

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

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

*РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ШАТУНА ПРЕССА»*  
Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение (по отраслям),  
профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»

Идентификационный код ВКР: 547

Работу выполнил

студент гр. ЗТО – 406С

А.В. Разбойников

Руководитель

зав. кафедрой ТМС

доцент, канд. техн. наук

Н.В. Бородина

Екатеринбург 2019

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

Институт Инженерно-педагогического образования  
Кафедра Технологии машиностроения, сертификации и методики профессионально-го обучения  
Направление 44.03.04 – Профессиональное обучение  
подготовки шифр по ОККО  
Профиль Машиностроение и материалобработка  
Профилизация Технология и оборудование машиностроения

**УТВЕРЖДАЮ:**

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина  
подпись фамилия и.о.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ЗАДАНИЕ**

Обучающегося группы ЗТО- 406С  
Фамилия Разбойников имя Александр отчество Владимирович  
фамилия, имя, отчество полностью

1. Тема ВКР Разработка технологического процесса механической обработки детали «Крышка шатуна пресса»

утверждена распоряжением по институту (факультету) от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г. № \_\_\_\_

2. Руководитель Бородина Наталья витальевна  
фамилия, имя, отчество полностью

К.п.н Доцент Зав. каф. ТМС ФГАОУ ВО РГППУ  
ученая степень ученое звание должность место работы

3. Место преддипломной практики ОАО «Огнеупоры», г. Богданович

4. Идентификационный код ВКР \_\_\_\_\_

5. Исходные данные к выпускной квалификационной работе и основная литература \_\_\_\_\_  
Рабочий чертеж детали «Крышка шатуна пресса»  
Рабочий чертеж заготовки «Крышка шатуна пресса»  
Среднесерийное производство.  
Технико-технологические характеристики фрезерного ОЦ с ЧПУ ФС65МФ3

6. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов) \_\_\_\_\_

Анализ исходных данных к проектированию  
Обоснование выбора метода получения заготовки.  
Разработка маршрутной и операционной технологии механической обработки детали «Крышка шатуна пресса», выбор режущего инструмента  
Технологические расчеты припусков, режимов резания и технических норм времени  
Разработка управляющей программы обработки детали «Крышка шатуна пресса» для комплексной операции на ОЦ  
Экономическое обоснование проекта  
Методическая часть: анализ содержания программы переподготовки операторов станков с ПУ для работы на фрезерном ОЦ с ЧПУ ФС65МФ3. Разработка методики проведения занятия в условиях внутрифирменного обучения.

7. Перечень демонстрационных материалов (чертежей, плакатов, слайдов и т.п.) \_\_\_\_\_

1. Рабочий чертеж детали (A1).

2. Рабочий чертеж заготовки (A1).

3. Иллюстрации технологического процесса ( 3 A1).

4. Фрагмент управляющей программы ( A1)

5. Техничко-экономические показатели ( электронная презентация)

6. Электронная презентация методической части ВКР

8. Календарный план выполнения выпускной квалификационной работы

№ п/п	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапа	Процент выполнения проекта (работы)	Отметка руководителя о выполнении
1	Выполнение ВКР во время преддипломной практике	23.12.18	10%	
2	Защита результатов преддипломной практики			
3	Выполнение действий по разрабатываемым вопросам и изложение их результатов в пояснительной записке: 2.1. Разработка техпроцесса и технологические расчеты 2.2. Разработка управляющей программы 2.3. Техничко-экономические показатели 2.4. Методическая часть	09.01.19	35%	
		18.01.19	45%	
		21.01.19	50%	
		25.01.19	65%	
4	Оформление пояснительной записки	28.01.19	85%	
5	Выполнение чертежей, оформление демонстрационных материалов	31.01.19	95%	
6	Нормоконтроль	01.02.19	98%	
7	Подготовка доклада к защите в ГЭК	05.02.19	100%	

9. Консультанты по разделам ВКР

Наименование раздела	Консультант	Задание выдал		Задание принял		
		подпись	дата	оценка	подпись	дата

Задание выдал руководитель ВКР \_\_\_\_\_

Задание получил студент \_\_\_\_\_

10. Все материалы выпускной квалификационной работы проанализированы

Считаю возможным допустить \_\_\_\_\_ к защите выпускной квалификационной работы в государственной экзаменационной комиссии

Руководитель \_\_\_\_\_

подпись

дата

11. Допустить \_\_\_\_\_ к защите выпускной квалификационной работы

в государственной экзаменационной комиссии (протокол заседания кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

подпись

дата



## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 78 листов машинописного текста, 12 таблиц, 30 использованных источников, приложения на 20 листах, графическую часть на 11 листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЯ, ИЗДЕЛИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СТАНОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, СРОК ОКУПАЕМОСТИ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ.

В дипломном проекте разработаны предложения по созданию технологического процесса механической обработки детали «Крышка шатуна пресса».

Спроектированы зажимное приспособление для закрепления детали на расточной операции

В методической части разработана программа производственного обучения оператора обрабатывающего центра с ЧПУ.

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономической эффективности от внедрения станочного приспособления.

					<i>ДП 44.03.04.547.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Проектирование технологического процесса изготовления детали «Крышка шатуна пресса»	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб</i>	<i>Разбойников</i>					<i>у</i>	3	97
<i>Пров</i>	<i>Бородин</i>					<i>ФГАОУ ВО РГПШУ, ЗТО-406 С</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Суриков</i>							
<i>Утв</i>	<i>Бородин</i>							







# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Исходная информация

### 1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь типа «Крышка» является составной частью сборочной единицы пресса СМ 1085 типа «Шатун». В соединении со сборочной единицей деталь образует отверстие, в которое запрессовывается бронзовая втулка, выполняющая функцию подшипника скольжения. В детали имеются сквозные отверстия для подачи в подшипник смазывающей жидкости. Для крепления боковых крышек подшипника в детали имеются глухие отверстия с резьбой. Для осуществления замкового соединения детали с корпусом «Шатуна» с нижней стороны «Крышки» выполнены пазы. Сама деталь крепится к «Шатуну» болтами через сквозные отверстия. Материал детали – сталь 45Л-II ГОСТ 977-75, конструкционная углеродистая литейная сталь. Химический состав и механические свойства стали представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Химический состав стали 45Л-II ГОСТ 977-75

Химический элемент	Массовая доля элемента, %
Углерод (С)	0,42 – 0,50
Марганец (Mn)	0,45 – 0,90
Кремний (Si)	0,20 – 0,52
Фосфор (P), не более	0,04
Сера (S), не более	0,045

Таблица 2 – Механические свойства стали 45Л-II ГОСТ 977-75

Свойства	Обозначение, единица измерения	Количество
Предел текучести	$\sigma_{0,2}$ , (МПа)	400
Предел прочности	$\sigma_B$ , (МПа)	600
Относительное удлинение	$\delta_5$ , (%)	10
Относительное сужение	$\Psi$ , (%)	20
Твердость	НВ	550

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

ДП 44.03.04.547.ПЗ

Лист

7









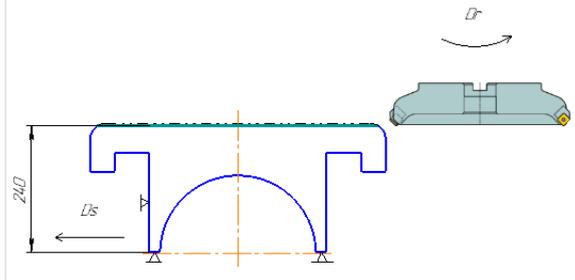
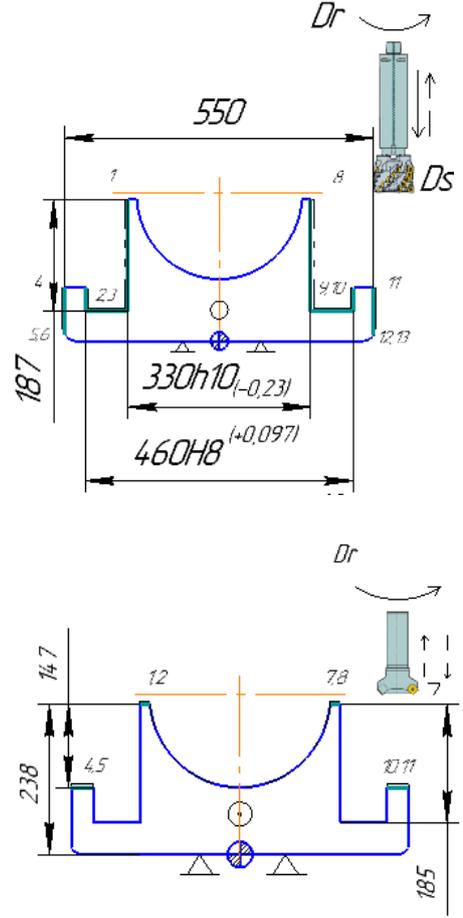








Таблица 3 – Технологический маршрут изготовления детали

№ п/п	Наименование и краткое содержание операции	Операционный эскиз
1	2	3
00	Термическая. Вакуумная печь. Диффузионный отжиг	
05	Вертикально-фрезерная. Вертикально-фрезерный станок 6560. Приспособление специальное. Получистовое фрезерование плоскостей 1 и торцов 2	
10	Комбинированная. Фрезерный обрабатывающий центр ФС63МФ3, приспособление – специальное. Предварительное и чистовое фрезерование пазов 3 и поверхностей 4 и 5	

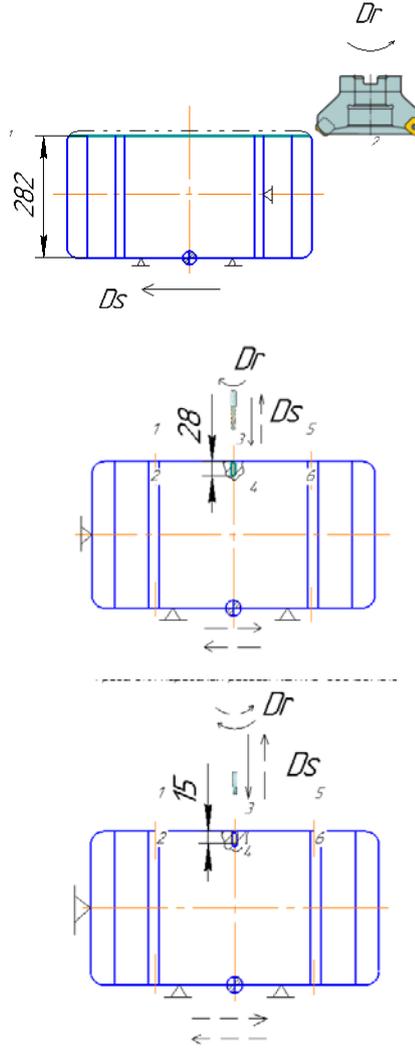
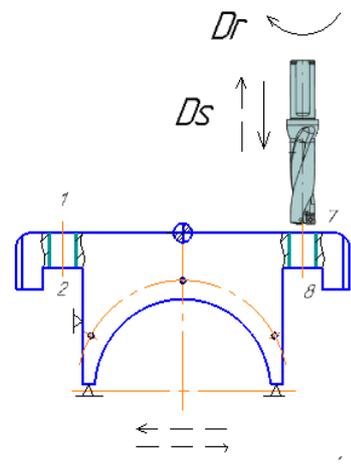
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.547.ПЗ

