое	4	0,30	125,2	-0,10
Точение тонкое	4	0,10	125,0	+0,103 +0,063

### 3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ЦИЛИНДРА» НА ТОКАРНОМ ЦЕНТРЕ С ЧПУ DMG STX BETA 800TC

#### 3.1. Выбор технологических баз

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках. Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления.

Выделяют основные и вспомогательные технологические базы, черновые и чистовые базы. К основным технологическим базам относят поверхность  $\varnothing 125r7$  и правый торец с фаской  $30^\circ \pm 3^\circ$ . К вспомогательным базам относят отверстия  $\varnothing 24H8$ , поверхности  $\varnothing 145$ , отверстие  $\varnothing 18H8$  и правый торец.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первой операции, когда отсутствуют обработанные поверхности.

В нашем случае черновой базой будет торец «А» и поверхность «Б».

Торец «А» лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), а поверхность «Б» – 2-х степеней свободы (двух перемещений). Таким образом, базирование не полное.

Схема чернового базирования в т.п. показана на рисунке 4.

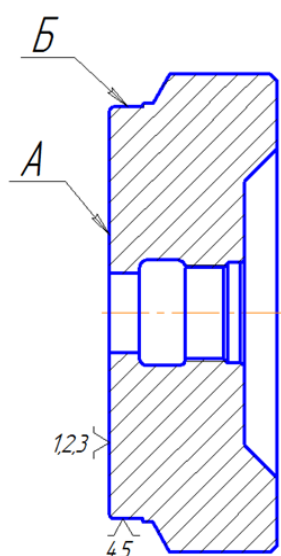


Рисунок 4 – Черновые базы технологического процесса



Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовыми базами является торец «В» и поверхность «Г».

Торец «В» – лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), поверхность «Г» лишает деталь 2-х степеней свободы (двух перемещений). Таким образом, базирование не полное.

Чистовое базирование в т. п. представлено на рисунке 5.

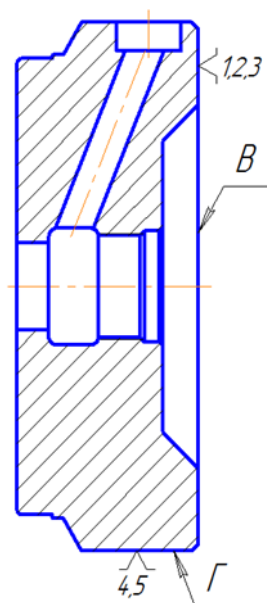


Рисунок 5 – Чистовые базы технологического процесса

### 3.2. Выбор методов обработки поверхностей

На рисунке 6 обозначим обрабатываемые поверхности и назначим на них методы обработки.

Методы обработки будем выбирать по таблицам экономической точности [1, с. 150 табл. 3]:

Правые и левые 6 и 7 (рис. 3) :

- точение черновое;

Отверстия 4 и 8 (рис. 3):

- точение черновое;

- точение чистовое.

Отверстие 10 (рис. 3):

- точение и нарезание резьбы;

Поверхности 1, 2 и 11 (рис. 3):

-точение однократное;

Поверхность 3 (рис. 3):

-точение черновое;

-точение чистовое;

-точение тонкое.

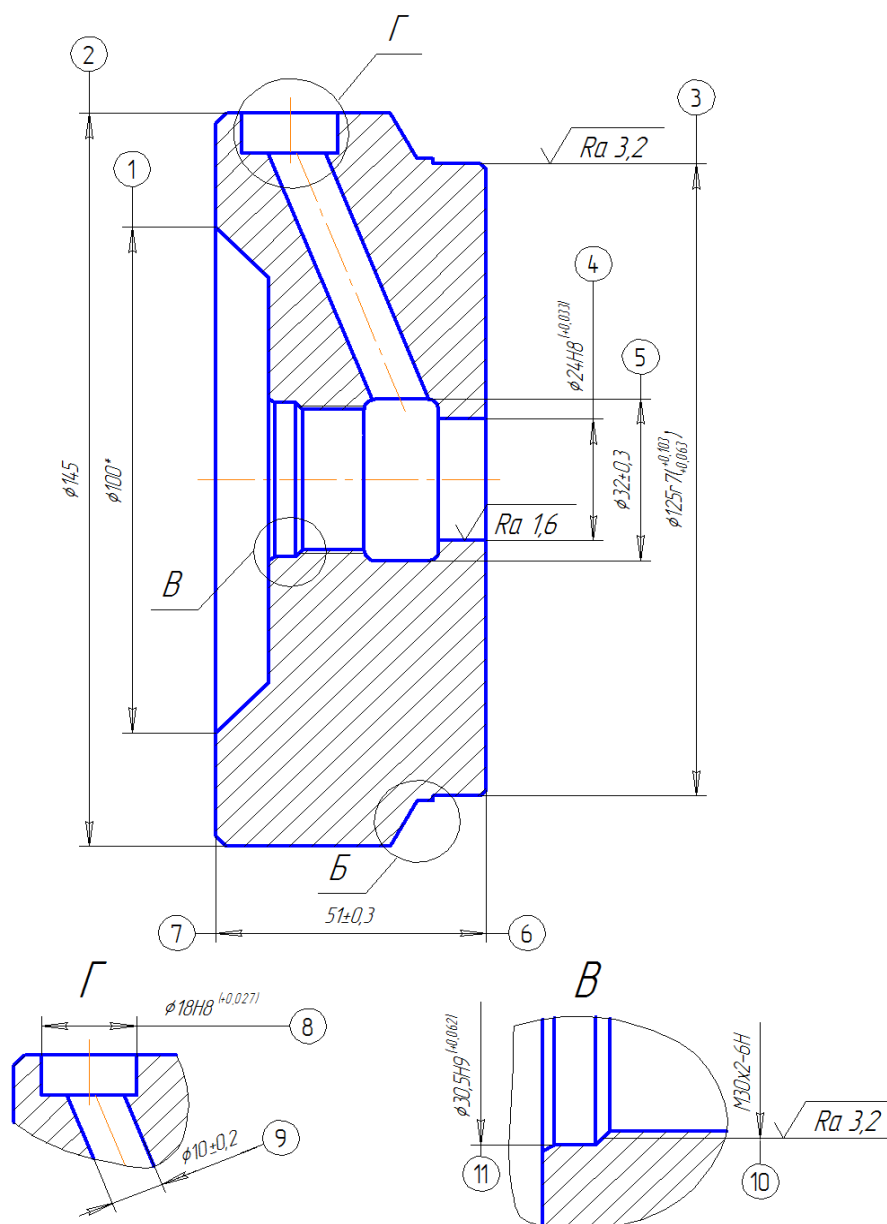


Рисунок 6 – Эскиз детали «Крышка цилиндра»

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Отверстие 5:

-точение однократное;

Отверстие 9:

-сверление;

Поверхность 3:

-точение черновое;

-точение чистовое;

-точение тонкое.

### 3.3. Разработка технологического маршрута обработки детали

Основными задачами обработки резанием является изготовление с заданной производительностью деталей требуемого качества из выбранных конструкторами материалов при минимально возможных производственных затратах.

В зависимости от этих требований разрабатывается технологический процесс обработки, выбирается оборудование и режущий инструмент.

Разработанный технологический процесс: маршрут обработки детали, выбор оборудования показано в таблице 9.

Таблица 9 – Проектный вариант обработки детали «Крышка цилиндра»

№ опер	Содержание операции	Оборудование
1	2	3
005	Установ А (рис. 3) Точить торец 7 и поверхность 1. Точить поверхность 2. Расточить отверстия 10, 11, 4. Расточить отверстие 5. Нарезать резьбу в отверстии 10. Фрезеровать отверстие 8. Сверлить отверстие 9.	Токарный центр с ЧПУ

## Окончание таблицы 9

1	2	3
005	<p>Установ Б (рис. 3)</p> <p>Точить торец 6.</p> <p>Точить поверхность 3 предв. и окончательно.</p> <p>Расточить отверстие 4.</p>	Токарный центр с ЧПУ
010	Промывка	Машина моечная
015	Контроль	Стол контрольный

### 3.4. Выбор средств технологического оснащения

#### *Средства технологического оснащения*

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование; технологическая оснастка (в том числе инструменты и средства контроля); приспособление, средства механизации и автоматизации технологических процессов [6, с. 77].

#### *Выбор оборудования*

Выбор типа станка сочетается с его возможностями обеспечить технические требования, формы и качества обрабатываемых поверхностей.

При выборе станка особое внимание следует обратить на использование обрабатывающих центров с ЧПУ, являющихся одним из основных средств автоматизации механической обработки в машиностроении.

В дипломном проекте предлагается использовать токарный центр с ЧПУ модели CTX BETA 800TC (Производитель: DMG MORI).

CTX beta 800TC — это компактный высокопроизводительный токарный станок с концепцией TWIN для комплексной обработки частей штоков, валов и патронов по 4 осям. На этом токарном станке можно точить детали среднего размера по 4 осям.

Современная общая концепция с системой жидкостного охлаждения для

главного шпинделя и контршпинделя, дополнительные револьверные головки, включая ось Y и прецизионный интерфейс TRIFIX®, а также запатентованный ход в горизонтальной плоскости (опция) контршпинделя/задней бабки и удобное программное обеспечение Siemens 840D обеспечивают повышение производительности до 20 процентов по сравнению с предыдущими аналогичными станками. Занимает еще меньше места.

#### Описание токарного центра модели CTX BETA 800ТС:

- интегрированный шпиндель-двигатель с системой водяного охлаждения на главном шпинделе и контршпинделе;
- 2 револьвера на 12 мест VDI 40 Direct Drive с максимальной частотой вращения: 10000 об/мин для быстрого съема металлов (опция);
- ось Y на обеих револьверных головках (верхняя  $\pm 60$  мм, нижняя  $\pm 40$  мм) (опция) для комплексной обработки частей штоков, валов и патронов;
- револьвер с прецизионным интерфейсом TRIFIX© для быстрой наладки, увеличения точности и стабильности инструмента;
- запатентованный ход в горизонтальной плоскости (опция) контршпинделя/задней бабки для гибкого использования рабочей зоны.
- короткое время обработки с быстрым перемещением до 45 м/мин;
- простое и быстрое программирование благодаря Siemens ShopTurn 3G;
- высокая стабильность и постоянная точность, прочная конструкция, направляющие размера 45.

Технические характеристики токарного центра с ЧПУ модели CTX BETA 800ТС представлены в таблице 10 [20].

Таблица 10 - Характеристики токарного центра с ЧПУ модели CTX BETA 800ТС

1	2
Диаметр обработки детали над суппортом	410 мм
Длина обработки	800 мм
Скорость вращения основного шпинделя	0 - 5000 об/мин

# Окончание таблицы 10

1	2
Скорость вращения протившпинделя	0 - 6000 об/мин
Мощность главного привода	15 кВт
Мощность протившпинделя	15 кВт
Мощность привода вращающегося инструмента	14 кВт
Скорость вращения приводного инструмента	0 - 4000 об/мин
Дискретность задания перемещения	1 мкм
Перемещение по оси X	300 мм
Перемещение по оси Y	±60 мм
Перемещение по оси Z	800 мм
Количество инструментов в revolverной головке	12
Наибольшее сечение державки резца, мм	25x25
Система ЧПУ	Siemens 840Di
Масса станка	6100 кг
Габаритные размеры станка, LxVxH	3390 x 1890 x 1950 мм

На рисунках 7 и 8 показан токарный центр с ЧПУ модели CTX BETA 800ТС и компоновка станка [20].



Рисунок 7 – Токарный центр с ЧПУ модели CTX BETA 800ТС

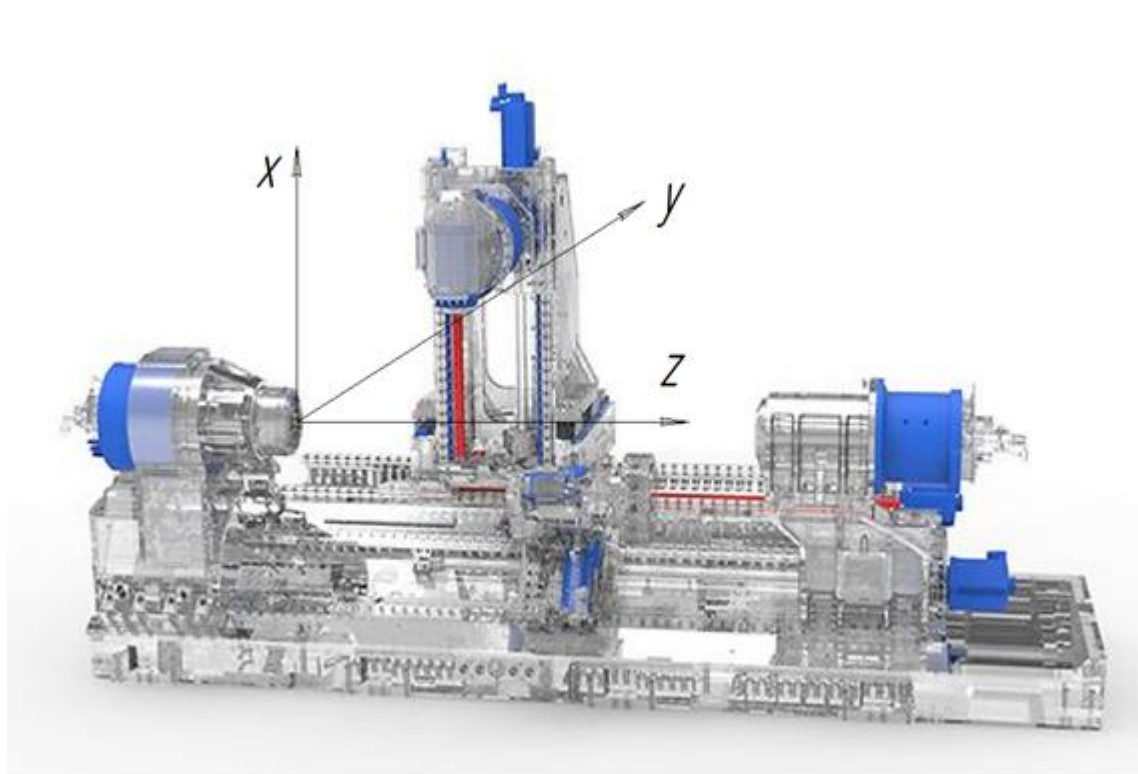


Рисунок 8 – Компоновка ТЦ модели СТХ БЕТА 800ТС без кожуха с указанием осей координат

### 3.5. Выбор режущего инструмента и режимов резания

Предлагается использовать режущий инструмент фирмы «Pramet» [15, 16, 17].