Лист

16

Продолжение таблицы 3

1	2	3
15	<p>Комбинированная. Фрезерный обрабатывающий центр ФС63МФ3. Приспособление специальное.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезерование боковых поверхностей.</li> <li>2. Сверление глухих отверстий под резьбу М10</li> <li>3. Нарезание резьбы М10</li> </ol>	 <p>The drawings for item 15 include a side view of a cylindrical part with a total length of 282 mm. It shows a central hole and two side holes. A top view shows the part with dimensions 28 mm and 75 mm, and labels Dr (rotational direction) and Ds (axial direction). A detailed view of a hole shows a diameter of 28 mm and a depth of 75 mm. The drawings also show a small detail of a hole with a chamfered edge.</p>
20	<p>Комбинированная. Фрезерный обрабатывающий центр ФС63МФ3. Приспособление специальное</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сверление сквозных отверстий диаметром 44 мм.</li> </ol>	 <p>The drawing for item 20 shows a side view of a part with a semi-circular cutout. It has a central hole and two side holes. A top view shows the part with a diameter of 44 mm. The drawings also show a small detail of a hole with a chamfered edge.</p>

Продолжение таблицы 3

1	2	3
25	<p>2. Сверление сквозных отверстий диаметром 11 мм.</p> <p>3. Зенкование сквозных отверстий диаметром 11 мм.</p> <p>4. Сверление глухих отверстий под резьбу M20</p> <p>5. Нарезание резьбы M20</p>	<p>The technical drawings illustrate the following steps:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Drilling:</b> A vertical drill bit is shown drilling a hole through a blue component. The hole diameter is labeled as <math>\phi 11</math>. The drill diameter is <math>D_s</math> and the cutting edge diameter is <math>D_r</math>. The hole is labeled "2 отв <math>\phi 11</math>".</li> <li><b>Chamfering:</b> A chamfering tool with a <math>90^\circ</math> angle is used to chamfer the hole. The chamfer diameter is <math>\phi 18.5</math> and the chamfer width is <math>9</math>. The chamfering tool diameter is <math>D_r</math>. The hole diameter is <math>\phi 11</math>. The chamfering tool diameter is <math>D_s</math>. The chamfering tool diameter is <math>\phi 22</math>. The hole is labeled "2 отв <math>\phi 11</math>".</li> <li><b>Drilling blind hole:</b> A vertical drill bit is shown drilling a blind hole. The hole diameter is labeled as <math>\phi 11</math>. The drill diameter is <math>D_s</math> and the cutting edge diameter is <math>D_r</math>. The hole is labeled "2 отв <math>\phi 11</math>".</li> <li><b>Thread cutting:</b> A thread cutting tool is shown cutting a thread into the hole. The thread diameter is <math>M20</math>. The thread cutting tool diameter is <math>D_s</math> and the cutting edge diameter is <math>D_r</math>. The thread cutting tool diameter is <math>50</math>. The thread cutting tool diameter is <math>M20</math>.</li> </ol>

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.547.ПЗ

Лист

18

Окончание таблицы 3

1	2	3
30	<p>Горизонтально-расточная. Горизонтально-расточной станок 2620. Приспособление специальное. Расточить отверстие диаметром 290 мм.</p>	

В рассматриваемом варианте технологического процесса обработки детали «Крышка шатуна пресса» применим на некоторых операциях фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ ФС63МФ3. Это позволит:

- увеличить производительность труда;
- не проводить разметочные и слесарные операции;
- сократить период переналадки оборудования и установки заготовок благодаря использованию универсальных сборочных приспособлений;
- уменьшить количество операций;
- снизить затраты на транспортировку и контроль деталей;
- уменьшить количество бракованных изделий;

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата



поверхности замкового соединения детали с узлом с целью получения наибольшей точности размеров поверхностей.

Подбор станков определяется коэффициентами:

- загрузки оборудования  $\eta_z = m_p / m_n$ , где  $m_p$  – расчетное количество станков на операции;  $m_n$  – принятое количество станков; для серийного – 0,75...0,85;
- использования станков по основному времени;  $\eta_o = t_o / t_{шк}$  – для серийного производства, где  $t_o$ ,  $t_{шт}$ ,  $t_{шк}$  – соответственно основное, штучное и штучно-калькуляционное время, которое можно определить по укрупненным нормативам.

В качестве средств контроля размеров изделия выбираем линейку, разметочный штангенциркуль, угломер, шаблоны.

В качестве режущего инструмента выбираем торцевые и концевые фрезы, спиральные сверла, расточной резец и машинные метчики.

#### 1.4. Технологические расчеты

##### 1.4.1. Расчет припусков

Выполняем расчет припусков на поверхность, к которой по чертежу предъявляются наибольшие требования точности и качества – внутреннюю поверхность замкового соединения детали. Для удобства расчет согласно выбранной методике [27] следует производить в виде таблицы 4.

Таблица 4 - Расчет припусков и предельных размеров на обработку

Технологические переходы обработки поверхности крышки длиной 460Н8(+0.097)	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $Z_{min}$ , мкм	Расчетный размер $A_p$ , мм	Допуск $T$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	$R_z$	$h$	$\rho$	$\varepsilon$				$A_{min}$	$A_{max}$	$2Z_{min}^{пр}$	$2Z_{max}^{пр}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка	200	250	2230			456,822	2,2	456,82	459,02		
Черновое фрезерование	160	100	134	65	2495	459,317	0,63	459,32	459,95	0,93	2,5

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Чистовое фрезерование	20	50	89	65	459	459,766	0,25	459,78	460,03	0,08	0,46
Получистовое шлифование	10	25	45	65	224	460	0,097	460	460,097	0,07	0,22
Итого:										1,08	3,18

Погрешность установки детали ( $\epsilon_y$ ) на выполняемом переходе состоит из погрешностей базирования  $\epsilon_6$  и закрепления  $\epsilon_3$ . Погрешность базирования  $\epsilon_6$  определяем в зависимости от схемы базирования. В нашем случае мы рассматриваем пример базирования обрабатываемой заготовки по отверстию диаметром 290Н9 с допуском +0,13. Погрешность базирования равна половине допуска на диаметр D заготовки:  $\epsilon_6 = \frac{0,13}{2} = 0,065$

Погрешность закрепления  $\epsilon_3$  принимаем по справочным данным. В нашем случае  $\epsilon_3=0$ . Погрешность установки  $\epsilon_y$  детали в приспособлении на выполняемой операции рассчитаем как сумму  $\epsilon_6$  и  $\epsilon_3$ :

$$\epsilon_y = \sqrt{\epsilon_3^2 + \epsilon_6^2} = \sqrt{0,065^2} = 0,065 \text{ мм} = 65 \text{ мкм}$$

Определить расчетные минимальные припуски на обработку по всем технологическим переходам по формуле:

$$Z_{i\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \epsilon_{y_i}$$

При черновом фрезеровании:

$$Z_{2\min} = R_{z1} + h_1 + \rho_1 + \epsilon_y = 200 + 250 + 2230 + 65 = 2495 \text{ мкм}$$

При чистовом фрезеровании:

$$Z_{3\min} = R_{z2} + h_2 + \rho_2 + \epsilon_y = 160 + 100 + 134 + 65 = 459 \text{ мкм}$$

При получистовом шлифовании:

$$Z_{4\min} = R_{z3} + h_3 + \rho_3 + \epsilon_y = 20 + 50 + 89 + 65 = 224 \text{ мкм}$$

Определим минимальный расчетный размер для перехода, предшествующего конечному, как разность между наибольшим предельным размером по чертежу и расчетным припуском  $Z_{i\min}$ :

При чистовом фрезеровании:

$$A_{\min 3} = A_{\min 4} - Z_{4\min} = 460 - 0,224 = 459,776 \text{ мм}$$

При черновом фрезеровании:

$$A_{\min 2} = A_{\min 3} - Z_{3\min} = 459,776 - 0,459 = 459,317 \text{ мм}$$

Для заготовки:

$$A_{\min 1} = A_{\min 2} - Z_{2\min} = 459,317 - 2,495 = 456,822 \text{ мм}$$

Максимальные значения расчетных размеров определяем увеличением каждого минимального значения на соответствующий допуск:

$$A_{\max 4} = A_{\min 4} + 0,097 = 460 + 0,097 = 460,097 \text{ мм}$$

$$A_{\max 3} = A_{\min 3} + 0,25 = 459,78 + 0,25 = 460,03 \text{ мм}$$

$$A_{\max 2} = A_{\min 2} + 0,63 = 459,32 + 0,63 = 459,95 \text{ мм}$$

$$A_{\max 1} = A_{\min 1} + 2,2 = 456,82 + 2,2 = 459,02 \text{ мм}$$

Рассчитаем предельные значения припусков  $Z_{\max}^{np}$  как разность наибольших предельных размеров (или наименьших) и  $Z_{\min}^{np}$  как разность наименьших (или наибольших) предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.

При черновом фрезеровании:

При чистовом фрезеровании:

При получистовом шлифовании:

Определяем суммарные минимальные и максимальные припуски на обработку:

$$\sum_{\square} = Z_{\min 2}^{np} + Z_{\min 3}^{np} + Z_{\min 4}^{np} = 0,93 + 0,08 + 0,07 = 1,08 \text{ мм}$$

$$\sum_{\square} = Z_{\max 2}^{np} + Z_{\max 3}^{np} + Z_{\max 4}^{np} = 2,5 + 0,46 + 0,22 = 3,18 \text{ мм}$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.547.ПЗ

Лист

23

Проверим правильность произведенных расчетов по формулам:

$$2,5-0,93=2,2-0,63=1,57$$

$$0,46-0,08=0,63-0,25=0,38$$

$$0,22-0,07=0,25-0,097$$

$$0,15=0,15$$

$$3,18-1,08=2,2-0,097=2,1$$

Расположения припусков, допусков и промежуточных размеров представлено на схеме (рисунок 1)

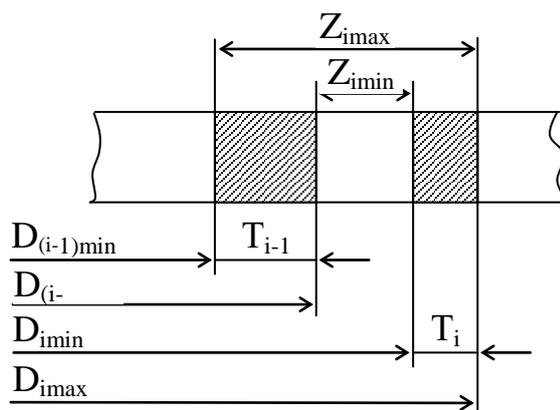


Рисунок 2 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности

На остальные обрабатываемые поверхности детали (кроме одной расчетно-аналитической) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяем по справочным данным [27](ГОСТ 26645-85, 7505-89, 7062-90, 7820-70) и сводим в таблицу 5.

Таблица 5 - Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм
-------------	------------	-------------	------------	---------------------------

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

ДП 44.03.04.547.ПЗ

Лист

24

				верхнее	нижнее
1	550	7	1,75	0,875	-0,875
2	280	5	1,3	0,65	-0,65
3	238	5	1,15	0,575	-0,575
4	185	5	1,15	0,575	-0,575
5	65	4	0,12	0,12	0
6	330	6	0,23	0	-0,23
7	290	6	0,13	0,13	0
8	44		0,62	0,62	0
9	20		0,052	0,052	0
10	13		0,43	0,215	-0,215
11	20		0,021	0,021	0

Таким образом, расчетные значения допусков на обработку детали соответствуют значениям, заданным на чертеже детали.

#### *1.4.2. Расчет режимов резания*

Для каждого перехода необходимо рассчитать: глубину резания  $t$ , мм, подачу на оборот  $S_o$ , мм/об и скорость резания  $V$ , м/мин. Определяем режимы резания для операции фрезерования поверхности 520x280 мм. Операция проводится на вертикально-фрезерном станке 6560.

Станки моделей 6560 бесконсольного типа предназначены для высокопроизводительного фрезерования деталей из стали, чугуна и цветных металлов торцовыми, концевыми и фасонными фрезами. На станках выполняется обработка как сырых, так и закаленных деталей с применением современного инструмента с ножами из эльбора, сверхтвердых композиционных материалов из металлокерамики. На станках производится фрезерование, сверление, зенкерование, развертывание и растачивание. Станок имеет следующие технические характеристики:

- размеры рабочей поверхности стола (длина x ширина) 1600X630 мм;
- число частот вращения шпинделя 18;
- пределы частот вращения шпинделя 25-1250 мин-1;
- пределы подач (регулирование бесступенчатое) продольных и поперечных 10-1500 мм/мин, вертикальных 3-500 мм/мин;

- быстрый ход в продольном и поперечном направлении 2500 мм/мин, в вертикальном 830 мм/мин;

- габаритные размеры станка 3205 X 4140X3120 мм.

В качестве режущего инструмента применяем торцевую фрезу S-R/LA245-315J47CSO-18M диаметром 315 мм.

Обрабатываемая поверхность плоская длиной 520 мм и шириной 280 мм.. шероховатость готовой поверхности составляет Ra 10. Припуск на обработку согласно таблице 9 составляет 2 мм. Таким образом, при фрезеровании глубина резания  $t=2$  мм.

Величину подачи на зуб  $S_z$  принимаем по табличным значениям [28] при мощности станка 22 кВт, обрабатываемом материале – стали 45Л и фрезой с пластинками из твердого сплава Т15К6:  $S_z=0,12$  мм/зуб.

Скорость резания рассчитывают по формулам теории резания:

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * z^p} * k_v \quad (1)$$

где  $C_v$ ;  $x$ ;  $y$ ;  $m$ ;  $u$ ;  $q$ ;  $p$  - эмпирические коэффициент и показатели степени, приведённые в справочных материалах [28] для заданных условий обработки.

$T$  - период стойкости режущего инструмента, принимаем  $T=300$  мин;

$t$  - глубина резания, мм;

$S_z$  - подача, мм/зуб;

$B$  – ширина обрабатываемой поверхности,  $B=280$  мм

$D$  – диаметр фрезы,  $D=315$  мм.

$K_u$  – коэффициент, являющийся произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки  $K_m$ , состояния поверхности  $K_p$ , материала инструмента  $K_n$ .

При обработке стали 45Л режущим инструментом из твёрдого сплава Т15К6 принимаем  $C_v=332$ ;  $q=0,2$ ;  $x=0,1$ ;  $y=0,4$ ;  $m=0,2$ ;  $u=0,2$ ;  $p=0$ .

Для изначально заданных условий выбираем значения коэффициентов по справочным материалам [7]:

$$; K_n=1; K_{n1}=1$$

Таким образом,  $K_u=1$

Полученные значения подставляем в формулу 1 и определяем скорость резания:

$$v = \frac{332 * 315^{0,2}}{300^{0,2} * 2^{0,1} * 0,12^{0,4} * 280^{0,2} * Z^0} * 1 = 101 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

Частоту вращения фрезы определяем по формуле:

Принимаем значение  $n=100$  об/мин

Подачу минутную определяем по формуле:

$$S_M = z * S_z * n = 18 * 0,12 * 100 = 216 \frac{\text{ММ}}{\text{МИН}}$$

Подачу на оборот определяем по формуле:

$$S_M = z * S_z = 18 * 0,12 = 2,16 \frac{\text{ММ}}{\text{ОБ}}$$

На все остальные операции техпроцесса режимы резания назначаем по справочнику [13, 22], значения запишем в таблицу 6.

Таблица 6 – Сводная таблица по режимам резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	S <sub>М</sub> , мм/мин	S <sub>о</sub> мм/об	n, об/мин	v, м/мин
1	2	3	4	5	6
Фрезерная. Фрезерование базовой поверхности	2	216	2,16	100	101
Фрезерная. Фрезерование пазов и торцев	2	240	0,15	1600	310
Фрезерная. Фрезерование установочных плоскостей	2	300	0,15	2000	310
Фрезерная. Фрезерование	2	192	0,96	200	170



Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$t_b = t_{y.c} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{из}, \quad (4)$$

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

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

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

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

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

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

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

Нормирование операции осуществляется в соответствии с выбранными методами обработки.

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

$$t_o = \frac{l \cdot i}{S_m}, \quad (5)$$

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

$i$  – число рабочих ходов;

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

В общем случае расчетная длина обрабатываемой поверхности

$$l = l_o + l_{вр} + l_n + l_{сх},$$

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

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

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

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





Номер и наименование операции	t <sub>о</sub> , МИН	t <sub>в</sub>			t <sub>об</sub>		t <sub>от</sub>	t <sub>шт</sub>	t <sub>п-з</sub>	n	t <sub>ш-к</sub>
		t <sub>ус</sub>	t <sub>уп</sub>	t <sub>из</sub>	t <sub>тех</sub>	t <sub>орг</sub>					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Фрезерная. Фрезерование базовой поверхности	2,4	5,5	0,01	0,16	0,02	0,03	0,09	0,66	18	5	4
Сверлильная. Сверление сквозных отверстий диаметром 11 мм	0,4	-	0,04	0,1	0,08	0,1	0,03	7,31	19	5	7,59

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сверлильная. Сверление отверстия под резьбу М20	0,2	-	0,01	0,09	0,03	0,04	0,01	0,62	19	5	0,89
Фрезерная. Фрезерование пазов и торцев	6,23	5,5	0,01	0,16	0,02	0,03	0,08	12,1	15	5	12,3
Сверлильная. Сверление отверстий диаметром 44мм	4,24	5,5	0,19	0,09	0,25	0,34	0,11	10,7	9,5	5	10,9
Расточная. Растачивание отверстия диаметром 290 мм	3,5	11,5	0,49	0,19	0,23	0,31	0,09	30,4	38	5	30,9
Сверлильная. Сверление глухих отверстий под резьбу М10	0,25	5,5	0,02	0,11	0,02	0,03	0,00 9	6,05	19	5	6,33
Резьбонарезная Нарезание резьбы М10	1,32	5,5	0,02	0,11	0,04	0,05	0,02	6,34	17	5	6,59
Резьбонарезная Нарезание резьбы М20	0,06	-	0,01	0,11	0,01 5	0,02	0,00 6	5,9	17	5	1,09
Фрезерная. Фрезерование боковых поверхностей	2,7	5,5	0,02	0,32	0,04	0,06	0,18	1,32	18	5	2,32

Фрезерование установочных плоскостей	3,73	-	0,01	0,15	0,01	0,02	0,07	12	14	5	12,2
--------------------------------------	------	---	------	------	------	------	------	----	----	---	------

Норма штучного времени представляет собой необходимый срок на выполнение объема работы, равной единице нормирования на выполнение операции технологического процесса. Технические нормы времени при крупносерийном производстве устанавливаются расчетно-аналитическим методом.

#### 1.4.4. Расчет и схема станочного зажимного приспособления

В данном дипломном проекте произведем расчет и проектирование зажимного приспособления с пневматическим приводом, предназначенное для установки детали «Крышка шатуна пресса» при выполнении расточной операции на горизонтально-расточном станке 2620.

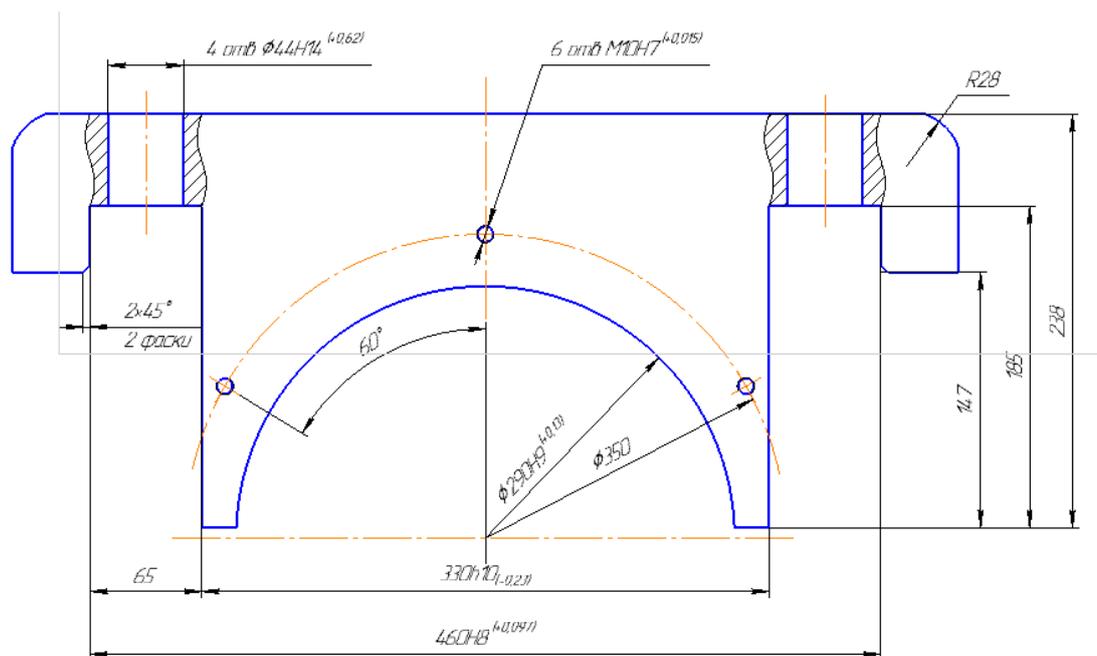
Для проектирования станочного приспособления имеем следующие исходные данные:

- эскиз детали, представленный на рисунке 3;
- при выполнении расточной операции производится обработка цилиндрического отверстия с получением диаметра 290 мм с качеством Н9 и значением допуска на размер 0,13 мм.
- режимы резания - при чистовом растачивании: припуск на обработку  $t=4,2$  мм, подача  $S=1,2$  мм/об, частота вращения  $n=125$  об/мин, скорость резания  $v=111$  м/мин; при черновом растачивании: припуск на обработку  $t=1,8$  мм, подача  $S=0,7$  мм/об, частота вращения  $n=200$  об/мин, скорость резания  $v=160$  м/мин.
- нормы времени при растачивании: время для выполнения операции  $t_0=3,81$  мин, время вспомогательное  $t_v=25,13$  мин, время на обслуживание рабочего места  $t_{об}=0,54$  мин, время на отдых и личные надобности  $t_{от}=0,09$  мин, норма штучного времени составляет  $T_{шт}=30,38$

мин, норма штучно-калькуляционного времени составляет  $T_{ш-к}=30,94$  мин.