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «Pramet».

При выборе инструмента и «начальных» режимов резания, первым делом, необходимо определить принадлежность обрабатываемого материала к одной из шести групп. Эта классификация материалов ведется в соответствии со стандартом ISO 513: представители (материалы) каждой группы вызывают в процессе их обработки качественно одинаковый тип нагрузки на режущую кромку, и, соответственно, подобный тип износа.

Сталь 35 относится к группе материалов – P1 [15, с. 226].

На рисунке 9 показан скриншот выбора материала из каталога фирмы «Pramet» [15, с. 226].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУППЫ ОБРАБАТЫВАЕМОГО МАТЕРИАЛА	
<p>При выборе инструмента и „начальных“ режимов резания, первым делом, необходимо определить принадлежность обрабатываемого материала к одной из шести групп. Эта классификация материалов ведется в соответствии со стандартом ISO 513: представители (материалы) каждой группы вызывают в процессе их обработки качественно одинаковый тип нагрузки на режущую кромку, и, соответственно, подобный тип износа. Первым шагом предстоит определить принадлежность материала заготовки к одной из групп согласно таблице №1.</p>	
Таблица № 1	
<b>Р</b>	<p>Углеродистые (нелегированные) стали (Сталь 3, Сталь 45)</p> <p>Легированные стали (18ХГ, 12ХМ, 12ХН2)</p> <p>Ферритные стали (12Х13, 20Х13)</p> <p>Инструментальные стали углеродистые (У10, У12)</p> <p>Легированные инструментальные стали (9ХГ, ХВГ, 5ХНМ)</p> <p>Стали для отливок обыкновенные (30Л, 40Л)</p> <p>Низко- и среднелегированные стали для отливок (35Г, 30ГСЛ, 35ГЛ)</p> <p>Ферритные и мартенситные коррозионностойкие стали (12Х13, 15Х13Л, 20Х13)</p>
<b>М</b>	<p>Аустенитные и ферритно-аустенитные</p> <p>Коррозионностойкие стали, жаростойкие и жаропрочные стали</p> <p>Стали немагнитные и износостойкие (17Х18Н9, 08Х18Н10)</p>
<b>К</b>	<p>Серый чугун нелегированный и легированный (СЧ24, СЧ25, СЧ20)</p> <p>Чугун с шаровидным графитом (высокопрочный чугун) (ВЧ40, ВЧ42-12, ВЧ80)</p> <p>Ковкий чугун (КЧ33-8, КЧ35-10)</p>
<b>Н</b>	<p>Термообработанные стали HRC 48÷60</p> <p>Упрочненные (кокильные) чугуны HSh 55÷85</p>

226



Рисунок 9 - Скриншот выбора материала из каталога фирмы «Pramet»

**Операция 005 Комплексная с ЧПУ**

**Установ А**

Переход 1. Точить торец 7 и поверхность 1. Точить поверхность 2.

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32



Токарный резец для наружной обработки СКJNL 2020K16 [15, с. 7], где обозначено: С – способ крепления СМП (прихватом сверху), К – форма пластины (ромб 55°), J – главный угол в плане (93°), N – задний угол пластины (0°), L – направление резания (левое), 20 – высота державки (20мм), 20 – ширина державки (20мм), К – длина державки (125мм), 16 – размер пластины (16мм) [15, с. 4] (рис. 10).

Размеры резца:  $h=b=20\text{мм}$ ,  $h_1=20\text{мм}$ ,  $f=30\text{мм}$ ,  $l_1=125\text{мм}$  [15, с. 7].

Пластина KNUX 160405 EL-72 6630 [15, с. 158],

где обозначено: К - форма пластины (ромб 55°), N - задний угол пластины (равен 0°), U – класс точности, X – исполнение СМП (специальная), 16 – номинальная длина режущей кромки, 04 – толщина (4,76мм), 05 – радиус при вершине, E – исполнение режущей кромки (закругленные грани), L – направление подачи, 6630 – материал пластины [15, с. 140-141].

Материал пластины 6630 – наиболее универсальный материал серии 6000, функционально градиентный субстрат, покрытие средней толщины с несущим слоем TiCN, от чистового до чернового точения, обработка материалов групп P, M, K и S, средние скорости резания, непрерывное и прерывистое резание [15, с. 281].

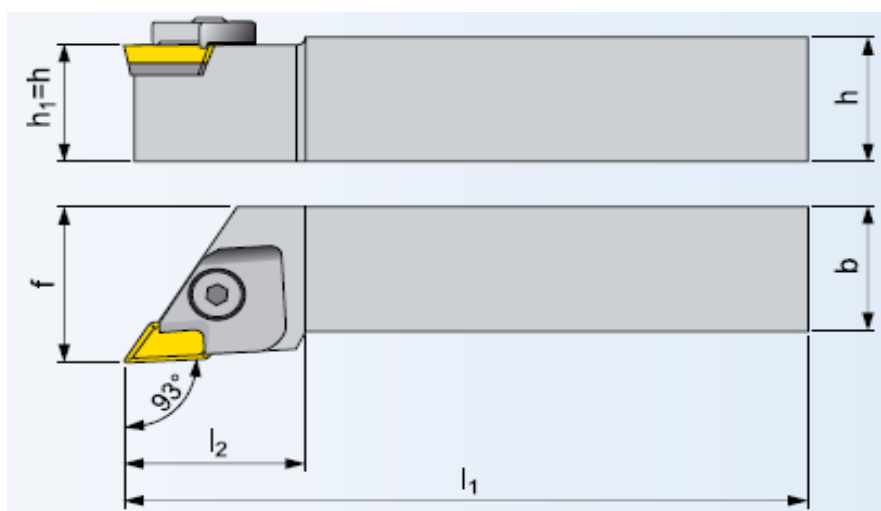


Рисунок 10 - Токарный резец для наружной обработки

Рекомендуемые режимы резания:  $a_p=0,5\ldots 4\text{мм}$ ,  $f=0,15\ldots 0,40\text{мм/об}$  [15, с. 158],  $V_c=230\text{м/мин}$  [15, с. 289 табл. 8b].

Переход 2. Расточить отверстия 10, 11, 4 (предварительно).

Токарный резец для внутренней обработки S25T-PDUNL 11 [15, с. 50] (рис. 11).

Размеры резца:  $d=25g7$ ,  $f=17\text{мм}$ ,  $b=h=23\text{мм}$ ,  $l_1=300\text{мм}$  [15, с. 135].

Пластина DNMW 11T304 6605 [15, с. 154].

Рекомендуемые режимы резания:  $a_p=0,3\ldots2,9\text{мм}$ ,  $f=0,05\ldots0,24\text{мм/об}$  [15, с. 154],  $V_c=230\text{м/мин}$  [15, с. 289 табл. 8b].

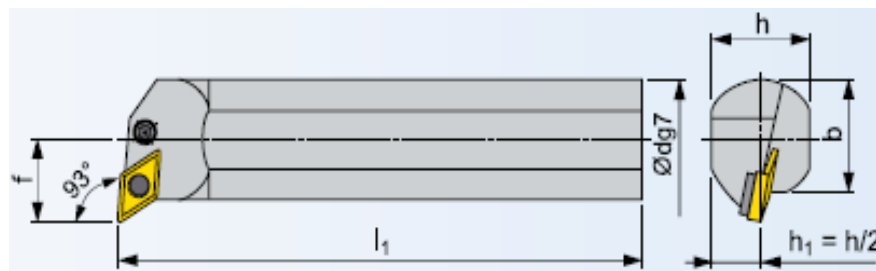


Рисунок 11 - Токарный резец для внутренней обработки

Переход 3. Расточить отверстие 5.

Токарный резец для обработки канавок F25SGGFL 0413 [15, с. 121] (рис. 12).

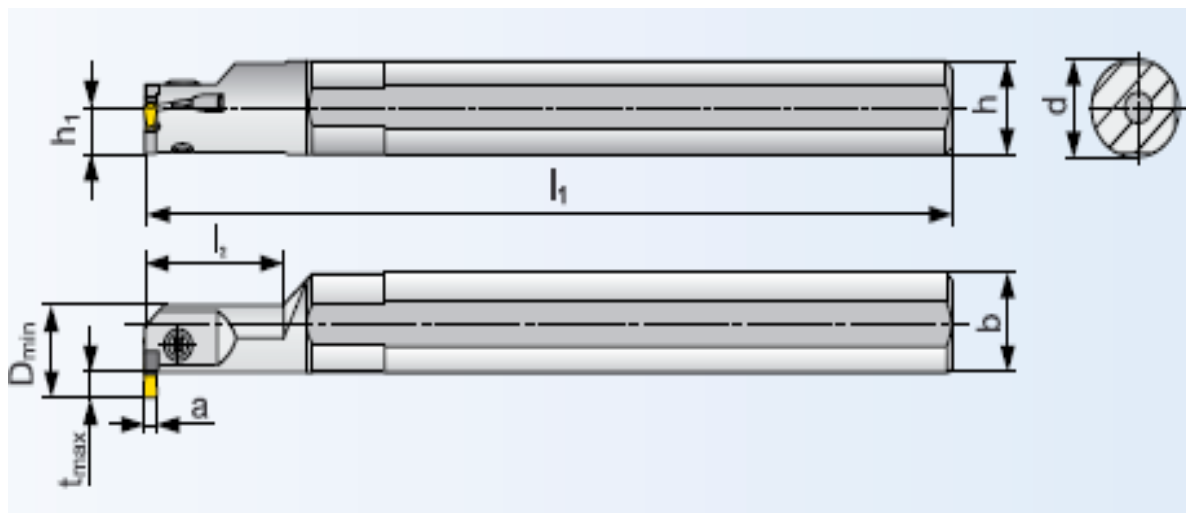


Рисунок 12 - Токарный резец для обработки внутренних канавок

Размеры резца:  $h=b=25\text{мм}$ ,  $h_1=25\text{мм}$ ,  $l_1=150\text{мм}$  [15, с. 118].

Пластина LCMF 041304-F 8030 [15, с. 194].

Рекомендуемые режимы резания:  $a_p=0,5\ldots4\text{мм}$ ,  $f=0,05\ldots0,25\text{мм/об}$  [15, с. 195],  $V_c=150\text{м/мин}$  [15, с. 289 табл. 8b].

Переход 4. Нарезать резьбу в отверстии 10.

Токарный резец для нарезания резьбы в отверстиях SIL 1416 N 16-1 [15, с. 137] (рис. 13).

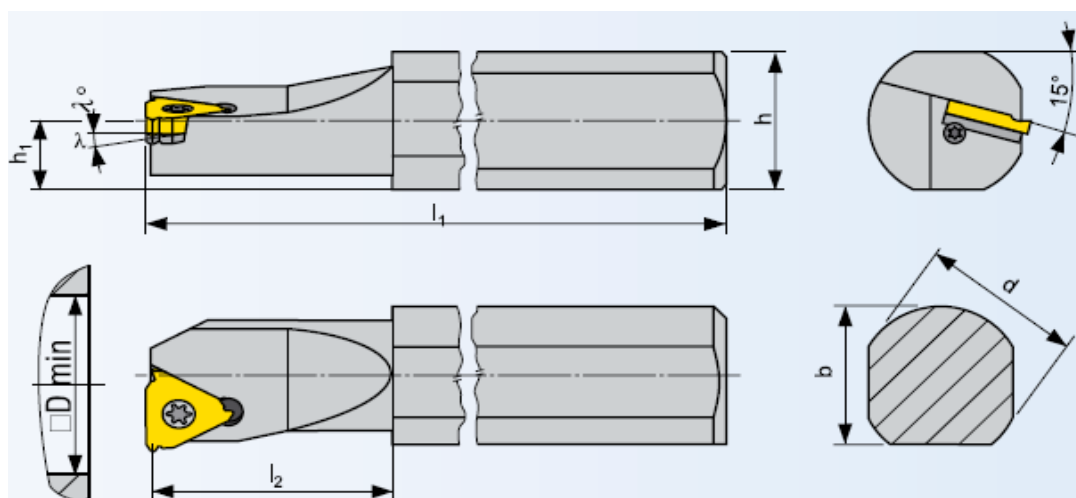


Рисунок 13 - Токарный резец для нарезания резьбы в отверстиях  
Размеры резца:  $b=14\text{мм}$ ,  $d=16\text{мм}$ ,  $h=14,5\text{мм}$ ,  $h_1=7,5\text{мм}$   $l_1=160\text{мм}$  [15, с. 137].

Пластина TN 16NL160ZZ 8030 [15, с. 200].

Рекомендуемые режимы резания:  $a_p=0,5\ldots 4\text{мм}$ ,  $f=0,05\ldots 0,25\text{мм/об}$  [15, с. 195],  $V_c=150\text{м/мин}$  [15, с. 289 табл. 8b].

Переход 5. Фрезеровать отверстие 8.

Фреза 18E3S100-38A18 SUMA [17, с. 21] (рис. 14),

где обозначено 18 – диаметр фрезы, E – тип фрезы (концевая), 3 – число зубьев, S – вариант исполнения (стандартный), 100 – длина фрезы, 38 – длина режущей части, A – тип хвостовика (цилиндрический), 18 – диаметр хвостовика (18мм) [17, с. 3].

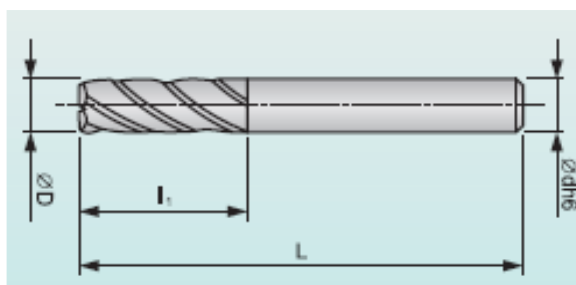


Рисунок 14 – Фреза цельная твердосплавная

Размеры фрезы:  $L=100\text{мм}$ ,  $l_1=38\text{мм}$ ,  $Z=3$ ,  $D=18\text{мм}$ ,  $d=18\text{h6}$  [17, с. 21].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,18\text{мм/об}$ ,  $V_c=80\text{м/мин}$  [17, с. 22].

Материал фрезы – твердый сплав MICRO GRAIN (субмикронный субстрат 90%WC, 10%Co) [17, с. 6].

Переход 6. Сверлить отверстие 9.

Сверло 305DA-10.0-49-A10 [16, с. 18] (рис. 15),

где обозначено 3 – монолитное сверло, 05- приблизительная длина ( $L=5D$ ), D – вариант сверла (обычное), A – с внутренним подводом СОЖ, 10.0 – диаметр режущей части, 49 – максимальная длина сверления, A – тип хвостовика (цилиндрический), 10 – диаметр хвостовика (10мм) [16, с. 3].

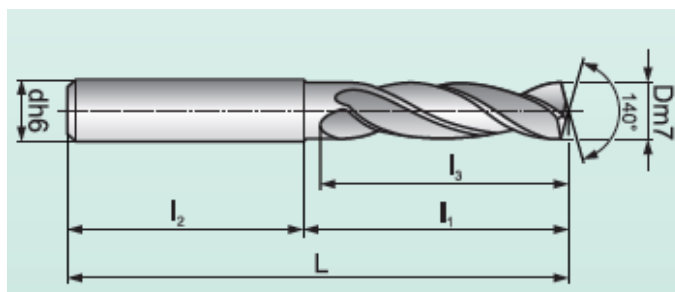


Рисунок 15 – Сверло цельное твердосплавное

Размеры сверла:  $L=103\text{мм}$ ,  $l_1=63\text{мм}$ ,  $l_2=40\text{мм}$ ,  $l_3=61\text{мм}$ ,  $d=10\text{h6}$  [16, с. 16].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,27\text{мм/об}$ ,  $V_c=80\dots150\text{м/мин}$  [16, с. 48].

**Установ Б** (противопиндель)

Переход 1. Точить торец 6, точить поверхность 3.

Токарный резец для наружной обработки СКJNR 2020K16 [15, с. 7].

Размеры резца:  $h=b=20\text{мм}$ ,  $h_1=20\text{мм}$ ,  $f=30\text{мм}$ ,  $l_1=125\text{мм}$  [15, с. 7] (рис. 10).

Пластина KNUX 160405 ER-72 6630 [15, с. 158].

Рекомендуемые режимы резания:  $a_p=0,5\dots4\text{мм}$ ,  $f=0,15\dots0,40\text{мм/об}$  [15, с. 158],  $V_c=275\text{м/мин}$  [15, с. 289 табл. 8b].

Переход 2. Расточить отверстие 4 (окончательно).

Токарный резец для внутренней обработки S25T-PDUNR 11 [15, с. 50]

(рис. 11).

Размеры резца:  $d=25\text{г}7$ ,  $f=17\text{мм}$ ,  $b=h=23\text{мм}$ ,  $l_1=300\text{мм}$  [15, с. 135].

Пластина DNMW 11T304 6605 [15, с. 154].

Рекомендуемые режимы резания:  $a_p=0,3\dots2,9\text{мм}$ ,  $f=0,05\dots0,40\text{мм/об}$  [15, с. 154],  $V_c=230\text{м/мин}$  [15, с. 289 табл. 8b].

Выбранные элементы режима резания занесем в таблицу 11.

Таблица 11 - Элементы режима резания по переходам

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	Sm, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
<b>Операция 005 Комплексная с ЧПУ</b>					
<b>Установ А</b>					
Переход 1	2,5	0,40	184	461	210
Переход 2	3,0	0,24	100	418	210
Переход 3	2,55	0,12	179	1493	150
Переход 4	1,55	2,0	3184	1592	150
Переход 5	9,0	0,18	255	1415	80
Переход 6	5,0	0,27	1032	3822	120
<b>Установ Б</b>					
Переход 1	2,5	0,40	214	535	210
	0,25	0,12	69	576	230
Переход 2	0,25	0,12	366	3052	230

### 3.6. Расчет технических норм времени

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

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_в + t_{об} + t_{от}, \quad (13)$$

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

$T_{шт}$  – штучное время на операцию, мин.;

$n$  – количество деталей в партии,  $n=11$  шт.;

$t_0$  – основное время, мин.;

$t_в$  – вспомогательное время, мин.;

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

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

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

$$t_{\text{в}} = t_{\text{ус}} + t_{\text{з.о}} + t_{\text{уп}} + t_{\text{и.з}}, \quad (14)$$

где  $t_{\text{ус}}$  - время на установку и снятие детали, мин.;

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

$t_{\text{уп}}$  - время на приемы управления, мин.;

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

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [9, с. 99]:

$$t_{\text{об}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}}, \quad (15)$$

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

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

Основное время [6, с. 100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_M} \cdot i, \quad (16)$$

где  $l$  - расчетная длина, мм.;

$i$  - число рабочих ходов.

Расчетная длина [6, с. 101]:

$$l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}, \quad (17)$$

где  $l_0$  - длина обработки поверхности, мм.;

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

$l_{\text{пер}}$  - величина перебега, мм.

Определим  $T_{\text{ш-к}}$  на операцию 005 Комплексная с ЧПУ.

### **Операция 005 Комплексная с ЧПУ**

#### **Установ А**

Переход 1. Точить торец 7 и поверхность 1. Точить поверхность 2.

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 105 \text{ мм.}$$

Величина врезания и перебега [12, с. 95]:  $l_{ep} + l_{nep} = 13 \text{ мм.}$

Тогда:

$$l = l_0 + l_{ep} + l_{nep} = 105 + 13 = 118 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{01} = \frac{118}{184} = 0,64 \text{ мин.}$$

Переход 2. Расточить отверстия 10, 11, 4 (предварительно).

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 43,2 \text{ мм. } l_{ep} + l_{nep} = 10,5 \text{ мм. } l = l_0 + l_{ep} + l_{nep} = 43,2 + 10,5 = 53,7 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{02} = \frac{53,7}{100} = 0,54 \text{ мин.}$$

Переход 3. Расточить отверстие 5.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 18 \text{ мм. } l_{ep} + l_{nep} = 15 \text{ мм.}$$

$$l = l_0 + l_{ep} + l_{nep} = 15 + 15 = 33 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{03} = \frac{33}{179} = 0,18 \text{ мин.}$$

Переход 4. Нарезать резьбу в отверстиях 10.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 11,7 \text{ мм. } l_{ep} + l_{nep} = 9 \text{ мм.}$$

$$l = l_0 + l_{ep} + l_{nep} = 11 + 9 = 20,7 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{04} = \frac{20,7}{3184} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 5. Фрезеровать отверстие 8.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 8 \text{ мм. } l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 5 \text{ мм.}$$

$$l = l_0 + l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 8 + 5 = 13 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{05} = \frac{13}{255} = 0,05 \text{ мин.}$$

Переход 6. Сверлить отверстие 9.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 53 \text{ мм. } l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 10 \text{ мм.}$$

$$l = l_0 + l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 53 + 10 = 63 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{06} = \frac{63}{1032} = 0,06 \text{ мин.}$$

Общее машинное время на установе А:

$$t_{\text{общА}} = 0,64 + 0,54 + 0,18 + 0,01 + 0,05 + 0,06 = 1,48 \text{ мин.}$$

### Установ Б

Переход 1. Точить торец 6, точить поверхность 3.

$$l_0 = 75 \text{ мм. } l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 12 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 75 + 12 = 87 \text{ мм.}$$

$$t_{01} = \frac{87}{214} = 0,41 \text{ мин.}$$

Чистовой проход:

$$l_0 = 12 \text{ мм. } l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 7 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 12 + 7 = 19 \text{ мм.}$$

$$t_{01''} = \frac{19}{69} = 0,28 \text{ мин.}$$

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Переход 2. Расточить отверстие 4 (окончательно).

$$l_0 = 9\text{мм. } l_{\text{ер}} + l_{\text{пер}} = 5\text{мм. } l = l_0 + l_{\text{ер}} + l_{\text{пер}} = 9 + 5 = 14\text{мм.}$$

$$t_{O2} = \frac{14}{366} = 0,04\text{мин.}$$

Общее машинное время на установе Б:

$$t_{\text{общБ}} = 0,41 + 0,28 + 0,04 = 0,73\text{мин.}$$

Общее машинное время на всей операции:

$$t_O = 1,48 + 0,73 = 2,21\text{мин.}$$

Определим элементы вспомогательного времени [6, с. 98]:

$$t_{\text{ус}} = 1,22 \text{ мин.}; t_{\text{уп}} = 11,25 \text{ мин.}; t_{\text{изм}} = 5,24 \text{ мин.}$$

Тогда:

$$t_B = 1,22 + 11,25 + 5,24 = 17,71 \text{ мин.}$$

Оперативное время [8, с. 101]:

$$t_{on} = t_O + t_B = 2,21 + 17,71 = 19,92 \text{ мин.}$$

Время технического обслуживания [12, с. 102]:

$$t_{\text{тех}} = \frac{6 \cdot t_{on}}{100} = \frac{6 \cdot 19,92}{100} = 1,20\text{мин.}$$

Время организационного обслуживания [8, с. 102]:

$$t_{\text{орг}} = \frac{8 \cdot t_{on}}{100} = \frac{8 \cdot 19,92}{100} = 1,59\text{мин.}$$

Время на отдых [8, с. 102]:

$$t_{om} = \frac{2,5 \cdot t_{on}}{100} = \frac{2,5 \cdot 19,92}{100} = 0,50\text{мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 19,92 + 1,20 + 1,59 + 0,50 = 28,38\text{мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [8, с. 216-217]:

$$T_{\text{п.з.}} = 31\text{мин.}$$

Тогда:

$$T_{шт-к} = \frac{31}{11} + 28,38 = 31,20 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени сведем в таблицу 11.

Таблица 12 – Нормы времени по переходам на операцию 005, мин.

Наименование операции, перехода, позиции	t <sub>о</sub>	t <sub>в</sub>	t <sub>тех</sub>	t <sub>орг</sub>	t <sub>отд</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>шт-к</sub>
<b>Операция 005</b>		17,71	1,20	1,59	0,50	23,21	26,03
<b>Комплексная с ЧПУ</b>							
<b>Установ А</b>							
Переход 1	0,64						
Переход 2	0,54						
Переход 3	0,18						
Переход 4	0,01						
Переход 5	0,05						
Переход 6	0,06						
<b>Установ Б</b>							
Переход 1	0,41						
	0,28						
Переход 2	0,04						

### 3.7. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали

Проектируемый технологический процесс механической обработки детали «Крышка цилиндра» предполагает использование токарного центра с ЧПУ модели СТХ ВЕТА 800ТС. Данный станок оснащен системой ЧПУ Siemens.

Системы ЧПУ Sinumerik выпускаются для широкого ряда станков с ЧПУ. Эти системы ЧПУ имеют широкий ряд опций для различных областей применения, от мелких мастерских до крупных предприятий аэрокосмической промышленности. Модель 840D обеспечивает максимально возможную производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на сложных многоосевых системах. Программное ядро системы ЧПУ (VNCK) позволяет производить расширенную симуляцию обработки на станке в NX

CAM или на виртуальных станках.

NX CAM обеспечивает расширенные возможности программирования, соответствующие широким возможностям систем ЧПУ Sinumerik. Для того чтобы постпроцессор обеспечивал оптимизированный вывод для систем ЧПУ Sinumerik в таких областях, как высокоскоростное резание или 5-осевая обработка, NX CAM сочетает автоматически выбираемые и пользовательские параметры.

Программное ядро VNCK, поставляемое с NX CAM в качестве дополнения, обеспечивает управляемое системой ЧПУ симуляцию для выполнения полной проверки программ и обеспечения точной оценки времени обработки. NX предлагает различные шаблоны постпроцессора и проверенные постпроцессоры, подходящие для широкого ряда станков с системами ЧПУ Sinumerik.

Данная система ЧПУ имеет простое, ориентированное на пользователя управление, которое позволяет достаточно быстро составлять программы и обладает следующими возможностями:

- программирование возможно непосредственно на ЧПУ или на внешних носителях (CAD/CAM);
- фрезерные циклы: круговые карманы, прямоугольные карманы, изогнутые карманы, плоское фрезерование;
- циклы сверления: простое сверление, сверление с выдержкой по времени, сверление глубоких отверстий, нарезание резьбы метчиком;
- высверливание рисунков: ряды отверстий, отверстия по кругу /сегменту, свободное позиционирование отверстия, прямоугольник/параллелограмм.

Запись информации в УП осуществляется по определенным правилам, которые указывают, как записывать информацию в каждом кадре УП, а также правила записи слов внутри каждого кадра.

В квалификационной работе управляющую программу разработаем на

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

005 операцию «Комплексная с ЧПУ» установ А. Операция 005 Установ А состоит из трех переходов:

1. Точить торец 7 и поверхность 1. Точить поверхность 2.
2. Расточить отверстия 10, 11, 4.
3. Расточить отверстие 5.
4. Нарезать резьбу в отверстии 10.
5. Фрезеровать отверстие 8.
6. Сверлить отверстие 9.

Для разработки управляющей программы необходимо:

- выбрать инструмент;
- выбрать режимы резания;
- рассчитать траекторию движения инструмента;
- определить координаты опорных точек.

Выбор режущего инструмента приведен в главе 3.5.

Режимы резания представлены в таблице 10.

Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек приведены на плакатах 3 и 4.

Инструментам присвоим номера Т1...Т6.

Управляющая программа для операции 005 Установ А представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Управляющая программа для операции 005 (Установ А)

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2
T1 D1	Выбор резца
G96 S210 Lims=500 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G0 X152 Z0	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами

Продолжение таблицы 13

1	2
G1 X50 F0.4 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
X80 Z-10	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X15	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
G0 Z3	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
X134	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 X145 Z-2 F0.4	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи
Z-47	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
M9 M5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X325 Z295	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T2 D1	Выбор расточного резца
G96 S210 Lims=600 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелки
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z,
G0 X31.8 Z-7	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
Z-10	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 X30.5 Z-11.3 F0.24 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
Z-15	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X26.9 Z-16.4	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-40.6	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X23.5	Движение к заданным координатам на рабочей подаче

Продолжение таблицы 13

1	2
Z-57	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
G0 X21 Z3	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X325 Z295	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T3 D1	Выбор канавочного резца
G96 S150 Lims=500 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G0 X25 Z3	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
Z-28	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 X32 F0.12 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
Z-42	Перемещение на рабочей подаче в точку с указанными координатами
X25	Перемещение на рабочей подаче в точку с указанными координатами
G0 Z3	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X325 Z295	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
.....	
M30	Окончание программы

## 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В выпускной квалификационной работе выполняется разработка технологического процесса детали «Крышка цилиндра» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 965 штук в год.

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

При разработке проекта были учтены: тип производства – среднесерийное; применен прогрессивный инструмент.

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали по двум вариантам – разрабатываемому варианту и по альтернативному (равновозможному) варианту.

По альтернативному варианту применяем токарно-фрезерный центр модели Lynx220LMSA и режущий инструмент фирмы «Iscar». По проектируемому варианту применяем токарно-фрезерный центр модели CTX beta 800 и инструмент фирмы «Pramet». Оба станка имеются на предприятии и позволяют выполнить обработку детали «Крышка цилиндра».