Технические условия (требования) к технологии изготовления детали принимаются исходя из условий эксплуатации приспособления и возможных последствия вследствие его некачественного изготовления.

Перечень требований, которые предъявляют к материалам и оборудованию, содержат технические условия на изготовление определенного типа приспособлений. Технические условия должны учитывать опыт проектирования, изготовления и эксплуатации, накопленный при выпуске подобных изделий, т.е. они должны соответствовать требованиям технического задания и стандартов на данный вид продукции по ГОСТ 15001—69.



Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.547.ПЗ

Лист

34

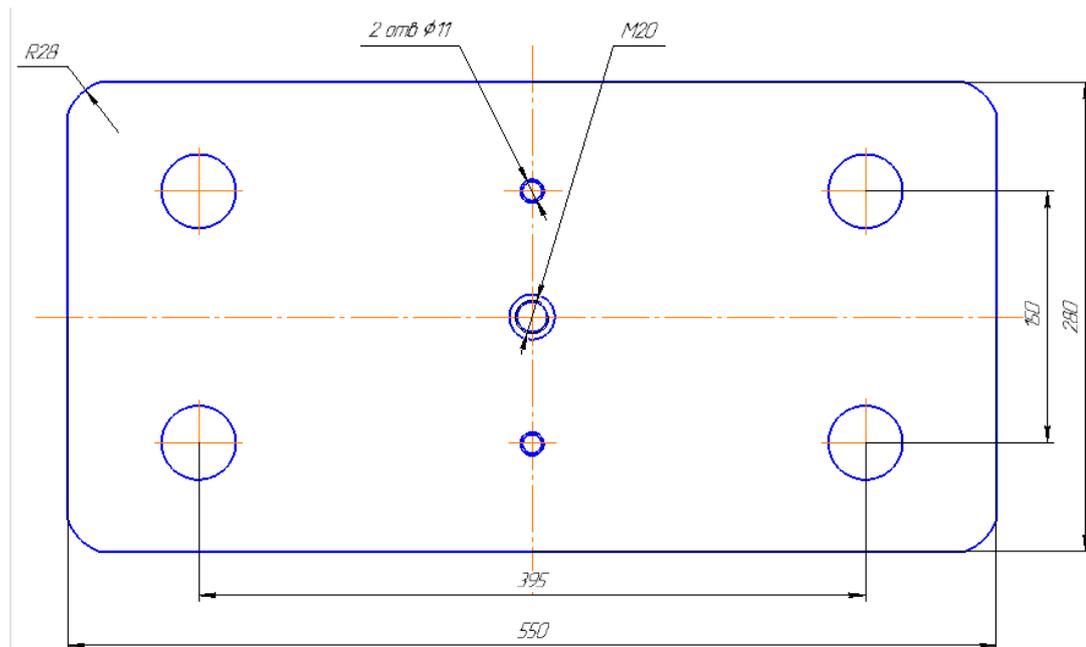


Рисунок 3 – Эскиз детали «Крышка шатуна прессы»

Из их служебного назначения приспособления предъявляют соответствующие технические требования. По причине назначения приспособление для базирования объекта, предъявляемые к ним требования, которые можно разделить на три группы:

- точность установочных элементов приспособления, образующих комплект баз для базирования объекта и комплект баз, которыми устанавливается само приспособление;
- точность относительного положения комплектов баз;
- точность положения направляющих, кинематических элементов и их относительного положения.

Во время работы приспособление подвержены силовому и тепловому воздействию. На него действуют силы, обусловленные технологическим процессом. К этим силам относятся, силы резания, зажима, инерции. Возникновению в приспособлении упругих и тепловых перемещений возникает по причине того, что теплота, выделяемая вследствие технологического процесса, передается приспособлению. Это, в свою очередь приводит к потере точности к износу элементов приспособления. Обычно, наибольшему износу подвергаются направляющие втулки и

базирующие элементы. В следствии, приспособление должно иметь необходимые жесткость, теплостойкость, прочность и износостойкость [1].

Использование станочных приспособлений обеспечивает:

- надежность базирования и обрабатываемой детали с сохранением ее жесткости в процессе обработки;
- повышение качества обрабатываемых деталей при минимальной зависимости качества от уровня квалификации рабочего;
- повышение производительности и улучшение условия труда станочника в результате механизации приспособлений;
- расширение возможностей технологического оборудования.

Произведем точностные расчеты при выборе схемы базирования заготовки.

Суммарную погрешность по выполняемому размеру определяем по формуле:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \varepsilon_{обр} + \varepsilon_{н} + \varepsilon_{пр} + \varepsilon_{др} , \quad (7)$$

где  $\varepsilon_{обр}$  – погрешность обработки детали;

$\varepsilon_{н}$  – погрешность настройки;

$\varepsilon_{пр}$  – погрешность приспособления;

$\varepsilon_{др}$  – другие погрешности, к которым относятся погрешность базирования, погрешность измерения и другие погрешности.

Погрешность обработки детали определяем по формуле:

$$\varepsilon_{обр} = k * \omega ,$$

где  $\omega$  - точность обработки на размер детали при выполнении технологической операции. Для растачивания отверстия диаметром 290 мм и качества Н9 подбираем по справочным материалам [1]  $\omega = 0,13 \text{ мм}$  .

$k$  – коэффициент уменьшения точности обработки на размер детали,  $k=0,6$

Таким образом,  $\varepsilon_{обр} = 0,13 * 0,6 = 0,078 \text{ мм}$

Погрешность настройки выбираем по справочным материалам [1] для обрабатываемого размера 290 мм и чистовой обработки  $\epsilon_n = 0,04$  мм.

Погрешность приспособления определяем по формуле:

$$\epsilon_{пр} = \sqrt{(k_1 * \epsilon_{нб}^2 + \epsilon_3^2 + \epsilon_{см}^2)} + \epsilon_{изн} + \epsilon_{изг} + \epsilon_{ус}, \quad (8)$$

где  $k_1$  – коэффициент уменьшения погрешности,  $k_1 = 0,8$

$\epsilon_{нб}$  – погрешность несовмещения баз;

$\epsilon_3$  – погрешность закрепления заготовки в приспособлении;

$\epsilon_{см}$  – погрешность, вызванная смещением инструмента;

$\epsilon_{изн}$  – погрешность, обусловленная износом базирующих поверхностей;

$\epsilon_{изг}$  – погрешность, связанная с неточностью изготовления детали;

$\epsilon_{ус}$  – погрешность, возникающая при установке приспособления на стол станка.

Поскольку погрешность несовмещения баз не влияет на диаметральный размер, то  $\epsilon_{нб} = 0$ .

Погрешность закрепления заготовки в приспособлении с пневматическим зажимом выбираем по справочнику для поверхности, полученной литьем в кокиль и поперечным размером заготовки 280 мм [1]  $\epsilon_3 = 0,01$  мм.

Погрешность, обусловленная износом базирующих поверхностей, при установке заготовки на плоскую поверхность, равна величине износа и определяется по формуле:

$$\epsilon_{изн} = U_0 * k_t * k_l * k_y, \quad (9)$$

где  $U_0$  – величина износа по нормали к поверхности, полученная на основании опытных данных, выбираем согласно табличному значению при установке заготовки на плоскую поверхность  $U_0 = 0,3$  ;

$k_t$  – коэффициент, учитывающий время контакта заготовки с опорами, определяем по формуле:

где  $t_{\text{маш}}$  - машинное время, которое определяется по формуле:

$$t_{\text{маш}} = S * n$$

где  $L$  – длина пути, пройденного инструментом, мм

$S$  – величина подачи инструмента,  $S=0.7$  мм/об

$n$  – частота вращения шпинделя станка,  $n=200$  об/мин.

Таким образом:

$$k_t = 0,79 * 281, \frac{3}{0,7 * 200} = 0,045 \text{ мм}$$

$k_l$  - коэффициент, учитывающий длину пути скольжения, для универсальных станков  $k_l=1$ ;

$k_y$  - коэффициент, учитывающий условия обработки, выбираем по табличному значению при точении незакаленной стали без охлаждения  $k_y=1$ .

Полученные значения подставляем в формулу 9 и определяем погрешность, обусловленную износом базирующих поверхностей:

$$\varepsilon_{\text{изн}} = 0,3 * 0,045 * 1 * 1 = 0,0135 \text{ мм}$$

Погрешность, связанна с неточностью изготовления детали, при растачивании равна допуску на координирующий размер  $L$  в приспособлении в направлении выдерживаемого размера отверстия диаметром 290 мм. Согласно чертежу, координирующий размер от установочной поверхности приспособления до центра отверстия равен  $L=275$  мм с допуском  $T_L = 0,005$  мм , следовательно  $\varepsilon_{\text{изг}} = 0,005$  мм

Погрешность, вызванная смещением инструмента, при смещении инструмента относительно оси отверстия определяется по формуле:

$$\varepsilon_{\text{см}} = \frac{s}{2} = 0, \frac{029}{2} = 0,0145 \text{ мм}$$

Погрешность, возникающая при установке приспособления на стол станка определяется точностью контакта нижней плоскости корпуса



Для обоснования выбора схемы крепления заготовки произведем компоновку приспособления. Схема базирования заготовки при горизонтальном растачивании отверстия представлена на рисунке 4. В качестве установочной базы заготовки, лишаящей заготовку трех степеней свободы, назначаем боковую поверхность детали «Шатун», на которую будет осуществляться установка заготовки в приспособлении. В качестве направляющей базы, лишаящей заготовку двух степеней свободы, назначаем одну из поверхностей детали, перпендикулярной растачиваемому отверстию. В качестве упорной базы, лишаящей заготовку одной степени свободы, назначаем торцевую поверхность детали «Шатун».

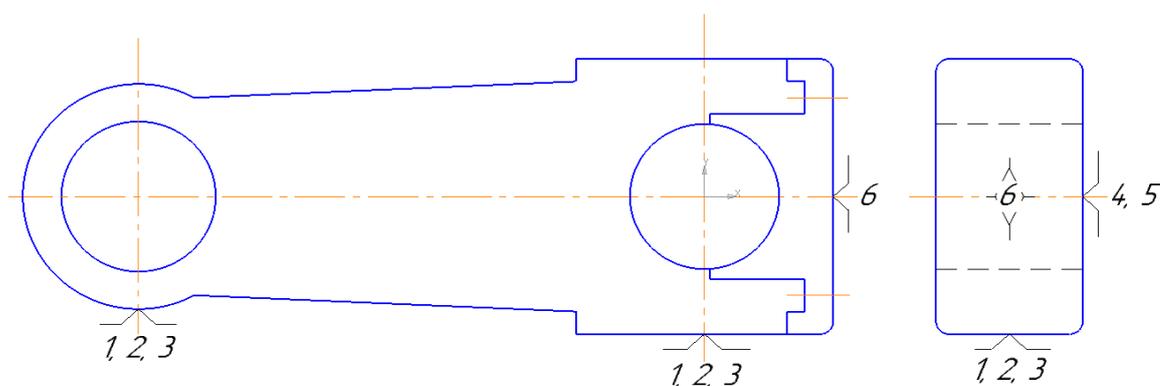


Рисунок 4 – Схема базирования заготовки

Далее реализуем технологические базы изделия. Первой будет реализована база с наибольшим количеством степеней свободы. Так как, установочная база осуществляется по плоскости, в качестве установочной поверхности используем три опоры. Далее реализуем направляющую базу. Так как направляющая база осуществляется по плоскости, в качестве установочного используем две опоры. Следующей реализуем упорную базу. Так как упорная база осуществляется по плоскости, в качестве установочного используем одна опора.