### 4.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [14]:

$$K = K_{об} + K_{про} \quad (18)$$

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

$K_{про}$  – капитальные вложения в программное обеспечение, руб.; т.к. предприятие располагает оборудованием для программирования станков с

ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

*Определяем количество технологического оборудования.*

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [14]:

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{BH} \cdot k_3}, \quad (19)$$

где  $t$  – штучно-калькуляционное время операции, ч.;

$N_{год}$  – годовая программа производства деталей, по проектируемому варианту  $N_{год}=965$  шт.;

$F_{об}$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

$k_{BH}$  – коэффициент выполнения норм времени,  $k_{BH} = 1,02$ ;

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства,  $k_3 = 0,75 \div 0,85$ .

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [14]:

$$F_{об} = F_n \left( 1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (20)$$

где  $F_n$  – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

$K_p$  – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

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

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):



- при трёхсменной работе (ОЦ с ЧПУ):

$$F_n = 1970 \cdot 3 = 5910 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (20), составляет:

$$F_{об} = 5910 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5378 \text{ ч.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени согласно раздела 3.6 по формуле (19). Данные по расчетам сводим в таблицу 14 по проектируемому варианту и таблицу 15 по альтернативному варианту.

$$C_{beta800} = \frac{0,52 \cdot 965}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,11 \text{ шт.}$$

$$C_{220LMSA} = \frac{1,07 \cdot 965}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,22 \text{ шт.}$$

После расчета всех операций значений ( $T_{шт. (шт-к)}$ ) и ( $C_p$ ) устанавливаем принятое число рабочих мест ( $C_n$ ), округляя для ближайшего целого числа полученное значение ( $C_p$ ) [14].

Таблица 14 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ( $T_{шт. (шт-к)}$ ), ч.	Расчетное количество станков, $C_p$	Принимаемое количество станков, $C_n$	Кз.ф.
Beta800	0,52	0,11	1	0,11
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 0,52$	0,11	$\Sigma C_n = 1$	

Таблица 15 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по альтернативному варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ( $T_{шт. (шт-к)}$ ), ч.	Расчетное количество станков, $C_p$	Принимаемое количество станков, $C_n$	Кз.ф.
220LMSA	1,07	0,22	1	0,22
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 1,07$	0,22	$\Sigma C_n = 1$	

### Определений капитальных вложений в оборудование.

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 16 по проектируемому варианту и в таблице 17 по альтернативному варианту.

Таблица 16 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	Beta 800	1	15	15	10563,4	-	-	-	10563,4
Итого		1		15					10563,4

Капитальные вложения в оборудование ( $K_{об}$ ) с учётом загрузки станка на 11% составляют  $0,11 \cdot 10563,4 = 1161,9$  т. руб.

Таблица 17 – Сводная ведомость оборудования по альтернативному варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	220 LMSA	1	13	13	11433,5	-	-	-	11433,5
Итого		1		13					11433,5

Капитальные вложения в оборудование ( $K_{об}$ ) с учётом загрузки станка на 22% составляют  $0,22 \cdot 11433,5 = 2515,4$  т. руб.

### 4.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [14]:

$$C = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (21)$$

где  $Z_{\text{зп}}$  – затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{\text{э}}$  – зарплата на технологическую энергию, руб.;

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

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

$Z_{\text{и}}$  – затраты на малоценный инструмент, руб.

*Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.*

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [14]:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (22)$$

где  $Z_{\text{пр}}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, руб.;

$Z_{\text{н}}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

$Z_{\text{к}}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

$Z_{\text{тр}}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, руб.

Численность станочников вычисляем по формуле [14]:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}}}, \quad (23)$$

где  $F_{\text{р}}$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1970 ч.;

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

$t$  – штучно-калькуляционное время операции, ч.;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей, по обоим вариантам

$N_{\text{год}} = 965$  шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 – отпуск очередной, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дней).

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1682 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (23).

Результаты вычислений сводим в таблицу 18 по проектируемому варианту и в таблицу 19 по альтернативному варианту.

Таблица 18 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	119,2	0,52	61,9	0,30
Итого				61,9	0,30

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$Z_{\text{зп}} = 61,9 \cdot 965 = 59733,5$  руб.

$K_{\text{мн}} = 1$ ;  $K_{\text{доп}} = 1,16$ ;  $K_p = 1,15$ .

$Z_{\text{зп}} = 59733,5 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 79684,5$  руб.

Таблица 19 – Затраты на заработную плату станочников по альтернативному варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	119,2	1,07	127,5	0,61
Итого				127,5	0,61

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 127,5 \cdot 965 = 123037,5 \text{ руб.}$$

$$k_{\text{мн}} = 1; k_{\text{доп}} = 1,16; k_p = 1,15.$$

$$З_{зп} = 123037,5 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 164132,0 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [14]:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_p}{N_{\text{год}}}, \quad (24)$$

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

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{\text{год}} = 965$  шт.;

$k_p$  – районный коэффициент,  $k_p = 1,2$ ;

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

$k_{\text{доп}} = 1,23$ ;

$C_T^{\text{всп}}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, руб.;

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле [14]:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{H}, \quad (25)$$

где  $g_n$  – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$g_n = 0,11$  шт.;

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

$H$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $H = 8$  шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,11 \cdot 3}{8} = 0,04 \text{ чел.}$$

Аналогично определим численность электронщиков, при условии обслуживания электронщиком 6-ти станков:

$$Ч_{\text{элек}} = \frac{0,11 \cdot 3}{6} = 0,06 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,30 = 0,02 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,30 = 0,02 \text{ чел.}$$

По формуле (24) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{75,4 \cdot 1682 \cdot 0,04 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{965} = 7,7 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{66,9 \cdot 1682 \cdot 0,02 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{965} = 3,4 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{65,7 \cdot 1682 \cdot 0,02 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{965} = 3,4 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 20 по проектируемому варианту и в таблице 21 по альтернативному варианту.

Таблица 20 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	75,4	0,04	7,70
Транспортный рабочий	66,9	0,02	3,40
Электронщик	90,1	0,06	13,9
Контролер	65,7	0,02	3,40
Итого		0,14	28,4

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 28,4 \cdot 965 = 27406,0 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (22):

$$З_{зп} = 79684,5 + 27406,0 = 107090,5 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по альтернативному варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	75,4	0,08	15,5
Транспортный рабочий	66,9	0,03	5,10
Электронщик	90,1	0,12	27,8
Контролер	65,7	0,04	6,70
Итого		0,27	55,1

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 55,1 \cdot 965 = 53171,5 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (18):

$$З_{зп} = 164132 + 53171,5 = 217303,5 \text{ руб.}$$

*Страховые взносы.*

Страховые взносы в фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы.

$$\text{Проектируемый вариант } 107090,5 \cdot 0,3 = 32127,2 \text{ руб.}$$

$$\text{Альтернативный вариант } 217303,5 \cdot 0,3 = 65191,1 \text{ руб.}$$

*Затраты на электроэнергию*

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали-операции, рассчитываем по формуле [14]:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_э, \quad (26)$$

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

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,  $k_N = 0,2 \div 0,4$ ;

$k_{вр}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для крупносерийного производства  $k_{вр} = 0,7$ ;

$k_{од}$  – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка,  $k_{од} = 0,75$  – при двух двигателях и  $k_{од} = 1$  при одном двигателе;

$k_w$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия,  $k_w = 1,04 \div 1,08$ ;

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

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

$Ц_э$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $Ц_э = 3,54$  руб.

Производим расчеты по вариантам по формуле (26):

$$З_э(\text{Beta800}) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,52}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 5,1 \text{ руб.};$$

$$З_э(\text{220LMSA}) = \frac{13 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 1,07}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 8,9 \text{ руб.};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 22 по проектируемому варианту и в таблицу 23 по альтернативному варианту.

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
Beta800	15	0,52	5,1
Итого			5,1



Таблица 23 – Затраты на электроэнергию по альтернативному варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
220LMSA	13	1,07	8,9
Итого			8,9

Определим затраты на электроэнергию за год:

$Z_э = 5,1 \cdot 965 = 4921,5$  руб. (проектируемый вариант).

$Z_э = 8,9 \cdot 965 = 8588,5$  руб. (альтернативный вариант).

*Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [14]:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (27)$$

где  $C_{рем}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, руб.;

$C_{ам}$  – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, руб.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [14]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_з \cdot k_{вн}}, \quad (28)$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, руб.;

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений,  $H_{амН} = 8\%$ ;

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

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

$F_{обНОВ} = 5910$  ч.;

$k_з$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_з = 0,85$ ;

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (28):

$$C_{\text{ам}}(\text{Beta800}) = \frac{10563400 \cdot 0,08 \cdot 0,52}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 85,8 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ам}}(\text{220LMSA}) = \frac{11433500 \cdot 0,08 \cdot 1,09}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 194,6 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ( $C_{\text{рем}}$ ) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

$C_{\text{РЕ}} = 901,5$  руб. Вычисления производим по формуле [14]:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{РЕ}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{год}}}, \quad (29)$$

где  $\Sigma Re$  - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (29):

$$C_{\text{рем}}(\text{Beta800}) = \frac{901,5 \cdot 0,11}{0,52 \cdot 965} = 0,20 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{рем}}(\text{220LMSA}) = \frac{901,5 \cdot 0,22}{1,07 \cdot 965} = 0,20 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 24 по проектируемому варианту, а в таблицу 25 по альтернативному варианту.

Таблица 24 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектируемому варианту

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
Beta800	10563,4	1	8	0,52	85,8	0,20

Таблица 25 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по альтернативному варианту

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
220LMSA	11433,5	1	8	1,07	194,6	0,20

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (27):

$$З_{п} = 85,8 + 0,2 = 86,0 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

$$З_{п} = 194,6 + 0,2 = 194,8 \text{ руб. (альтернативный вариант).}$$

#### *Затраты на эксплуатацию инструмента*

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [12]:

$$З_{эи} = (Ц_{пл} \cdot n + (Ц_{корп} + k_{компл} \cdot Ц_{компл}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{маш} \cdot (T_{ст} \cdot b_{фи} \cdot N)^{-1}, \quad (30)$$

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

$Ц_{пл}$  - цена сменной многогранной пластины, руб.;

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

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

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

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

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия.

Максимальное значение  $k_{\text{компл}}=5$  соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

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

Величина  $Q$  также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины.

Значения показателя  $Q$  рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице;

$N$  - количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

Для круглой пластины рекомендуется принимать  $N = 6$ ;

$b_{\text{фи}}$  - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента.

Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

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

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

В таблицу 26 внесем параметры инструмента.

Таблица 26 – Параметры прогрессивного инструмента по проектируемому варианту

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарн. период стойкости инструмента, мин	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7
005	СКJNL 2020K16	1,37	23561		0,90	5,56

## Окончание таблицы 26

1	2	3	4	5	6	7
005	СМП KNUX 160405 EL- 72 6630		422,2	296		
	Токарный резец для обработки канавок F25 SGGFL 0413 СМП LCMF 041304-F 8030	0,28	25631  431,5	  301	0,90	5,63
	Резец расточной S25T- PDUNL 11 СМП DNMW 11T304 6605	0,06	21563  489,3	  285	0,90	3,12
	Резец резьбовой SIL 1416 N16-1 СМП TN 16NL160Z Z 8030	0,27	22563  478,4	  207	0,90	1,05
	Резец токарный СКJNR 2020K16 СМП KNUX 160405 ER- 72 6630	0,98	24631  410,7	  215	0,90	5,21
	Сверло 305DA- 10.0-49- A10	0,17	5634,2	179	0,90	0,78
	Фреза 18E3S100- 38A18 SUMA	0,16	12563,9	156	0,90	3,8
	Итого	3,41				23,31

*Определим затраты на эксплуатацию инструмента для альтернативного варианта.*

Для альтернативного варианта будем использовать инструмент фирмы «Iscar». Стоимость инструмента фирмы «Iscar» на 16,82% ниже чем стоимость инструмента фирмы «Pramet» применяемого в проектируемом варианте. Расчетное время обработки по альтернативному варианту определено и по сравнению с проектируемым, на 51,41% выше. Учитывая все вышеперечисленные факторы, определим затраты на эксплуатацию инструмента для альтернативного варианта:

$$Z_{\text{эл(альт)}} = 23,31 \cdot 0,8318 \cdot 1,5141 = 29,36 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 27.

Таблица 27 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Проектируемый вариант	Сумма, руб. Альтернативный вариант
Заработная плата с начислениями	144,3	292,7
Затраты на технологическую электроэнергию	5,1	8,9
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	86,0	194,8
Затраты на инструмент	23,31	29,36
Итого	258,7	525,8

*Определение экономической целесообразности от применения ОЦ модели Beta 800.*

Как видно из таблицы 27 себестоимость обработки детали по первому варианту меньше, так же капитальные вложения по первому варианту меньше в 2,16 раза чем по второму.

Применение ОЦ модели Beta 800 более экономически целесообразно по сравнению с применением ОЦ 220LMSA.

Годовая экономия от применения 1-го варианта составит:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{альт} - C_{пр}) \cdot N_{год}, \quad (31)$$

где  $C_{б}$ ,  $C_{пр}$  – технологическая себестоимость одной детали по альтернативному и проектируемому вариантам соответственно, руб.;

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

Тогда:

$$\mathcal{E}_{год. б.} = (512,5 - 252,6) \cdot 965 = 250803,5 \text{ руб.}$$

#### *Анализ уровня технологии производства.*

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле [14]:

$$Y_{оп} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%, \quad (32)$$

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

$T$  – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (32):

$$Y_{оп} (\text{Beta 800}) = \frac{0,52}{0,52} \cdot 100\% = 100\%.$$

#### *Доля прогрессивного оборудования.*

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{пр} = \frac{g_{пр}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (33)$$

где  $g_{пр}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $g_{пр} = 1$  шт.;

$g_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $g = 1$  шт.

$$Y_{пр} = \frac{1}{1} \cdot 100\% = 100\%.$$

Определим производительность труда на программной операции [14]:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{\text{вн}} \cdot 60}{t}, \quad (34)$$

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

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

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе по (34):

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{30,87} = 3923,1 \text{ шт/чел.год}$$

В таблице 28 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 28 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей по проектному варианту
Годовой выпуск деталей	шт.	965
Количество видов оборудования	шт.	1
Количество рабочих	чел.	1
Сумма инвестиций	тыс. руб.	1161,9
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,52
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:		258,7
- затраты на инструмент	руб.	23,31
- заработная плата рабочих		144,3
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел. год	3923,1
Коэффициент загрузки оборудования		0,11

В результате разработки технологического процесса механической обработки детали «Крышка цилиндра», определена технологическая себестоимость изготовления одной детали с применением ТОЦ beta 800 ТС, в сумме 258,7 руб., что на 50,7% ниже, чем в альтернативном варианте с применением ТОЦ модели 220LMSA.

Экономически целесообразно применить ТОЦ модели ТОЦ beta800 по сравнению с ОЦ модели 220LMSA.



## 5. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### *Вводная часть*

Тема ВКР «Разработка технологического процесса механической обработки детали «Крышка цилиндра». На заводе имеется прогрессивное, высокопроизводительное оборудование, такое, как станки с программным управлением, многооперационные станки.

В настоящее время станки с программным управлением (ПУ) и промышленные роботы нашли широкое применение. Внедрение станков с ЧПУ является одним из главных направлений автоматизации среднесерийного производства.

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

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

Применение станков с ЧПУ позволяют решить ряд социальных проблем:

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

В связи с этим требуется подготовка квалифицированных рабочих.

Для обслуживания высокоавтоматизированного оборудования в системе подготовки кадров на предприятии в учебном центре проходят

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

переподготовку рабочие, проработавшие на предприятии определенное время и имеющие опыт работы на производстве по профессии Станочник, на профессию - «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, прошедшие полный курс обучения, сдают квалификационные экзамены, в которые включаются выполнение производственных работ и проверка технических знаний, после чего им присваивается 3-й разряд. Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, получившие разряд, смогут работать на различных станках с ЧПУ.

Цель разработки методической части: разработать оптимизированную учебную программу для подготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда и разработать занятие теоретического обучения для данной подготовки.

Цель разработки определяет ее следующие задачи:

1. Описать условия организации и поведения учебного процесса на базе "Учебного центра" АО "Уралэлектромедь"
2. Провести сравнительный анализ профессионального стандарта, ориентированного на подготовку рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне третьего разряда.
3. Разработать учебно-тематический план переподготовки станочников четвертого разряда по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне третьего разряда.
4. Выбрать тему и разработать по теме перспективно-тематический план.
5. Выбрать занятие и разработать план занятия, план-конспект и методическое обеспечение к учебному занятию.

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **5.1. Описание условий обучения в "Учебном центре" на базе АО "Уралэлектромедь"**

"Учебный центр" создан в 2009 году на базе АО "Уралэлектромедь" и является его структурным подразделением. Общая площадь учебного центра составляет 5500м<sup>2</sup> и располагается в административном корпусе.

### **Цель работы:**

Основным направлением деятельности является профессиональное обучение (подготовка, переподготовка, повышение квалификации) рабочих.

Обучение персонала по рабочим профессиям осуществляется в соответствии с Лицензией на осуществление образовательной деятельности.

В образовательном процессе задействованы работники предприятия – преподаватели теоретического обучения и мастера производственного обучения, прошедшие переподготовку по основам профессионально-педагогического мастерства и повышение квалификации для организаторов и мастеров производственного обучения.

### **Задачи:**

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

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

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

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

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

профессионального образования.

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

- рабочих и специалистов предприятий входящих в состав АО «Уралэлектромедь» Свердловской области и предприятий других отраслей промышленности города Екатеринбурга и Свердловской области;

- лиц, состоящих на учете в центрах занятости;

- студентов и выпускников образовательных учреждений начального, среднего и высшего профессионального образования.

В Учебном центре работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики. Учебным центром поддерживается постоянная связь со службой занятости населения.

Для обеспечения качественного процесса обучения – Учебный центр имеет учебно-материальную базу в составе:

- учебные кабинеты, лаборатории, компьютерные классы;

- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;

- учебно-методический кабинет,

- техническую библиотеку, читальный зал;

- кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей;

- медицинский пункт;

- столовую;

- бытовые и другие помещения.

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

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### **Методическое сопровождение:**

На сегодняшний день Учебный центр располагает следующими средствами обучения:

- оборудованный класс технического обучения;
- современные наглядные технические средства;
- учебные программы разработаны ФГУ «ВНИИ охраны и экономики труда», согласованы с МТУ Ростехнадзора по УрФО;
- техническая библиотека – порядка 22 000 экз.

### **Для учащихся:**

Учебный центр предоставляет студентам и учащимся учреждений СПО и ВПО возможность прохождения ознакомительной, производственной и преддипломной практик с последующим трудоустройством.

## **5.2. Анализ профессионального стандарта**

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 3-ий разряд

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

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

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

В таблице 29 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Таблица 29 – Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	A/01.2	2
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих	A/02.2	2
		и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте		
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по	A/06.2	2

Продолжение таблицы 29

1	2	3	4	5
		поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления;	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	B/01.3	3
обработка деталей средней сложности		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	B/02.3	3
		Установка деталей в приспособления и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	B/03.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	B/04.3	3
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и	C/01.4	4

## Окончание таблицы 29

1	2	3	4	5
обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	выше		
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	С/02.4	4

Проанализируем обобщенную трудовую функцию – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности», т.к. деталь «Крышка цилиндра», рассматриваемая в ВКР, может быть отнесена к деталям невысокой степени сложности. Данная трудовая функция, согласно Стандарту имеет код В/01.3 и принадлежит к третьему уровню квалификации. Анализ приведен в таблице 30.

Таблица 30 – Анализ стандарта

Обобщенная трудовая функция							
Наименование	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности			Код	В	Уровень квалификации	3
Происхождение обобщенной трудовой функции		Оригинал	X	Заимствовано из оригинала			
					Код оригинала	Регистрационный номер профессионального стандарта	



## Окончание таблицы 30

Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации	
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)	
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»	
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке	
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте	
Дополнительные характеристики		
Наименование классификатора	код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования
ЕТКС	45	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 5-й разряд
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

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

Выберем трудовую функцию – «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 3-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 31.

Таблица 31 – Анализ трудовой функции «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам»

Наименование	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам			Код	В/04.3	Уровень (подуровень) квалификации	3
Происхождение трудовой функции	Оригинал	Х	Заимствовано из оригинала				
				Код оригинала	Регистрационный номер профессионального стандарта		
Трудовые действия	Трудовые действия по трудовой функции код В/01.3 «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам»						
	Обработка отверстий в деталях по 7–8 квалитетам						
	Обработка поверхностей деталей по 7–8 квалитетам						

# Окончание таблицы 31

Необходимые умения	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документацией станка и инструкции по наладке
	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
	Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код В/01.3 «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам»
Другие характеристики	-

В итоге анализа данной трудовой функции можно проанализировать учебный план подготовки рабочих по профессии «Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ» 3-го разряда в "Учебном центре" на базе АО "Уралэлектромедь".

## 5.3. Анализ учебного плана подготовки рабочих по профессии Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ

Учебный план подготовки рабочих состоит из теоретической части (118 академических часов) и производственного обучения (186 часов). Срок обучения – 3 месяца

Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, прошедшие полный курс обучения, сдают квалификационные экзамены, в которые включаются проверка теоретических знаний и выполнение производственных работ, после чего им присваивается 3-й разряд.

Таблица 32 - Учебный план повышения квалификации рабочих по профессии  
«Оператор станков с программным управлением» на 3-й разряд

№ п/п	Предметы	Недели				Всего часов за курс обучения
		1-2	3-5	6-7	8	
		часов в неделю				
I	Теоретическое обучение					52
Общепрофессиональный цикл						
1.1	Современные материалы в машиностроении	2	2	-	-	8
1.2	Чтение электрических схем	1	4	-	-	8
1.3	Допуски и технические измерения	2	-	-	-	8
1.4	Сведения из технической механики и гидравлики и автоматики	4	-	-	-	8
1.5	Электротехника с основами промышленной электроники	1	2	-	-	8
Профессиональный цикл		12	14	-	-	66
II	Производственное обучение	16	16	40	24	184
	Консультации	-	-	-	8	8
	Квалификационный экзамен	-	-	-	8	8
	ИТОГО:	40	40	40	40	320

Далее приведем тематический план Профессионального цикла с указанием названий тем и количеством часов. На данный цикл учебным планом отведено 66 часов.

Таблица 33 - Тематический план Профессионального цикла

№ п/п	Темы	Кол-во часов
		3 й разряд
1	Введение	2
2	Гигиена труда, производственная санитария и профилактика травматизма	2
3	Охрана труда, электробезопасность и пожарная безопасность на предприятии	4
4	Классификация станков с ЧПУ, их устройство, конструктивные особенности и кинематические схемы	4
5	Методы подготовки управляющих программ. Основные блоки и узлы УЧПУ	6
6	Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ	14
7	Наладка и эксплуатация станков с программным управлением	4
8	Подъемно-транспортное оборудование, применяемое при обработке тяжелых заготовок деталей	4
9	Охрана окружающей среды	2
	ИТОГО:	66

В таблице 34 покажем взаимосвязь тематики обучения с требованиями профессионального стандарта, обусловленными теми трудовыми действиями, которые выполняет рабочий по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ».

Таблица 34 - Взаимосвязь тематики обучения с требованиями профессионального стандарта

№ п/п	Предметы	Всего часов за курс обучения	Формируемые знания и умения по трудовой функции
1	2	3	4
I	Теоретическое обучение		
Общепрофессиональный цикл			
1.1	Современные материалы в машиностроении	8	•Знать физические основы материаловедения, технологии получения и обработки машиностроительных материалов; •Уметь выбрать материалы с учетом условий функционирования оборудования;
1.2	Чтение электрических схем	8	• читать электрические схемы; • правильно выполнять эскизы и рабочие чертежи обрабатываемых деталей; • производить выборку материалов и спецификацию по чертежам и схемам; • определять способы и технологию обработки детали по чертежу.
1.3	Допуски и технические измерения	8	• Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документацией станка и инструкции по наладке • контролировать качество выполняемых работ.
1.4	Сведения из технической механики и гидравлики и автоматики	8	•Оценивать степени совершенства конструкции детали, механизма по критериям работоспособности; •знать: -законы механического движения и равновесия; -методы расчета элементов конструкции на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации; -методы механических испытаний материалов;

Продолжение таблицы 34

1	2	3	4
1.5	Электротехника с основами промышленной электроники	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• уметь:</li> <li>- анализировать механическое движение и определять вид движения элементов конструкций;</li> <li>- проводить расчеты элементов конструкции на прочность и жесткость при различных видах нагружений;</li> <li>- использовать нормативную и техническую документацию при технических работах</li> <li>• пользоваться электрифицированным оборудованием</li> <li>• анализировать электрические цепи и электромагнитные поля с использованием аналитических и численных методов;</li> <li>• использование стандартной терминологии, определений, обозначений и единиц физических величин; оформления чертежей и электрических схем.</li> </ul>
Итого		52	
<b>Профессиональный цикл</b>			
1	Введение	2	
2	Гигиена труда, производственная санитария и профилактика травматизма	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• применять методы и средства защиты от опасностей технических систем и технологических процессов;</li> <li>• обеспечивать безопасные условия труда в профессиональной деятельности;</li> <li>• анализировать травмоопасные и вредные факторы в профессиональной деятельности;</li> <li>• использовать экибиозащитную технику.</li> </ul>
3	Охрана труда, электробезопасность и	4	• Знать основные принципы организации охраны труда

Продолжение таблицы 34

1	2	3	4
4	пожарная безопасность на предприятии  Классификация станков с ЧПУ, их устройство, конструктивные особенности и кинематические схемы	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Знать и соблюдать правила и нормы техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии</li> <li>•Знать классификацию станков с ЧПУ, их устройство, конструктивные особенности и кинематические схемы</li> <li>•понимать устройство и принцип действия станков;</li> <li>•знать способы правильной установки, закрепления обрабатываемых деталей и их качественной обработки;</li> </ul>
5	Методы подготовки управляющих программ. Основные блоки и узлы УЧПУ	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке.</li> <li>• подготавливать управляющие программы обработки деталей</li> </ul>
6	Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Устанавливать технологическую последовательность обработки;</li> </ul> <p>Выполнять подбор режущего, контрольно-измерительного инструмента и приспособлений по технологической карте.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Разрабатывать и корректировать управляющие программы обработки деталей на станках с ЧПУ.</li> </ul>
7	Наладка и эксплуатация станков с программным управлением	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке</li> <li>• Пользоваться инструкцией по настройке обрабатывающих центров: базирование и закрепление заготовки; совмещение нуля станка и нуля программы.</li> </ul>



Продолжение таблицы 34

1	2	3	4
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выбирать режущий и вспомогательный инструмент для обработки детали на обрабатывающих центрах.</li> <li>• Выбирать приспособления для настройки инструмента на размер вне станка.</li> <li>• Уметь распознавать нарушения автоматического цикла, их причину и устранять неисправности.</li> </ul>
8	Подъемно-транспортное оборудование, применяемое при обработке тяжелых заготовок деталей	4	
9	Охрана окружающей среды	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи;</li> <li>• осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы</li> <li>• анализировать информацию о новых технологиях и аппаратах очистки для систем защиты окружающей среды</li> </ul>
Итого		66	
II	<b>Производственное обучение</b>	186	<p>Выполнять наладку на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления;</p> <p>Выполнять обработку деталей средней сложности с применением различного режущего инструмента.</p>

# Окончание таблицы 34

1	2	3	4
	Консультации	8	
	Квалификационный экзамен	8	
	ИТОГО:	320	

Для дальнейшей разработки выберем из тематического плана раздел 4 «Классификация станков с ЧПУ, их устройство, конструктивные особенности и кинематические схемы» и проведем его методический анализ.

## 5.4. Анализ содержания темы «Классификация станков с ЧПУ, их устройство, конструктивные особенности и кинематические схемы» и перспективно-тематическое планирование учебного процесса

На раздел 4 «Классификация станков с ЧПУ, их устройство, конструктивные особенности и кинематические схемы» отведено 20 академических часов. Приведем содержание раздела.

**Общие сведения о металлорежущих станках** и их классификация (по специализации, по точности, по массе, по виду выполняемых работ и применяемых режущих инструментов). Условные обозначения моделей серийно выпускаемых станков.

Понятие об устройстве и принципе работы металлорежущих станков. Типовые детали и механизмы станков: приводы, станины и направляющие, шпиндели, коробки передач, их конструктивные особенности и назначение.

Металлорежущие станки с программным управлением, их особенности, назначение, общее устройство и применение. Классификация станков по принципам программного управления, виду основной обработки, количеству совмещенных технологических операций и способу смены инструмента.

Числовое программное управление станками. Структурная схема системы ЧПУ. Управляющая программа (УП) и ее назначение. Информация в

УЛ. Виды программоносителей и способы кодирования информации на программоноситель. Считывание информации с УП.