После реализации всех технологических баз переходим к выбору зажимного механизма. В связи с выбранным среднесерийным типом производства на установочном приспособлении прижим заготовки

осуществляется от пневмопривода, через шток действующий на зажимной элемент.

Эскиз зажима представлен на рисунке 5. При выполнении данной операции деталь 1, находясь в соединении с шатуном, устанавливается на торцевую поверхность вертикально на столе станка 2. С одной стороны шатун упирается в неподвижные стойки 3, с другой стороны шатун прижимается прижимным элементом 5. Также с торца шатуна установлена неподвижная стойка. Давление на прижим 5 осуществляется через шток, соединенный с поршнем пневмоцилиндра 4. Свободная сторона шатуна устанавливается на неподвижной призме 6.

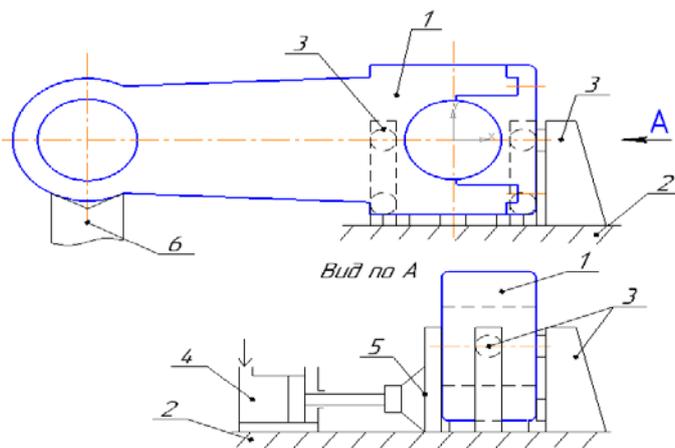
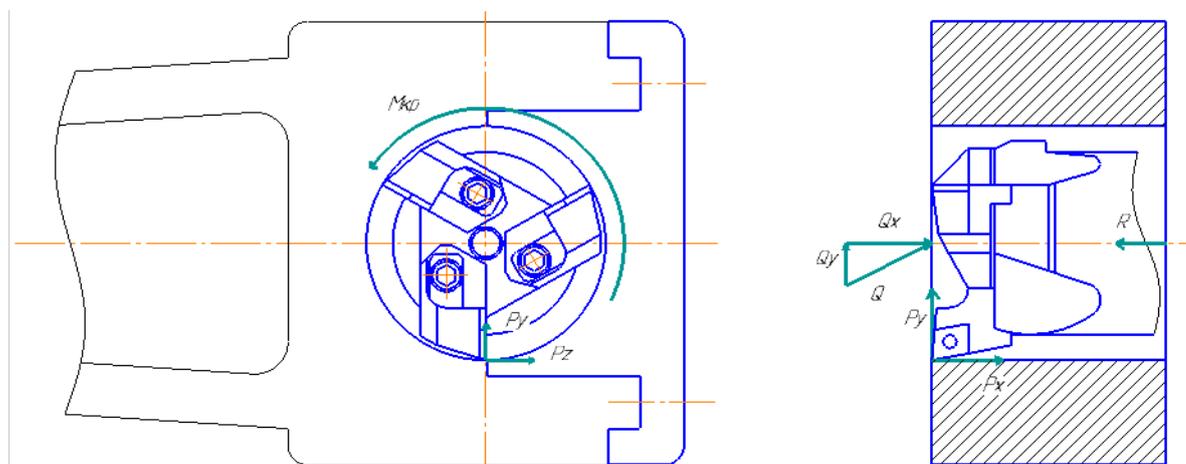


Рисунок 5 – Эскиз станочного зажимного приспособления

Произведем силовой расчет прижимного устройства. На рисунке 6 приведена схема приложения сил к заготовке при выполнении горизонтально-расточной операции.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.547.ПЗ

Лист

40

Рисунок 6 – Схема приложения сил к заготовке при выполнении горизонтально-расточной операции

В месте контакта вершины режущей кромки инструмента и обрабатываемой поверхности детали возникает сила резания  $P$ , которая раскладывается на составляющие ее силы  $P_x$ ,  $P_y$  и  $P_z$ . На заготовку оказывает воздействие крутящий момент  $M_{кр}$ , возникающий в результате вращения инструмента. Со стороны, противоположной реакции опоры  $R$ , к заготовке приложено усилие прижима  $Q$ , которое, как и сила резания, раскладывается на составляющие ее силы  $Q_x$  и  $Q_y$ .

Силу резания определяем по формуле:

$$P_{zyx} = 10 * C_p * t^x * s^y * v^n * K_p, \quad (10)$$

где  $C_p$ ;  $x$ ;  $y$ ;  $n$  - эмпирические коэффициент и показатели степени, приведённые в справочных материалах [7] для заданных условий обработки. При растачивании стали 45Л, с  $\sigma_b = 750$  МПа, режущим инструментом из твёрдого сплава Т15К6:

для  $P_z$  -  $C_p=300$ ;  $x=1$ ;  $y=0,75$ ;  $n=-0,15$

для  $P_y$  -  $C_p=243$ ;  $x=0,9$ ;  $y=0,6$ ;  $n=-0,3$

для  $P_x$  -  $C_p=339$ ;  $x=1$ ;  $y=0,5$ ;  $n=-0,4$

$K_p$  – поправочный коэффициент, являющийся произведением коэффициентов, учитывающих влияние качества стали на силовые зависимости  $K_{mp}=1$ , влияния геометрических параметров режущей части инструмента: для  $P_z$  -  $K_{фр}=1,08$ ; для  $P_y$  -  $K_{фр}=1,3$ ; для  $P_x$  -  $K_{фр}=0,78$ ; для  $P_z$  -  $K_{гр}=1,25$ ;  $K_{\lambdaр}=1$ ;  $K_{гр}=0,87$ ; для  $P_y$  -  $K_{гр}=1,08$ ;  $K_{\lambdaр}=1,07$ ;  $K_{гр}=0,66$ ; для  $P_x$  -  $K_{гр}=1,08$ ;  $K_{\lambdaр}=1,08$ ;  $K_{гр}=1$ .

Величины  $t$ ,  $S$ ,  $v$  берем из таблицы 6.

Подставляем полученные значения в формулу 10 и рассчитываем составляющие силы резания:

$$P_z = 10 * 300 * 1^{1} * 0,2^{0,75} * 395^{-0,15} * 1,08 * 1,25 * 1 * 0,87 = 429,8 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 * 243 * 1^{0,9} * 0,2^{0,6} * 395^{-0,3} * 1,3 * 1,08 * 1,07 * 0,66 = 152,6 \text{ Н}$$





Таким образом, для закрепления заготовки «Шатун пресса» при выполнении горизонтально-расточной операции на горизонтально-расточном станке 2620, используем приспособление с пневмоприводом с диаметром пневмоцилиндра 25 мм, зажимающее заготовку с усилием 594 Н.

## 2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Определение капитальных вложений

Капитальные вложения – вложения финансовых и материально-технических ресурсов в создание основных фондов предприятия, в рассматриваемом в проекте случае, путем технического перевооружения действующего предприятия. Размер капитальных вложений определяется по формуле:

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{пр} \quad (13)$$

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

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

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

Количество технологического оборудования рассчитывают по формуле

$$, \quad (14)$$

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

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{год} = 1100$  шт.;

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

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия  $k_{вн} = 1,0 \div 1,2$ );

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования; в соответствии с группой оборудования [10] для универсальных станков и станков с ЧПУ  $k_3 = 0,95$ .

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования принимаем в соответствии массой станка и режимом работы [18]. При двухсменном режиме:

- для вертикально-фрезерного станка (масса 3,12 т, при односменном режиме):  $F_{об1} = 2040$  ч

- для горизонтально-расточного станка (масса 12 т, при двухсменном режиме):  $F_{об2} = 3985$  ч

- для обрабатывающего центра с ЧПУ (масса 3,5 т, при двухсменном режиме):  $F_{об3} = 4060$  ч

Штучно-калькуляционное время операции определяем для каждого вида оборудования, в соответствии с операциями, выполняемыми на данном оборудовании:

- для вертикально-фрезерного станка:  $t_1=1,16$  мин
- для горизонтально-расточного станка:  $t_2=30,94$  мин
- для обрабатывающего центра с ЧПУ:  
 $t_3=7,59+0,89+12,3+11,8+10,9+9,7+6,33+6,59+1,09=67,19$  мин

Полученные значения подставляем в формулу 14 и определяем количество каждого вида технологического оборудования:

- для вертикально-фрезерного станка:
- для горизонтально-расточного станка:
- для обрабатывающего центра с ЧПУ:

Капитальные вложения в один вид оборудования определяем по формуле:

где  $Ц$  – стоимость оборудования, руб

$К_{тр}$  и  $К_{м}$  – капитальные вложения в транспортировку и монтаж оборудования, составляют 15 % от стоимости оборудования.

С учетом имеющегося в цехе универсального оборудования, производим расчет капитальных вложений только для обрабатывающего центра, стоимость которого  $Ц=4070000$  р. Таким образом:

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата





где  $Z_m$  – затраты на материалы (заготовки), р.;

$Z_{зп}$  – затраты на заработную плату, р.;

$Z_э$  – затраты на технологическую электроэнергию, р.;

$Z_{об}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{осн}$  – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

В случае проведения экономического обоснования по нескольким операциям целесообразно рассчитать технологическую себестоимость единицы обработки, а затем годовой программы обработки детали. При определении величины отдельных статей затрат в целом по проектируемому варианту затраты по рассматриваемым операциям суммируются.

Если заготовки приобретаются, то затраты на материалы рассчитываются по формуле:

$$Z_m = Z_з + Z_{пс}, \quad (17)$$

где  $Z_з$  – затраты на покупку заготовки, р.

$Z_{пс}$  – затраты на поставку заготовки, р.

Затраты на покупку заготовки определяются по формуле:

$$Z_з = C_m * M_з,$$

где  $C_m$  – цена килограмма материала заготовки, для стали 45Л  $C_m = 35$  р/кг

$M_з$  – масса заготовки,  $M_з = 216$  кг

Таким образом:

$$Z_з = 35 * 216 = 7560 \text{ р.}$$

Действительные транспортные расходы компании составляют 2% от стоимости продаж [4]. Таким образом:

Полученные значения подставляем в формулу 17:

$$Z_m = 7560 + 151,2 = 7711,2 \text{ р.}$$

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле







Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников. Таким образом:  $Чв-тр=3*0,05=1$ ,  $Чв-к=3*0,07=2$ .

Полученные значения подставляем в формулу 21 и произведем расчет для каждой профессии:

- для наладчика:
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- для электронщика:
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- для контролера:
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- для транспортного работника:

Полученные значения подставляем в формулу 19 и определяем затраты на заработную плату работников:

$$З_{зп}=168,96+148,43+113,8+138,5+123,71=693,4 \text{ р}$$

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной операции, рассчитываются по формуле:

$$, \quad (22)$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), для вертикально-фрезерного станка  $N_{y1}=7$  кВт; для горизонтально-расточного станка  $N_{y2}=10$  кВт ; для обрабатывающего центра с ЧПУ  $N_{y3}=7,5$  кВт.

$kN$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности (для металлообрабатывающих станков  $kN = 0,2 \div 0,4$ );



Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют следующим образом:

;

(24)

где Цоб – цена единицы оборудования, для вертикально-фрезерного станка Цоб<sub>1</sub>=450000 р; для горизонтально-расточного станка Цоб<sub>2</sub>=620000 р; для обрабатывающего центра с ЧПУ Цоб<sub>3</sub>=4070000 р.

Нам – норма амортизационных отчислений;

Фоб – годовой действительный фонд времени работы оборудования, для вертикально-фрезерного станка Фоб<sub>1</sub>=1936,48 ч; для горизонтально-расточного станка Фоб<sub>2</sub>=1926,6 ч; для обрабатывающего центра с ЧПУ Фоб<sub>3</sub>=1825,82 ч.

кз – нормативный коэффициент загрузки оборудования; для среднесерийного производства кз=0,8 [4].

квн – коэффициент выполнения норм; квн=1.

t – штучно-калькуляционное время, для вертикально-фрезерного станка: t<sub>1</sub>=1,16 мин; для горизонтально-расточного станка: t<sub>2</sub>=30,94 мин; для обрабатывающего центра с ЧПУ: t<sub>3</sub>=67,19 мин.

Начисление амортизации в отношении объекта амортизируемого имущества осуществляется в соответствии с нормой амортизации, определенной для данного объекта исходя из срока его полезного использования (СПИ). Для металлообрабатывающих станков СПИ составляет 10 лет. Определяем сумму износа для каждого вида оборудования как соотношение стоимости оборудования к его СПИ: для вертикально-фрезерного станка Цоб<sub>1</sub>/10=450000/10=45000 р; для горизонтально-расточного станка Цоб<sub>2</sub>/10=620000/10=62000 р; для обрабатывающего центра с ЧПУ Цоб<sub>3</sub>/10=4070000/10=407000 р. Исходя из одинакового СПИ норма

амортизационных отчислений одинаковы для каждого вида оборудования и равно отношению износа к стоимости оборудования:  $N_{ам} = 45000/450000 = 0,1$

Полученные значения подставляем в формулу 24 и рассчитаем амортизационные отчисления на каждый вид оборудования:

- для вертикально-фрезерного станка:
- для горизонтально-расточного станка:
- для обрабатывающего центра с ЧПУ:

Затраты на ремонт технологического оборудования определяем исходя из тип производства, вида оборудования, его веса и применяемого на нем обрабатывающего инструмента. Затраты составляют долю от стоимости оборудования [29]:

- для вертикально-фрезерного станка:

$$C_{рем1} =$$

- для горизонтально-расточного станка:

$$C_{рем2} =$$

- для обрабатывающего центра с ЧПУ:

$$C_{рем3} =$$

Полученные значения подставляем в формулу 23 и определим затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования:

$$Z_{об} = C_{ам1} + C_{рем1} + C_{ам2} + C_{рем2} + C_{ам3} + C_{рем3} = 0,05 + 31,09 + 9,88 + 47,35 + 140,32 + 310,08 = 538,77 \text{ р}$$

Затраты на эксплуатацию оснастки определяются по формуле:

(25)

где  $q_p$  – расчетное кол-во оборудования:  $q_1 = 1$  шт ;  $q_2 = 1$  шт ;  $q_3 = 1$  шт.

$N_{\text{прс}}$  – количество приспособлений на единицу оборудования: для вертикально-фрезерного станка  $N_{\text{прс1}}=1$  шт; для горизонтально-расточного станка  $N_{\text{прс2}}=1$  шт; для обрабатывающего центра с ЧПУ  $N_{\text{прс3}}=3$  шт.

$C_{\text{прс}}$  – стоимость приспособлений: для вертикально-фрезерного станка (тиски станочные гидравлические)  $C_{\text{прс1}}=34936$  р; для горизонтально-расточного станка (приспособлением с пневмоцилиндром)  $C_{\text{прс2}}=10296$  р; для обрабатывающего центра с ЧПУ (набор прижимов для станков с Т-образным пазом и тиски станочные гидравлические)  $C_{\text{прс3}}=11151+34936=46087$  р.

$N_{\text{ам прс}}$  – норма амортизационных отчислений на приспособления, % (по сроку полезного использования);

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

Для расчета норма амортизационных отчислений на приспособления определяем сумму износа для каждого вида оборудования как соотношение стоимости оборудования к его СПИ: для вертикально-фрезерного станка  $C_{\text{об1}}/10=34936/10=3493,6$  р; для горизонтально-расточного станка  $C_{\text{об2}}/10=10296/10=1029,6$  р; для обрабатывающего центра с ЧПУ  $C_{\text{об3}}/10=46087/10=4608,7$  р. Исходя из одинакового СПИ норма амортизационных отчислений одинаковы для каждого вида оборудования и равно отношению износа к стоимости оборудования:  $N_{\text{ам прс}}=0,3493,6/34936=0,1$

Полученные значения подставляем в формулу 25 и рассчитаем затраты на эксплуатацию оснастки для всех видов оборудования:

3,18 р.





















- выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8 - 14 квалитетам.

Так же, рабочий должен знать необходимые знания по трудовым функциям «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам», «Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте», «Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях», «Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)», «Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы» [23].

### 3.3. Анализ образовательной программы подготовки «Оператора станка с ПУ»

Образовательная программа, согласно которой проводится переподготовка фрезеровщиков на операторов станков с ПУ, должна соответствовать профессиональному стандарту. Используемая образовательная программа представлена в таблицах 8 и 9.

Таблица 8 - Учебный план предмета: «Технология металлообработки на металлорежущих станках с программным управлением»

№ п/п	Наименование разделов	Наименование тем	Кол-во часов
1	2	3	4
1	Станки с программным управлением	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Устройство и принцип работы станков с программным управлением;</li> <li>• Конструктивные особенности станков с программным управлением.</li> </ul>	10

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
2	Управление станками с программным управлением	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Правила управления станками с программным управлением;</li> <li>• Условная сигнализация, применяемая на рабочем месте;</li> <li>• Назначение условных знаков на панели управления станкам;</li> <li>• Системы программного управления станками;</li> <li>• Порядок работы станка в автоматическом режиме и в режиме ручного управления.</li> </ul>	20
3	Подготовка управляющих программ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные способы подготовки управляющих программ;</li> <li>• Код и правила чтения управляющих программ;</li> <li>• Технологический процесс обработки деталей на станках с программным управлением.</li> </ul>	14
4	Эксплуатация и обслуживание станков с программным управлением	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Устройство и кинематические схемы станков с программным управлением и правила их наладки;</li> <li>• Правила проверки на точность станков с программным управлением различных конструкций;</li> <li>• Причины возникновения неисправностей станков с программным управлением;</li> <li>• Способы обнаружения и предупреждения неисправностей станков с программным управлением.</li> </ul>	16
5	Технологическая оснастка станков с программным управлением	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Приспособления для станков с программным управлением;</li> <li>• Конструктивные особенности универсальных и специальных приспособлений;</li> <li>• Способы установки приспособлений и их регулировка.</li> </ul>	40

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

ДП 44.03.04.547.ПЗ

Лист

69

## Окончание таблицы 8

1	2	3	4
6	Работа оператора на станках с цифровым программным управлением	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Порядок работы на станках цифровым программным управлением;</li> <li>• Порядок установки программы на станке;</li> <li>• Установка заготовки и инструмента;</li> <li>• Графический режим работы станка, программирование станка.</li> </ul>	30
Итого часов			130

Таблица 9 - Учебный план производственного обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Кол-во часов
1	Инструктаж по охране труда и пожарной безопасности на предприятии	8
2	Обучение приемам выполнения работ на металлорежущих станках с программным управлением	86
3	Освоение работ на металлорежущих станках с ЧПУ	30
4	Самостоятельное выполнение работ оператора станков с программным управлением 3-4 -го разряда	80
5	Квалификационная (пробная) работа	16
Итого часов		220

По результатам анализа образовательная программа по переподготовке операторов станков с ПУ соответствует профессиональному стандарту по соответствующей профессии.

Однако, для выполнения работы в условиях проектируемого технологического процесса обработки детали «Крышка шатуна пресса», необходимо учебный план подготовки «Оператора станка с ПУ» дополнить изучением устройства и принципа действия фрезерного обрабатывающего центра ФС65МФЗ.

### 3.4. Методика проведения занятий по изучению устройство и принцип действия фрезерного обрабатывающего центра ФС65МФ3

*Тема:* Устройство и принцип действия фрезерного обрабатывающего центра ФС65МФ3.

*Цель:* изучить устройство и принципа действия фрезерного обрабатывающего центра ФС65МФ3.

*Задачи:*

- сформировать знания о назначении обрабатывающего центра ФС65МФ3 и его основных узлов;
- знать общее устройство и принцип работы обрабатывающего центра ФС65МФ3;
- уметь объяснять действия узлов на обрабатывающем центре с ЧПУ.

*Форма обучения:* лекция.

*Методическое обеспечение:*

- конспект учебного материала;
- компьютерная презентация;
- раздаточный материал в форме страниц динамического конспекта;
- комплект тестовых заданий.

Методический план проведения лекций представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Методический план занятий

№ п/п	Этапы занятия и действия педагога	Этапы занятия и действия обучаемого	Примечание
1	2	3	4
1	Актуализация имеющихся знаний - 10 минут		Вопросы для проведения фронтального опроса (см. Приложение Б)
	Проводит фронтальный опрос по темам, предшествующим изучаемой теме	Демонстрирует свой уровень знаний по темам, предшествующим изучаемой теме	

Окончание таблицы 10

1	2	3	4
2	Изучение нового материала – 65 минут		Конспект учебного материала, компьютерная презентация, раздаточный материал (см. Приложения В и Д)
	Сообщает учебный материал по устройству и принципу работы обрабатывающего центра ФС65МФ3	Усваивает изучаемый материал через методическое обеспечение	
3	Контроль знаний по изученному материалу – 15 минут		Комплект тестовых заданий (см. Приложение Г)
	Проводит контрольную проверку знаний по изученному материалу	Демонстрирует свой уровень знаний по изученному материалу	

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата



## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянов И.Н. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие / И.Н. Аверьянов, А.Н. Болотеин, М.А. Прокофьев; - Рыбинск: РГАТА, 2010-220 с.
2. Бородина Н.В. Дипломное проектирование: учебное пособие / Н. В. Бородина, Г. Ф. Бушков. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2011. 90 с.
3. Бородина Н. В. Проектирование и организация технологии обучения учебное пособие / Н. В. Бородина, М. В. Горонович, Е. С. Самойлова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-ред. ун-та, 2006. 242 с.
4. Великанов К. М. Экономика и организация производства в дипломных проектах: учебное пособие для машиностроительных вузов / К. М. Великанов, В. Ф. Власов, К. С. Карандашова. 4-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Машиностроение, 1986. 285 с.
5. ГОСТ 2.105–95. Общие требования к текстовым документам. Взамен ГОСТ 2.105–79, ГОСТ 2.906–71; введ. 1996–07–01. Минск: межгос. совет по стандартизации; Москва: Изд-во стандартов, 1995. 122 с. (Единая система конструкторской документации.)
6. ГОСТ 2.106–96. Текстовые документы. Введ. 1997–07–01. Минск: межгос. совет по стандартизации; Москва: Изд-во стандартов, 1997. 47 с. (Единая система конструкторской документации.)
7. ГОСТ 3.1404–86. Формы и правила оформления документов на технологический процесс и операции обработки резанием. Введ. 1987–07–01. Москва: Изд-во стандартов, 1986. 56 с. (Единая система конструкторской документации.)
8. ГОСТ 7.1–2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. Введ. 2004–07–01.