**Токарная группа станков с ЧПУ.** Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением. Кинематические схемы.

Точность токарных станков с ЧПУ и ее обеспечение. Органы управления и настройка токарного станка. Приспособления для закрепления деталей при обработке. Оснастка для токарных станков с ЧПУ.

Техническое обслуживание токарных станков с ЧПУ. Основные требования по обслуживанию токарных станков с ЧПУ. Примеры обработки по программе. Возможные неисправности в работе станков, их устранение.

Правила безопасности труда при эксплуатации токарных станков с программным управлением.

**Фрезерная группа станков с программным управлением.** Конструктивные особенности фрезерных станков с программным управлением. Кинематические схемы. Автоматизация формообразующих движений. Контурные и прямоугольные системы программного управления.

Точность фрезерных станков с программным управлением.

Приспособления для закрепления деталей при фрезеровании и их установка на станке. Технологические спутники - оснастка, повышающая производительность труда и снижающая себестоимость продукции.

Особенности режущего инструмента и технологическая оснастка для его закрепления на фрезерных станках с программным управлением.

Особенности гидропривода фрезерных станков с программным управлением.

Правила обслуживания, наладка и настройка фрезерных станков с программным управлением. Основные требования по обслуживанию, возможные неисправности и их устранение.

Правила безопасности труда при эксплуатации фрезерных станков с программным управлением.

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**Сверлильно-расточная группа станков с ЧПУ.** Особенности обработки на станках сверлильно-расточной группы. Элементы программного управления в вертикально-сверлильных станках. Компонировка радиально-сверлильного станка с программным управлением и его конструктивные особенности. Кинематические схемы. Инструментальный стеллаж.

Программное управление в расточных станках.

Основные неисправности в работе станков с ЧПУ данной группы и меры по их предупреждению и устранению.

Правила безопасности труда при эксплуатации станков сверлильно-расточной группы с программным управлением.

**Многооперационные станки с ЧПУ (типа обрабатывающий центр).**

Основные особенности станков для многооперационной обработки. Конструктивные особенности и узлы многооперационных станков с ЧПУ.

Разделим тему на 10 уроков теоретического обучения, продолжительностью по 2 академических часа каждый.

Рассмотренный раздел ориентирован на формирование знаний об основных особенностях, классификации, назначении, общем устройстве и применении металлорежущих станков токарной, фрезерной, сверлильно-расточной группы и многооперационных станков с ЧПУ (типа обрабатывающий центр).

Далее разработаем фрагмент перспективно-тематического плана изучения данного раздела.

Цель перспективно-тематического планирования:

1. Определить систему работы преподавателя и обучаемых, обеспечив ее целенаправленность и педагогически целесообразное и экономное использование учебного времени для решения важнейших учебно-воспитательных задач;
2. Разработать систему занятий с эффективной реализацией принципов дидактики;

3. Выстроить научно обоснованную систему методов теории развивающего обучения;

4. Разработать систему наглядных пособий, средств и форм организации познавательной деятельности студентов;

5. Наметить оптимальные пути реализации основных функций учебно-воспитательного процесса - обучающей, развивающей, воспитывающей.

Планирование предполагает включение в учебный процесс всех его основных звеньев: актуализация материала, сообщение нового материала, систематизация, закрепление и совершенствование знаний обучаемых, практическое применение усвоенного учебного материала, формирование у обучаемых умений и навыков, контроль за качеством знаний, умений и навыков.

Отбор содержания программного материала - важнейший компонент перспективно-тематического планирования. Здесь: вычлняются ведущие идеи, понятия, закономерности, мировоззренческие идеи, значимые факторы, исторические, политические, практические сведения. Важно предусмотреть связь с ранее изученным и логику объяснения материала. Установить, какие новые знания, умения и навыки должны усвоить студенты, последовательность их формирования. Такая форма планирования помогает разнообразить методику ведения занятий, продумывать формы организации учебной деятельности, виды самостоятельной работы студентов.

Чрезвычайно важным является распределение времени на организующую, контролирующую и информационную части занятия.

Перспективный план занятия - своего рода организационный чертеж программного материала, где учтены все компоненты системы занятий, рассчитана логика учебного процесса, соблюдена преемственность содержания и методов обучения, проектируется формирование личности будущего специалиста, здесь реализуется принцип педагогического предвидения. Компоненты плана преподаватель определяет в зависимости от учебной дисциплины и содержания программного материала темы, учебно-материальной базы

кабинета, уровня подготовки студентов. План является связующим элементом в системе учебно-планирующей документации между развернутым учебным планом и планами отдельных занятий теоретического обучения.

В таблице 34 представлен Перспективно-тематический план раздела «Классификация станков с ЧПУ, их устройство, конструктивные особенности и кинематические схемы».

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 35 - Перспективно-тематический план раздела «Классификация станков с ЧПУ, их устройство, конструктивные особенности и кинематические схемы»

№ урока п\п ч.	Тема урока	Цели урока	Методы обучения	Тип урока	Способ организации	ДСО	Д/З
1	2	3	4	5	6	7	8
1 (2ч)	Общие сведения о металлорежущих станках и их классификация, особенности, назначение, общее устройство и применение. Числовое программное управление станками.	<p>Обучающая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-сформировать знания об основных сведениях о металлорежущих станках и их классификации, особенностях, назначении, общем устройстве и применении;</li> <li>-сформировать знания о числовом программном управлении станками.</li> </ul> <p>Развивающая: развивать у обучаемых умение анализировать, сравнивать, давать оценку возможностям современного оборудования.</p>	рассказ, беседа, демонстрация презентации.	Урок усвоения новых знаний	Фронталь- ный	Учебное пособие, ПК, мультимедиа- проектор, экран, слайды	Повторить новый материал.

Продолжение таблицы 35

1	2	3	4	5	6	7	8
2 (2ч)	Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением.	<p>Воспитательная:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспитывать внимательность, аккуратность.</li> </ul> <p>Обучающая</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировать знания о конструктивных особенностях и узлах токарных станков с программным управлением.</li> </ul> <p>Развивающая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- развивать техническую речь учащихся, абстрактное мышление.</li> </ul> <p>Воспитательная:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспитывать внимательность, аккуратность.</li> </ul>	рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования.	Урок усвоения новых знаний	Фронтальный	Учебное пособие, ПК, мультимедиа-проектор, экран, слайды, токарный станок с ЧПУ	Повторить новый материал.
3 (2ч)	Точность токарных станков с ЧПУ и ее обеспечение. Органы управления и настройка токарного станка. Приспособления для	<p>Обучающая</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировать знания о точности токарных станков с ЧПУ и ее обеспечении.</li> <li>- сформировать знания об органах управления и настройке</li> </ul>	рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования.	Урок усвоения новых знаний	Фронтальный	Учебное пособие, ПК, мультимедиа-проектор, экран, слайды, токарный станок с ЧПУ,	Повторить новый материал.



Продолжение таблицы 35

1	2	3	4	5	6	7	8
	закрепления деталей при обработке. Оснастка для токарных станков с ЧПУ.	токарного станка.  - сформировать знания о приспособлениях для закрепления деталей при обработке. - сформировать знания об оснастке для токарных станков с ЧПУ.  Развивающая:  - Развивать у учащихся осознание полезности, значимости изучения материала по данной теме  Воспитательная:  - воспитать сознательное отношение к учебе				Приспособления, оснастка	
4 (2ч)	Техническое обслуживание токарных станков с ЧПУ.	Обучающая  - сформировать знания о техническом обслуживании токарных станков с ЧПУ.  Развивающая:	рассказ, беседа, демонстрация презентации.	Урок усвоения новых знаний	Фронтальный	Учебное пособие, ноутбук, мультимедиа-проектор, экран, слайды, схемы	Повторить новый материал.

Продолжение таблицы 35

1	2	3	4	5	6	7	8
5 (24)	Конструктивные особенности фрезерных станков с программным управлением.	<p>- Развить профессиональные и познавательные интересы и способности</p> <p>Воспитательная:</p> <p>- Воспитывать у учащихся интерес к новым знаниям</p> <p>Обучающая</p> <p>- сформировать знания о конструктивных особенностях фрезерных станков с программным управлением.</p> <p>Развивающая:</p> <p>Формирование и развитие у учащихся познавательных интересов, положительных мотивов учебно – познавательной деятельности, умений и навыков самостоятельного овладения знаниями, творческой инициативы и активности</p>	рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования.	Урок усвоения новых знаний	Фронтальный	Учебное пособие, ПК, мультимедиа-проектор, экран, слайды, фрезерный станок с ЧПУ	Повторить новый материал.

Продолжение таблицы 35

1	2	3	4	5	6	7	8
6 (24)	<p>Приспособления для закрепления деталей при фрезеровании и их установка на станке.</p> <p>Технологические спутники.</p> <p>Особенности режущего инструмента и технологическая оснастка.</p>	<p>Воспитательная:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспитывать внимательность, аккуратность</li> <li>- способствовать развитию логического мышления</li> </ul> <p>Обучающая</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировать знания о приспособлениях для закрепления деталей при фрезеровании и их установке на станке. - сформировать знания о технологических спутниках.</li> <li>- сформировать знания об особенностях режущего инструмента и технологической оснастке.</li> </ul> <p>Развивающая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Развивать у учащихся осознание полезности,</li> </ul>	<p>рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования.</p>	<p>Урок усвоения новых знаний</p>	<p>Фронтальный</p>	<p>Учебное пособие, ноутбук, мультимедиа-проектор, экран, слайды, фрезерный станок с ЧПУ, приспособления, оснастка, технологические спутники, фрезы</p>	<p>Повторить новый материал.</p>

Продолжение таблицы 35

1	2	3	4	5	6	7	8
		<p>значимости изучения</p> <p>материала по данной теме</p> <p>Воспитательная:</p> <p>- воспитывать внимательность, аккуратность.</p>					
7 (2ч)	Особенности гидропривода фрезерных станков с программным управлением. Правила обслуживания, наладка и настройка.	<p>Обучающая</p> <p>- сформировать знания особенностях гидропривода фрезерных станков с программным управлением.</p> <p>- сформировать знания о правилах обслуживания, наладке и настройке.</p> <p>Развивающая:</p> <p>- развивать техническую речь учащихся, абстрактное мышление. Воспитательная:</p> <p>- воспитывать внимательность, аккуратность.</p>	<p>рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования.</p>	<p>Урок усвоения новых знаний</p>	<p>Фронтальный</p>	<p>Учебное пособие, ноутбук, мультимедиа-проектор, экран, слайды, фрезерный станок с ЧПУ</p>	<p>Повторить новый материал.</p>

Продолжение таблицы 35

1	2	3	4	5	6	7	8
8 (2ч)	Особенности обработки на станках сверлильно-расточной группы. Элементы программного управления. Компоновка.	<p>Обучающая</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировать знания об особенностях обработки на станках сверлильно-расточной группы.</li> <li>- сформировать знания об элементах программного управления.</li> <li>- сформировать знания о компоновке станков сверлильно-расточной группы.</li> </ul> <p>Развивающая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Развивать пространственное представление и мышление;</li> </ul> <p>Воспитательная:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Воспитывать у учащихся интерес к новым знаниям</li> </ul>	<p>рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования</p>	<p>Урок усвоения новых знаний</p>	<p>Фронтальный</p>	<p>Учебное пособие, ноутбук, мультимедиа-проектор, экран, слайды, сверлильно-расточной станок с ЧПУ</p>	<p>Повторить новый материал.</p>
9 (2ч)	Программное управление в расточных станках.	<p>Обучающая</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировать знания о программном управлении в расточных станках.</li> </ul>	<p>рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная</p>	<p>Урок усвоения новых знаний</p>	<p>Фронтальный, индивидуальный</p>	<p>Учебное пособие, слайды, раздаточный материал,</p>	<p>Повторить новый материал.</p>

Окончание таблицы 35

1	2	3	4	5	6	7	8
		Развивающая:  - развивать техническую речь учащихся, абстрактное мышление. Воспитательная:  - воспитывать внимательность, аккуратность.	работа с листами рабочей тетради.			листы рабочей тетради	
10 (2ч)	Основные особенности станков для многооперационной обработки. Конструктивные особенности и узлы многооперационных станков с ЧПУ	Обучающая  - сформировать знания об основных особенностях станков для многооперационной обработки. - сформировать знания о конструктивных особенностях и узлах многооперационных станков с ЧПУ - Развивать у учащихся осознание полезности, значимости изучения материала по данной теме  Воспитательная:  - воспитывать внимательность, аккуратность.	рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования.	Урок усвоения новых знаний	Фронтальный	Учебное пособие, слайды, обрабатывающий центр	Повторить новый материал.

В выпускной квалификационной работе из перспективно-тематического плана выберем тему «Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением». На эту тему отводится 2 часа.

Задачей методической части дипломного проекта является разработка методики проведения занятия теоретического обучения для подготовки Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда. Для данного проекта это будет переобучение рабочего станочника на оператора станка с ЧПУ.

В дипломном проекте разработанный технологический процесс предусматривает применение обрабатывающего центра с ЧПУ модели СТХ beta 800, в связи с этим предлагаю расширить содержание урока и рассмотреть в качестве примера конструкцию, особенности и принцип действия обрабатывающего центра с ЧПУ модели СТХ beta 800.

### **5.5. Разработка плана учебного занятия по теме «Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением»**

Тема урока «Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением»

Цели урока.

*Обучающая:*

- сформировать знания о конструктивных особенностях и узлах токарных станков с программным управлением.

*Развивающая:*

- развивать техническую речь учащихся, абстрактное мышление.

*Воспитательная:*

- воспитывать внимательность, аккуратность.

Тип урока - урок усвоения новых знаний

Методы обучения - рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

оборудования.

Средства обучения - учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды, обрабатывающий центр с ЧПУ СТХ beta 800, приспособления, оснастка

Время, отведенное на урок: 2 академических часа

Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке представлена в таблице 36.

Таблица 36 - Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке

№ эта-па	Наименование эта-па урока	Время этапа урока (мин)	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1	2	3	4	5
1	Организационная часть	5	- приветствие - проверка присутствующих и внешнего вида учащихся - сообщение темы и цели урока	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке. Слушают, записывают тему урока.
2	Мотивация	5	Рассказывает о важности темы, показывает образцы обработанных на ОЦ с ЧПУ СТХ beta 800 деталей.	Слушают, смотрят
3	Актуализация опорных знаний учащихся	10	Опрос учащихся. Задаёт вопросы, комментирует, поправляет, если требуется, оценивает ответы.	Вспоминают материал предыдущего урока, отвечают на вопросы преподавателя, слушают, дополняют друг друга.
4	Объяснение нового учебного материала	45	Преподаватель, рассказывает новый материал, демонстрирует слайды по ходу рассказа, комментирует, наблюдает как учащиеся воспринимают новый материал.	Слушают, воспринимают и осмысливают новый материал.