					КП 44.03.04.547.ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Москва: Изд-во стандартов, 2004. 41 с. (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.)

9. ГОСТ Р7.05–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. Введ. С 01.01.2009. Москва: Стандартинформ, 2008. 41 с. (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.)

10. ГОСТ 2.001–89. Общие положения. Москва: Изд-во стандартов, 1989. 343 с. (Единая система конструкторской документации.)

11. ГОСТ 2.109–73. Москва: Изд-во стандартов, 1988. 239 с. (Единая система конструкторской документации.)

12. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Специальность 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)»: утвержден 27.03.2000 г. Москва: 2000. 21 с.

13. Каталог Sandvik Coromant: Режущий цельный инструмент и станочная оснастка; Издательство Sandvik Coromant, 2016.- 866 с.

14. Категоренко Ю.И. Технология литейного производства : учебник для вузов / Ю. И. Категоренко и др. ; под ред. Ю. И. Категоренко, В. М. Миляева ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2018. - 684 с.

15. Кириллица Э. Н. Методы обучения при подготовке квалифицированных рабочих в профессионально-технических учебных заведениях /Э. Н. Кириллица, В. Н. Броздниченко, Г. Н. Варковецкая. Москва: Высшая школа, 1990. 69 с.

16. Козлова Т.А., Шестакова Т.В. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. – 137 с.

17. Кругликов Г. И. Методика профессионального обучения с практикумом: учеб. пособие / Г. И. Кругликов. 2-е изд., стер. М.: Акад., 2007. 286 с.
18. Кукина Н.Ю. Проектирование механического цеха машиностроительного производства: учебное пособие/ Н.Ю. Кукина; Нижнетагил. технол. ин-т (фил.) УГТУ-УПИ. – Нижний Тагил: НТИ (ф) УГТУ-УПИ, 2007. – 172 с.
19. Маслов А. Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента: справочник / А. Р. Маслов. Москва: Машиностроение, 2002. 414 с.
20. Мирошин Д.Г., Костина О.В., Шестакова Т.В. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ. Учеб пособие для вузов. [Гриф УМО по ППО]. Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2011. – 145 с.
21. Никитина Н. Н. Основы профессионально-педагогической деятельности: учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования / Н. Н. Никитина, О. М. Железнякова, М. А. Петухов. М.: Мастерство, 2002. 288 с.
22. Основной каталог металлорежущих инструментов Sandvik Coromant; Издательство Sandvik Coromant, 2009.- 1232 с.
23. Полный профстандарт № 133. Оператор обрабатывающих центров с числовым программным управлением: утвержден Министерством труда РФ от 4 августа 2014 года, №530н.
24. Положение о требованиях к оформлению выпускных квалификационных работ от 20.04.2007 г. № 01, УР-03/228 / ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т». Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-ред. ун-та, 2007. 32 с
25. Педагогические технологии: учебное пособие / под общ. ред. В. С. Кукушина. Ростов-на-Дону: Март, 2002. 320 с.

26. Справочник конструктора-инструментальщика / под общ. ред. В. И. Баранчикова. Москва: Машиностроение, 2001. 912 с.
27. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.1 /Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
28. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.2 /Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
29. Чучкалова Е.И. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах) : учебное пособие для вузов / Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отд-ние Рос. акад. образования ; [авт.-сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков]. - Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2006. - 65 с.
30. Эрганова Н. Е. Методика профессионального обучения: учебное пособие / Н. Е. Эрганова. 3-е изд., исправ. и доп. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2005. 150 с.

## Приложение А – Перечень демонстрационных материалов

Таблица 11 – Перечень демонстрационных материалов, применяемых в дипломном проекте

Наименование демонстрационного материала	Формат	Количество
Рабочий чертеж детали	A1	1 шт
Рабочий чертеж заготовки	A1	1 шт
Иллюстрации технологического процесса	A1, A2	8 шт
Фрагмент управляющей программы	A1	1 шт
Технико-экономические показатели	презентация	1 шт
Лекция методической части ВКР	презентация	1 шт



## Приложение Б - Вопросы по теме «Устройство и принцип действия вертикально-фрезерного станка»

1. Каково назначение обрабатывающего вертикально-фрезерного станка?
2. Какие функции выполняет вертикально-фрезерный станок?
3. Из каких основных узлов состоит вертикально-фрезерный станок?
4. Каковы особенности конструкции шпиндельной бабки вертикально-фрезерном станка?
5. Какие инструменты применяются на вертикально-фрезерном станке?
6. Каковы особенности рабочего стола вертикально-фрезерном станке?
7. Как производится установка деталей на вертикально-фрезерном станке?
8. Как производится настройка режимов резания на вертикально-фрезерном станке?
9. В чем заключается принцип действия вертикально-фрезерном станка?
10. Каковы технологические возможности вертикально-фрезерном станка?



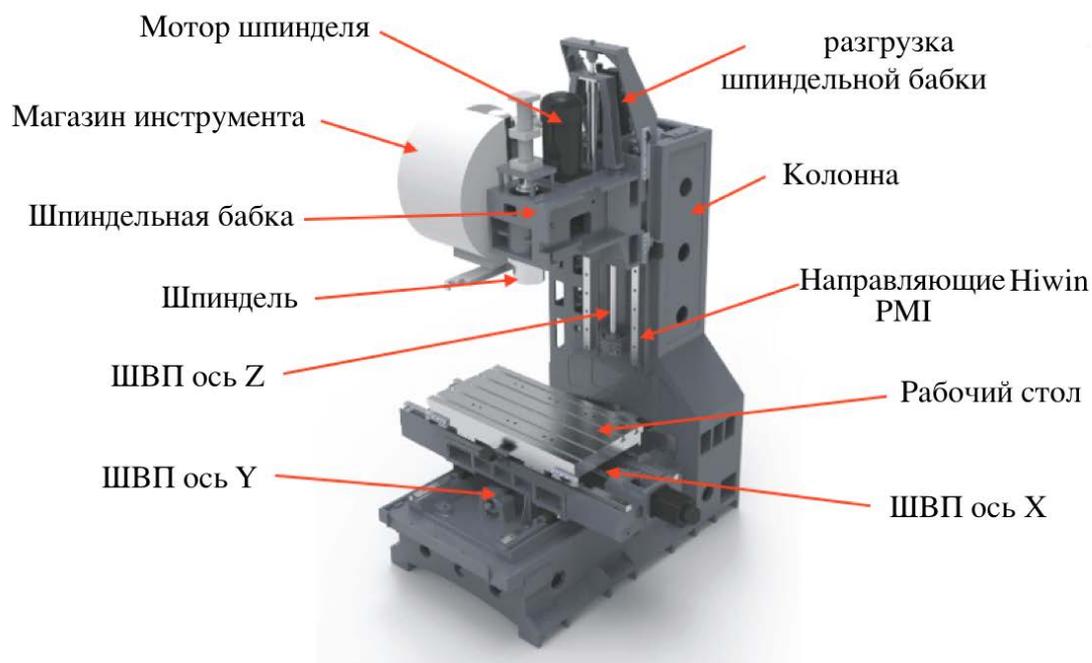


Рисунок 1 – Основные узлы фрезерного обрабатывающего центра ФС65МФ3

*4. Особенности конструкции несущих узлов обрабатывающего центра ФС65МФ3 (слайд 5)*

Основание, колонна и шпиндельная бабка образуют классическую С-образную конструкцию станка. Надежность и долговечность вертикального фрезерного центра обусловлены прежде всего жесткостью основных несущих узлов, высокие показатели которой в данной модели достигаются благодаря чугунному литью элементов, усиленных внутренним поперечными и продольными ребрами. Такая конструкция позволяет гасить вибраций и обеспечивает высокую стойкость к изгибающим нагрузкам.

*5. Особенности конструкции шпиндельной бабки обрабатывающего центра ФС65МФ3 (слайд 6)*

Для точной и долговечной службы станка в целом и инструмента в частности очень важно добиться максимальной виброустойчивости шпиндельной бабки. Шпиндельная бабка перемещается по стальным закаленным направляющим качения с минимальным коэффициентом трения, закрепленным на колонне. Система азотного гидроцилиндра обеспечивает улучшенную компенсацию веса шпиндельной бабки, уменьшает

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

инерционность, вибрации и колебания при ускоренных перемещениях и во время обработки, особенно при нарезании резьбы метчиком.

*6. Характеристика рабочего стола обрабатывающего центра ФС65МФ3 (слайд 7)*

Рабочий стол станка имеет габариты 780x360 мм, грузоподъемность - 500 кг. 3 Т-образных паза шириной 18 мм предназначены как для крепления заготовок посредством гидромеханических тисков, угольников, прихватов, так и для крепления съемного управляемого поворотного стола (опция). Рабочий стол перемещается по Х-образным направляющим качения. Направляющие выполнены закаленными с преднапрягом для обеспечения нулевого зазора. Все три перемещения по рельсовым направляющим имеют по две пары кареток.

*7. Преимущества конструкции шпинделя обрабатывающего центра ФС65МФ3 (слайд 8)*

Высокотехнологичный скоростной шпиндель (12 000 об/мин) картриджного типа прекрасно подходит для чистовой обработки большого диапазона материалов, особенно цветных металлов. Мощный электродвигатель главного привода в сочетании с ременной передачей создают высокий крутящий момент на шпинделе (S1 57 Нм и S6 135 Нм), что позволяет проводить черновую обработку чугуна и различных сталей. Циркуляция масла через рубашку шпинделя обеспечивает термостабильность обработки, как следствие высокую точность и долговечность работы шпинделя.

*8. Устройство для перемещения в направлениях координатных осей обрабатывающего центра ФС65МФ3 (слайд 9)*

Перемещение для каждой оси осуществляется посредством шариковой винтовой передачи (ШВП) с предварительным натягом, прямой муфтой с высокой жесткостью и серводвигателем. Все комплектующие от мировых производителей: Siemens, PMI Group и/или HIWIN. Это позволяют добиться



подача стола – направлена на оператора, если стоять лицом к станку со стороны шторок. Ось X – продольная подача стола – направлена влево.

Однако при описании контура детали удобно оперировать перемещением инструмента, а не детали, т.е находясь в координатной системе детали. Поэтому положительное направление осей X и Y меняется на противоположное, как представлено на рисунке 2, т.е. ось Y – поперечная подача стола – направлена от оператора, а ось X – продольная подача стола – направлена вправо.

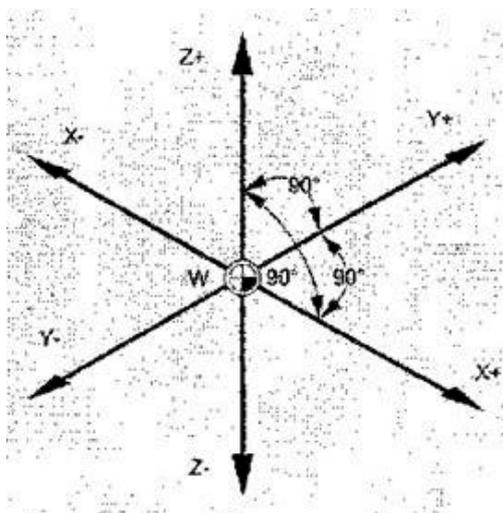


Рисунок 2 – Направление осей X, Y и Z системы координат фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ

## 12. Расположение координатных плоскостей на вертикально-фрезерных станках (слайд 13)

При программировании необходимо сообщить СЧПУ, в какой плоскости осуществляется работа, чтобы значения коррекции инструмента были вычислены правильно. Кроме этого плоскость имеет значение для определенных видов программирования окружностей и для полярных координат.