## Окончание таблицы 36

1	2	3	4	5
			Слайды применяются для более лучшего запоминания материала, т.к. слуховое и визуальное восприятие повышает уровень запоминания на 70 %  В процессе изложения преподаватель периодически проходит между рядами, смотрит, как конспектируют учащиеся материал, заинтересованы ли они.	Изучают информацию на слайдах.  Конспектируют новый материал.
5	Демонстрация обрабатывающего центра с ЧПУ CTX beta 800	15	Преподаватель демонстрирует учащимся обрабатывающий центр с ЧПУ CTX beta 800, рассказывает о его особенностях, конструкции. Показывает центр в работе.	Смотрят, слушают, изучают токарный центр, запоминают, наблюдают за обработкой детали.
6	Закрепление новых знаний	15	Проводит фронтальный опрос.  Задаёт вопросы.  Оценивает ответы, если нужно, поправляет учащихся, задаёт наводящие вопросы.  Судит по ответам об уровне усвоения нового материала учащимися.	Отвечают устно на вопросы, слушают, дополняют друг друга.
6	Домашнее задание	5	Повторить пройденный материал.	Записывают в тетрадь.

### **Актуализация опорных знаний учащихся**

1. Назовите особенности металлорежущих станков с программным управлением.
2. Для чего предназначены металлорежущие станки с программным управлением.
3. Назовите применение металлорежущих станков с программным управлением.
4. Приведите классификацию металлорежущих станков с программным управлением.

### **Конспект изложения нового материала**

**Тема:** Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением (слайд 1).

Станки с программным управлением для обработки точением тел вращения относятся к группе токарных станков. Токарные станки по конструкции очень разнообразны, они отличаются как по расположению оси шпинделя (горизонтальное или вертикальное) и направляющих (горизонтальное, вертикальное, наклонное) (слайд 2), так и по количеству используемых в работе инструментов и способам их закрепления на станке (на суппорте, в revolverной головке, в магазине инструментов). Такое конструктивное разнообразие не случайно. Токарные станки с ЧПУ заменяют большую группу различных станков для обработки тел вращения: токарные с ручным управлением, revolverные, гидро- и электрокопировальные полуавтоматы, многорезцовые полуавтоматы с горизонтальной и вертикальной осями шпинделя и др.

Но прежде чем говорить о различиях в конструкциях токарных станков с ЧПУ, постараемся представить себе их общие характерные черты. Как и у токарного станка с ручным управлением, обрабатываемая заготовка получает вращение от шпинделя станка, а режущий инструмент закреплен на

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

суппорте, имеющем формообразующие перемещения по двум координатным направлениям X и Z.

Ось Z совпадает с направлением оси шпинделя, а ось X перпендикулярна ей.

Основной особенностью станка с программным управлением является автоматизация формообразующих движений по двум координатам.

Станкам с более высокой степенью автоматизации присущи другие особенности: многоинструментальность, автоматизация вспомогательных действий, команд и перемещений, наличие корректоров положения инструментов и режимов резания, адаптивные системы (слайд 3).

Многоинструментальность заключается в оснащении станка revolverной головкой или магазином инструментов (слайд 4). Головки могут иметь от трех до восьми инструментов, число инструментов в магазине гораздо больше (от 8 до 20). С помощью шести различных инструментов можно выполнить до 90% всей необходимой токарной обработки разнообразных деталей, встречающихся в машиностроении.

Практически более 10 различных инструментов для обработки одной детали не требуется, наличие большего количества инструментов оправдано в двух случаях: или при точении трудно обрабатываемых материалов, когда инструменты имеют малый период стойкости, или при частых переналадках для обработки разнотипных деталей; в этом случае большое количество инструментов позволяет применять постоянную инструментальную наладку.

Современные токарные станки с ЧПУ отличаются высокой степенью автоматизации, заключающейся кроме программирования формообразования в автоматическом выполнении различных технологических команд и действий: переключении чисел оборотов шпинделя, изменении скоростей рабочих подач и холостых перемещений, смене инструментов, включении и выключении охлаждения, регулировании расхода охлаждающей жидкости, включении и выключении механизмов стружкодробления и стружкоудаления

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

и т. д.

Коррекция положения — смещение суппорта независимо по каждой из осей — осуществляется на пульте станка или системы ЧПУ (слайд 5). Для коррекции чисел оборотов шпинделя и подач также служат переключатели на том же пульте.

Токарные станки могут иметь горизонтальное (слайд 6) и вертикальное (слайд 7) расположение оси шпинделя.

Количество рабочих шпинделей у станков чаще всего ограничивается одним, двухшпиндельные станки встречаются редко. Количество рабочих суппортов также не превышает двух, чаще всего у станка один суппорт.

По своему назначению станки делятся на **центровые, патронные и патронно-центровые** (слайд 8). Центровые станки имеют заднюю бабку и приспособлены для обработки валов с закреплением их в центрах. Патронные станки предназначены для обработки сравнительно коротких деталей с закреплением их в патроне. Патронно-центровые станки оснащены зажимным патроном и поддержкой для работы с задним центром.

Центровые станки с горизонтальным расположением шпинделя могут быть:

- а) с горизонтальными направляющими,
- б) с вертикальными (наклонными) направляющими (слайд 9).

Отечественные станкостроительные заводы выпускают станки с горизонтальными направляющими 1616ФЗ, 1К62ФЗ, 16А20ФЗС32, 1М63ФЗ, РТ705ФЗ и др. Если для универсального станка горизонтальная компоновка представляется наиболее рациональной, так как зона резания должна быть приближена к рабочему, то для программных станков, для которых это требование не существенно, компоновка с вертикальным или наклонным расположением направляющих находит более широкое применение.

Основным преимуществом вертикального расположения

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

направляющих является легкость схода стружки. Вертикальная компоновка позволяет разместить ходовой винт между направляющими, что не всегда удастся сделать при другой конструкции. Такое расположение направляющих способствует получению более высокой точности обработки. С вертикальной компоновкой выпускают центровые и патронно-центровые станки 1Б732ФЗ, 1П732МФЗ, 1П752МФЗ и др.

Токарный станок с ЧПУ любой компоновки и любого назначения состоит из следующих основных узлов и систем (слайд 10): станины, главного привода, двух приводов подач, суппорта, револьверной головки или магазина инструментов, системы смазки, системы охлаждения, системы ЧПУ, электрооборудования, гидрооборудования (для гидрофицированных станков), задней бабки (для центровых станков), ограждения приспособлений для закрепления обрабатываемого изделия, устройства для закрепления режущих инструментов.

**В качестве примера** рассмотрим обрабатывающий центр с ЧПУ модели CTX beta 800 (слайд 11).

Учащимся предлагается пройти в цех и познакомиться с конструкцией, особенностями и работой обрабатывающего центра с ЧПУ модели CTX beta 800.

Основные характеристики обрабатывающего центра с ЧПУ модели CTX beta 800:

Современная общая концепция с системой жидкостного охлаждения для главного шпинделя и контршпинделя, дополнительные револьверные головки, включая ось Y и прецизионный интерфейс TRIFIX®, а также запатентованный ход в горизонтальной плоскости (опция) контршпинделя/задней бабки и удобное программное обеспечение Siemens 840D обеспечивают повышение производительности до 20 процентов по сравнению с предыдущими аналогичными станками. Занимает еще меньше места.

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Описание токарного центра модели СТХ ВЕТА 800ТС:

- интегрированный шпиндель-двигатель с системой водяного охлаждения на главном шпинделе и контршпинделе;
- 2 револьвера на 12 мест VDI 40 Direct Drive с максимальной частотой вращения: 10000 об/мин для быстрого съема металлов (опция);
- ось Y на обеих револьверных головках (верхняя  $\pm 60$  мм, нижняя  $\pm 40$  мм) (опция) для комплексной обработки частей штоков, валов и патронов;
- револьвер с прецизионным интерфейсом TRIFIX© для быстрой наладки, увеличения точности и стабильности инструмента;
- запатентованный ход в горизонтальной плоскости (опция) контршпинделя/задней бабки для гибкого использования рабочей зоны.

Пример: Обработка по 4 осям и опора на главный шпиндель или параллельная обработка на главном шпинделе и контршпинделе (опция).

- короткое время обработки с быстрым перемещением до 45 м/мин;
- простое и быстрое программирование благодаря Siemens ShopTurn 3G;
- высокая стабильность и постоянная точность, прочная конструкция, направляющие размера 45.

Технические характеристики токарного центра с ЧПУ модели СТХ ВЕТА 800ТС представлены в таблице 37 [20].

Таблица 37 - Характеристики токарного центра с ЧПУ модели СТХ ВЕТА 800ТС

1	2
Диаметр обработки детали над суппортом	410 мм
Длина обработки	800 мм
Скорость вращения основного шпинделя	0 - 5000 об/мин
Скорость вращения протившпинделя	0 - 6000 об/мин
Мощность главного привода	15 кВт

# Окончание таблицы 37

1	2
Мощность противопинделя	15 кВт
Мощность привода вращающегося инструмента	14 кВт
Скорость вращения приводного инструмента	0 - 4000 об/мин
Дискретность задания перемещения	1 мкм
Перемещение по оси X	300 мм
Перемещение по оси Y	±60 мм
Перемещение по оси Z	800 мм
Количество инструментов в revolverной головке	12
Наибольшее сечение державки резца, мм	25x25
Система ЧПУ	Siemens 840D
Масса станка	6100 кг
Габаритные размеры станка, LxVxH	3390 x 1890 x 1950 мм

На рисунках 16 и 17 показан токарный центр с ЧПУ модели CTX БЕТА 800ТС и компоновка станка [20].



Рисунок 16 – Обрабатывающий центр с ЧПУ модели CTX БЕТА 800ТС

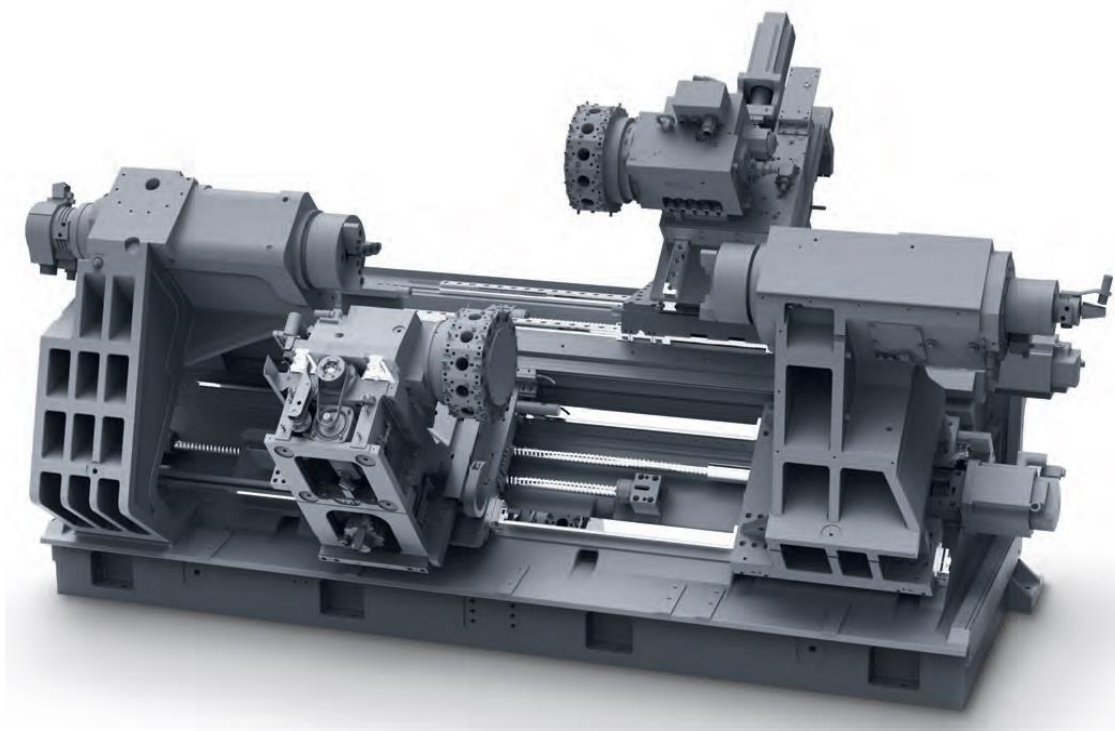


Рисунок 17 – Компоновка ОЦ модели СТХ БЕТА 800ТС

### **Закрепление новых знаний**

Вопросы:

1. Как отличаются токарные станки по конструкции?
2. Что является основной особенностью станка с программным управлением?
3. Что значит многоинструментальность станка с ЧПУ?
4. Как располагается ось шпинделя в токарных станках?
5. Как делятся токарные станки по своему назначению?
6. Из каких основных узлов состоит токарный станок с ЧПУ?
7. Назовите преимущества ОЦ модели СТХ БЕТА 800ТС.

### **5.6. Разработка методического обеспечения**

Для урока разработаем учебную презентацию, которая используется как средство информационной технологии обучения операторов обрабатывающих центров с ЧПУ.



Современные мультимедийные программные средства обладают большими возможностями в отображении информации, значительно отличающимися от привычных, и оказывают непосредственное влияние на мотивацию обучаемых, скорость восприятия материала, утомляемость и, таким образом, на эффективность учебного процесса в целом.

Одним из типов мультимедийных продуктов, получивших наиболее широкое применение в образовательном процессе, является компьютерная презентация.

Компьютерная презентация, созданная в программной среде PowerPoint, представляет собой последовательность слайдов, содержащих мультимедийные объекты. Переход между слайдами осуществляется с помощью управляющих объектов (кнопок) или гиперссылок.

Несомненным достоинством компьютерной презентации в современном образовательном процессе являются:

- наглядность для слушателей;
- тезисность для выступающего.

Основной единицей электронной презентации в среде PowerPoint является слайд или кадр представления учебной информации, учитывающий эргономические требования визуального восприятия информации.

Выделяют следующие виды презентаций:

-статические: пользователь (ученик или студент) изучает информационный материал, размещенный на слайдах презентации, но не имеет возможность изменить содержимое слайдов (записать или отметить на слайде правильный ответ); последовательность просмотра слайдов проектируется разработчиком презентации в виде жесткой навигационной схемы и не может быть изменена в процессе работы;

-интерактивные: пользователь, помимо изучения информационных материалов, может изменить содержимое слайдов; навигационная схема интерактивной презентации является динамичной, последовательность

перехода между слайдами определяется действиями пользователя в процессе учебных заданий, размещенных на слайдах.

При подготовке мультимедийных презентаций учебного назначения необходимо учитывать:

- общедидактические принципы создания обучающих программ;
- требования, диктуемые психологическими особенностями восприятия информации с экрана;
- эргономические требования.

При создании мультимедийной презентации следует руководствоваться следующими принципами:

- в презентации не должно быть лишнего: каждый слайд должен представлять собой необходимое звено повествования и работать на общую идею электронного продукта;
- презентация должна быть краткой, доступной и композиционно целостной;
- продолжительность презентации со сценарием должна составлять не более 20-30 минут;
- презентация должна дополнять, иллюстрировать то, о чем идет речь на занятии, а не дублировать материал урока;

Гибкость - одна из основ успешной презентации. Необходимо быть готовым внести изменения по ходу презентации в ответ на реакцию обучающихся.

Наглядность материала повышает его усвоение, т. к. задействованы все каналы восприятия учащихся – зрительный, механический, слуховой и эмоциональный. Использование мультимедийных презентаций целесообразно на любом этапе изучения темы и на любом этапе урока.

Подача учебного материала в виде мультимедийной презентации сокращает время обучения, высвобождает ресурсы здоровья учащихся. Учеников привлекает новизна проведения таких моментов на уроке,

вызывает интерес.

При использовании презентации на разработанном уроке в процессе объяснения новой темы достаточно линейной последовательности кадров, в которой могут быть показаны самые выигрышные моменты темы. На экране также появляются определения, схемы, которые учащиеся записывают в тетрадь (при наличии технических возможностей краткий конспект содержания презентации может быть распечатан для каждого учащегося), тогда как преподаватель, не тратя время на повторение, успевает рассказать больше.

В качестве рекомендаций по применению мультимедийных презентаций можно использовать методические рекомендации Д.В. Гудова, включающие следующие положения:

1. слайды презентации должны содержать только основные моменты лекции (основные определения, схемы, анимационные и видеофрагменты, отражающие сущность изучаемых явлений),
2. общее количество слайдов не должно превышать 20 – 25,
3. не стоит перегружать слайды различными спецэффектами, иначе внимание обучаемых будет сосредоточено именно на них, а не на информационном наполнении слайда,
4. на уровень восприятия материала большое влияние оказывает цветовая гамма слайда, поэтому необходимо позаботиться о правильной расцветке презентации, чтобы слайд хорошо «читался», нужно чётко рассчитать время на показ того или иного слайда, чтобы презентация была дополнением к уроку, а не наоборот. Это гарантирует должное восприятие информации слушателями

#### **Основные правила подготовки учебной презентации:**

При создании мультимедийного пособия не следует увлекаться и злоупотреблять внешней стороной презентации, так как это может снизить эффективность презентации в целом. Необходимо было найти правильный

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

баланс между подаваемым материалом и сопровождающими его мультимедийными элементами, чтобы не снизить результативность преподаваемого материала. Также было решено, что при создании мультимедийных презентаций необходимо будет учитывать особенности восприятия учебной информации с экрана.

Одним из важных моментов является сохранение единого стиля, унифицированной структуры и формы представления учебного материала на всем уроке. Для правильного выбора стиля потребуется знать принципы эргономики, заключающие в себя наилучшие, проверенные на практике учителями методы использования тех или иных компонентов мультимедийной презентации. При создании мультимедийного пособия предполагается ограничиться использованием *двух или трех шрифтов*. Вся презентация должна выполняться в одной цветовой палитре, например на базе одного шаблона, также важно проверить презентацию на удобство её чтения с экрана.

Тексты презентации не должны быть большими. Выгоднее использовать сжатый, информационный стиль изложения материала. Нужно будет суметь вместить максимум информации в минимум слов, привлечь и удержать внимание обучаемых. Просто скопировать информацию с других носителей и разместить её в презентации уже недостаточно. После того как будет найдена «изюминка», можно приступать к разработке структуры презентации, строить навигационную схему, подбирать инструменты, которые в большей степени соответствуют замыслам и уровню урока.

При подготовке мультимедийных презентации возможно использование ресурсов сети Интернет, современных мультимедийных энциклопедий и электронных учебников. Удобным является тот факт, что мультимедийную презентацию можно будет дополнять новыми материалами, для её совершенствования, тем более что современные программные и технические средства позволяют легко изменять содержание презентации и

хранить большие объемы информации.

Использовать учебные презентации на уроках можно при:

- изучении нового материала,
- закреплении новой темы,
- проверки знаний.

Следует отметить тот факт, что систематическое использование учебных презентаций на занятиях приводит к целому ряду последствий:

1. происходит повышение уровня использования наглядности на уроке,
2. увеличивается производительность урока,
3. устанавливается прочная межпредметная связь с информатикой,
4. преподаватель, создающий и использующий мультимедийные учебные презентации, вынужден обращать огромное внимание на логику подачи учебного материала, что положительным образом сказывается на уровне знаний учащихся.

### **Заключение**

В настоящей выпускной квалификационной работе разрабатывается технологический процесс изготовления детали «Крышка цилиндра» на АО «Уралэлектромедь» с применением современного оборудования с числовым программным управлением и современного металлорежущего инструмента зарубежных фирм. Для обслуживания данного высокоавтоматизированного оборудования проводится повышение квалификации «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» со 2-го разряда на 3-й, поэтому в методической части проведен анализ Профессионального стандарта № 530н «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и проведено педагогическое проектирование учебного процесса по теме «Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением».

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

Занятия ведутся на базе "Учебный центр" в структуре АО "Уралэлектромедь".

В методической части выпускной квалификационной работы разработан перспективно-тематический план подготовки рабочих, выделено учебное занятие по теме «Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением», разработан план учебного занятия и презентация в качестве методического обеспечения учебного занятия, как основное средство реализации компьютерной технологии.

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

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в выпускной квалификационной работе был разработан технологический процесс механической обработки детали «Крышка цилиндра» в условиях серийного производства.

В разработанной технологии применяется современный высокопроизводительный обрабатывающий центр с программным управлением.

Это позволило сократить время механической обработки, уменьшить тяжесть труда привлеченных к обработке детали рабочих.

Также была разработана управляющая программа на комплексную операцию на ОЦ с ЧПУ.

В экономической части дипломного проекта были определены единовременные вложения, себестоимость обработки детали по проектному варианту.

В методической части проекта была разработана методика проведения урока теоретического обучения для повышения квалификации операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						111
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.
2. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.
3. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
4. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
5. Каблов Е.Н. Шестой технологический уклад. [Текст] //Наука и жизнь, 2010. № 4.
6. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург, Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.
7. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008.34с.
8. 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.
9. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.
10. Паршин М.А., Круглов Д.А. Переход России к шестому

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



технологическому укладу: возможности и риски. [Электронный ресурс].  
//Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5.  
URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/05/33059> (Дата обращения 18.03.2018).

11. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием:  
Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.

12. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.

13. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.2-612 с., ил.

14. Техничко-экономическис расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. –сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т» , 2013. 66 с.

15. Электронный каталог «Pramet», Токарная обработка, 2014 г.

16. Электронный каталог «Pramet», Сверление, 2014 г.

17. Электронный каталог «Pramet», Цельнотвёрдосплавные фрезы, 2014 г.

18. Электронное руководство по эксплуатации Sinumerik 840D для системы многоцелевого станка.

19. <http://www.splav.kharkov.com> (Дата обращения 25.03.2018).

20.<http://www.itmstanki.com/index.pl?act=PRODUCT&id=199>(Дата обращения 05.05.2018).

21. <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/> (Дата обращения 24.04.2018).

22. <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833> (Дата обращения 21.04.2018).

23. <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/> (Дата обращения

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						113
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

29.04.2018).

24. <https://e.lanbook.com/reader/book/50683/#1> (Дата обращения  
13.04.2018).

25. <https://e.lanbook.com/reader/book/37007/#1> (Дата обращения  
10.04.2018).

26. <https://e.lanbook.com/reader/book/37102/#1> (Дата обращения  
10.04.2018).

27. <https://e.lanbook.com/reader/book/63256/#1> (Дата обращения  
07.05.2018).

28. <https://e.lanbook.com/reader/book/49454/#1> (Дата обращения  
07.05.2018).

29. <https://e.lanbook.com/reader/book/3722/#1> (Дата обращения  
08.05.2018).

30. <https://e.lanbook.com/reader/book/50682/#1> (Дата обращения  
18.04.2018).

31. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=711](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=711) (Дата  
обращения 17.04.2018).

32. <https://e.lanbook.com/reader/book/74589/#1> (Дата обращения  
25.04.2018).

33. <http://ibooks.ru/reading.php?productid=340433> (Дата обращения  
29.04.2018).

34. <http://www.iprbookshop.ru/54717> (Дата обращения 25.04.2018).

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1. Крышка цилиндра Штамповка	ДП 44.03.04.623.01	A1	1	
2. Крышка цилиндра	ДП 44.03.04.623.02	A1	1	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.623.Д01	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.623.Д02	A1	1	
5. Управляющая программа на опер. 005 (фрагмент)	ДП 44.03.04.623.Д03	A1	1	

Комплект слайдов

# Тема урока: Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением



1



Горизонтальное расположение  
оси шпинделя и направляющих



Вертикальное расположение  
оси шпинделя и направляющих



Наклонное расположение  
направляющих

Горизонтальное расположение  
оси шпинделя

2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.623.ПЗ

Лист

118

ОСНОВНОЙ ОСОБЕННОСТЬЮ СТАНКА С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ЯВЛЯЕТСЯ **АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ДВИЖЕНИЙ ПО ДВУМ КООРДИНАТАМ.**

СТАНКАМ С БОЛЕЕ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИСУЩИ ДРУГИЕ ОСОБЕННОСТИ:

- **МНОГОИНСТРУМЕНТАЛЬНОСТЬ,**
- **АВТОМАТИЗАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ, КОМАНД И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ,**
- **НАЛИЧИЕ КОРРЕКТОРОВ ПОЛОЖЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ И РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ**
- **АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ.**

3

МНОГОИНСТРУМЕНТАЛЬНОСТЬ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В ОСНАЩЕНИИ СТАНКА РЕВОЛЬВЕРНОЙ ГОЛОВКОЙ ИЛИ МАГАЗИНОМ ИНСТРУМЕНТОВ.



4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.623.ПЗ

Лист

119

КОРРЕКЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ — СМЕЩЕНИЕ  
СУППОРТА НЕЗАВИСИМО ПО КАЖДОЙ ИЗ  
ОСЕЙ — ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ НА ПУЛЬТЕ  
СТАНКА ИЛИ СИСТЕМЫ ЧПУ.



5

ТОКАРНЫЕ СТАНКИ С ЧПУ  
С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ  
РАСПОЛОЖЕНИЕМ ОСИ  
ШПИНДЕЛЯ



Токарный центр модели CTX beta 500 группы компаний DMG и MORI SEIKI



Циклический токарный станок с ЧПУ C560C



Токарный станок с ЧПУ Style High Tech

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.623.ПЗ

Лист  
120



## ТОКАРНЫЕ СТАНКИ С ЧПУ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСИ ШПИНДЕЛЯ



Вертикальный токарный  
станок с ЧПУ KDV L850.



VDL 800 CNC -Вертикальный токарный  
станок с ЧПУ.

## Токарный патронный станок

### ЦЕНТРОВОЙ ТОКАРНЫЙ СТАНОК



### Токарный патронно- центральный станок



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.623.ПЗ

Лист

121

ЦЕНТРОВЫЕ СТАНКИ С  
ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ  
ШПИНДЕЛЯ МОГУТ БЫТЬ:

- С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ  
НАПРАВЛЯЮЩИМИ
- С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ  
(НАКЛОННЫМИ) НАПРАВЛЯЮЩИМИ



**ТОКАРНЫЙ СТАНОК С ЧПУ ЛЮБОЙ КОМПОНОВКИ И ЛЮБОГО НАЗНАЧЕНИЯ СОСТОИТ ИЗ  
СЛЕДУЮЩИХ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И СИСТЕМ:**

- СТАНИНЫ,
- ГЛАВНОГО ПРИВОДА,
- ДВУХ ПРИВODOB ПОДАЧ,
- СУППОРТА,
- РЕВОЛЬВЕРНОЙ ГОЛОВКИ ИЛИ МАГАЗИНА ИНСТРУМЕНТОВ,
- СИСТЕМЫ СМАЗКИ,
- СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ,
- СИСТЕМЫ ЧПУ,
- ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ,
- ГИДРООБОРУДОВАНИЯ (ДЛЯ ГИДРОФИЦИРОВАННЫХ СТАНКОВ),
- ЗАДНЕЙ БАБКИ (ДЛЯ ЦЕНТРОВЫХ СТАНКОВ),
- ОГРАЖДЕНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОГО ИЗДЕЛИЯ,
- УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ.

10

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.623.ПЗ

Лист  
122



## ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ МОДЕЛИ CTX BETA 800 TC



11

## ЗАКРЕПЛЕНИЕ НОВЫХ ЗНАНИЙ

### • ВОПРОСЫ:

1. КАК ОТЛИЧАЮТСЯ ТОКАРНЫЕ СТАНКИ ПО КОНСТРУКЦИИ?
2. ЧТО ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВНОЙ ОСОБЕННОСТЬЮ СТАНКА С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ?
3. ЧТО ЗНАЧИТ МНОГОИНСТРУМЕНТАЛЬНОСТЬ СТАНКА С ЧПУ?
4. КАК РАСПОЛАГАЕТСЯ Ось ШПИНДЕЛЯ В ТОКАРНЫХ СТАНКАХ?
5. КАК ДЕЛЯТСЯ ТОКАРНЫЕ СТАНКИ ПО СВОЕМУ НАЗНАЧЕНИЮ?
6. ИЗ КАКИХ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ СОСТОИТ ТОКАРНЫЙ СТАНОК С ЧПУ?
7. НАЗОВИТЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА МОДЕЛИ CTX BETA 800TC.

12

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		123

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- СЕРГИЕВСКИЙ Л. В. НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНКОВ С УСТРОЙСТВАМИ ЧПУ. М.: МАШИНОСТРОЕНИЕ, 2001. 240 с.
- СТАНКИ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ /Под ред., В. А. ЛЕЩЕНКО. М.: МАШИНОСТРОЕНИЕ, 2008. 568 с.
- ХАРЧЕНКО А.О. СТАНКИ С ЧПУ И ОБОРУДОВАНИЕ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ: УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ. – К.: ИД «ПРОФЕССИОНАЛ», 2004. – 304 с.

13

					ДП 44.03.04.623.ПЗ	Лист
						124
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