Соответственно две оси координат определяют плоскость. Положение рабочих плоскостей, в программе ЧПУ обозначенных G17, G18 и G19, располагаются как показано на рисунке 3.

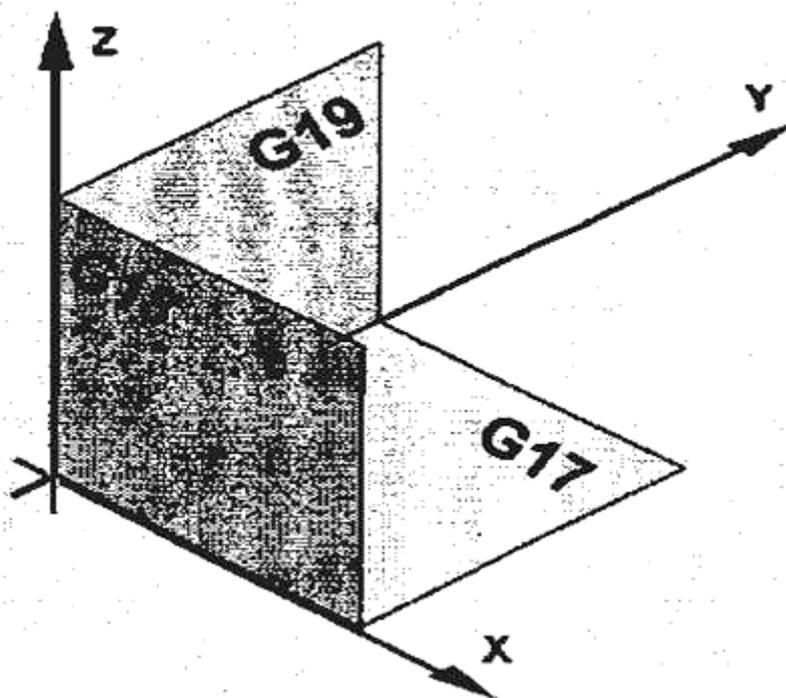


Рисунок 3 - Расположение координатных плоскостей на вертикально-фрезерных станках

*13. Расположение нулевых и референтных точек обрабатывающего центра ФС65МФ3 (слайд 14)*

Перед программированием, на станке с ЧПУ определяются различные нулевые и референтные точки. Это исходные точки, к которым осуществляется подвод станка и к которым относится программирование измерения детали.

На рисунке 4 показаны нулевые точки и референтные точки для фрезерного станка.

Исходные точки это:

- М - нулевая точка станка.
- А - точка упора. Может совпадать с нулевой точкой детали (только токарные станки).
- W - нулевая точка детали, она же нулевая точка программы.
- В - стартовая точка. Определяется программой. Здесь первый инструмент начинает обработку.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата





**Приложение Г - Тестовые задания по теме «Устройство и принцип действия фрезерного обрабатывающего центра ФС65МФ3»**

*Задание 1. Из предложенных вариантов ответа выберите один верный*

1. Надежность и долговечность вертикального фрезерного центра обусловлены прежде всего:

- А) жесткостью основных несущих узлов;
- Б) основными техническими характеристиками фрезерного обрабатывающего центра;
- В) прямой муфтой с высокой жесткостью и серводвигателем.

2. Устройство смены инструментов в базовой комплектации станка включает в себя магазин инструментов:

- А) на 8 позиций
- Б) на 16 позиций
- В) на 24 позиции

3. Грузоподъемность рабочего стола станка составляет:

- А) 1000 кг
- Б) 250 кг
- В) 500 кг

*Задание 2. Из предложенных вариантов ответа выберите несколько верных*

4. На обрабатывающем центре перемещение для каждой оси осуществляется посредством:

- А) передачи винт-гайка
- Б) шарико-винтовой передачи (ШВП) с предварительным натягом
- В) прямой муфтой с высокой жесткостью
- Г) серводвигателя
- Д) упругой втулочно-пальцевой муфты

5. Обрабатывающий центр обладает широким ассортиментом функций:



8. Обозначение нулевых и референтных точек для фрезерного станка:      Наименование нулевых и референтных точек для фрезерного станка:

- |      |                         |
|------|-------------------------|
| А) М | 1) нулевая точка детали |
| Б) А | 2) референтная точка    |
| В) W | 3) точка упора          |
| Г) В | 4) стартовая точка      |
| Д) R | 5) нулевая точка станка |

9. Оси системы координат станка:      Положительное направление осей системы координат станка:

- |          |   |
|----------|---|
| А) Ось X | 1) Направлена вверх, ось совпадает с осью вращения шпинделя.  |
| Б) Ось Y | 2) поперечная подача стола – направлена на оператора, если стоять лицом к станку со стороны шторок. |
| В) Ось Z | 3) продольная подача стола – направлена влево.  |

*Задание 4. В представленных утверждениях впишите недостающее слово*

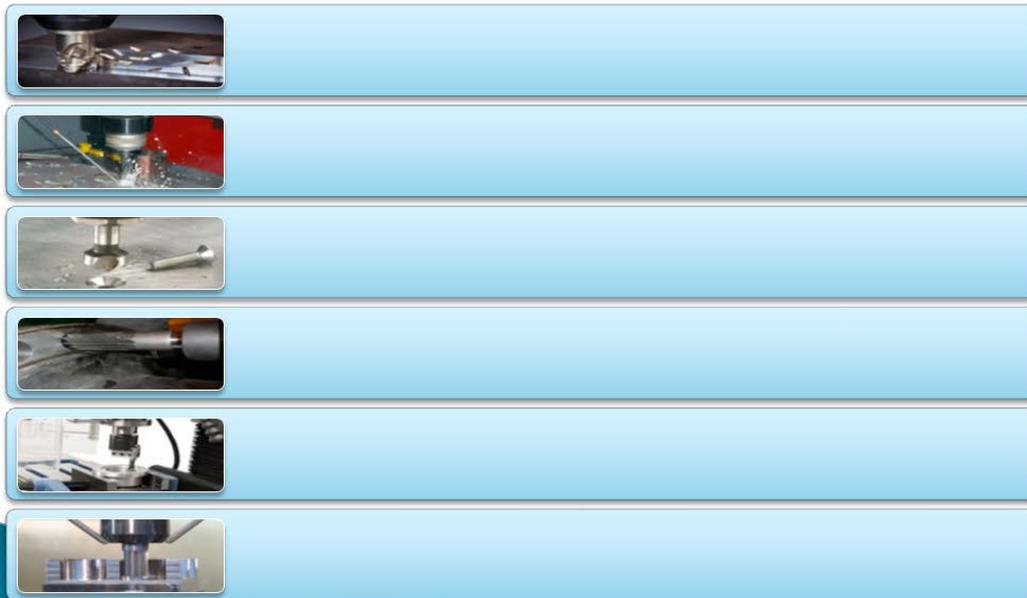
10. При программировании станков с ЧПУ используется \_\_\_\_\_ система координат с осями X, Y и Z.

11. Обрабатывающий центр с ЧПУ ФС65МФ3 предназначен для многоинструментальной \_\_\_\_\_ обработки сложных криволинейных поверхностей деталей.

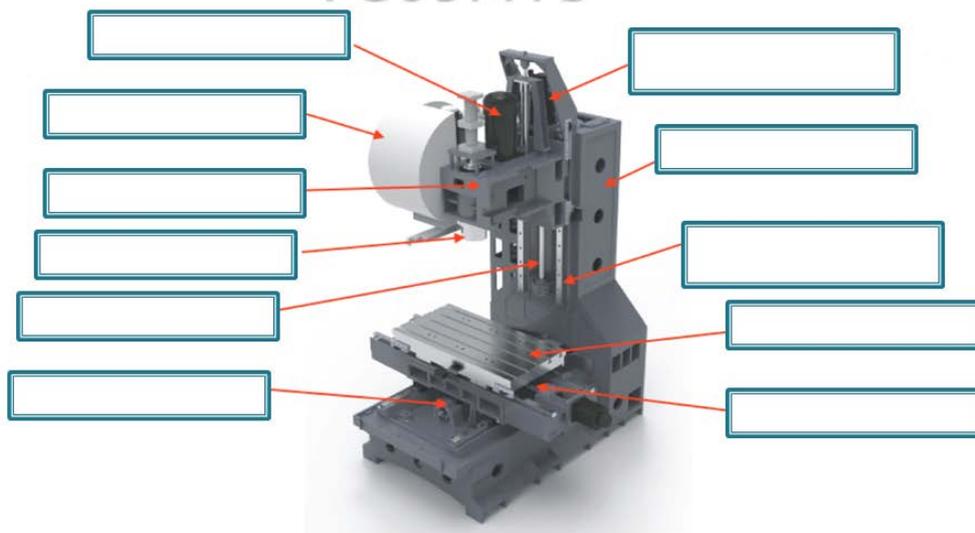
12. Нулевые и референтные точки - исходные точки, к которым относится \_\_\_\_\_ измерения детали.

Приложение Д - Раздаточный материал по теме «Устройство и принцип действия фрезерного обрабатывающего центра ФС65МФ3»

## Функции обрабатывающего центра с ЧПУ ФС65МФ3



## Основные узлы обрабатывающего центра ФС65МФ3



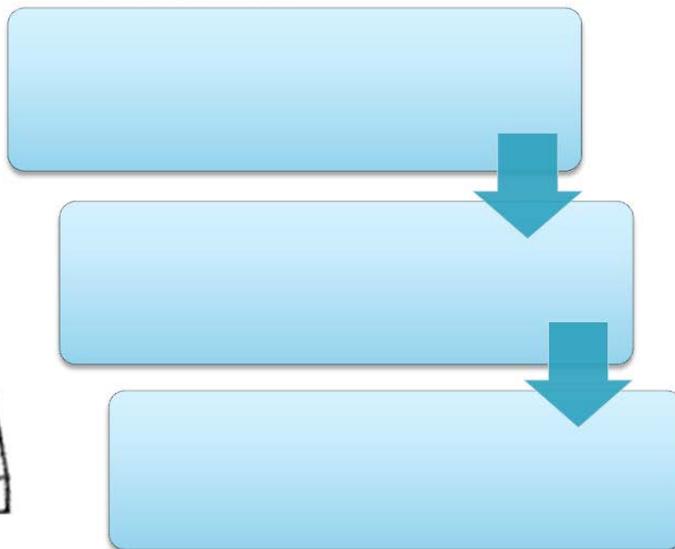
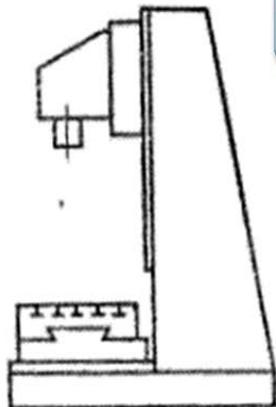
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

КП 44.03.04.547.ПЗ

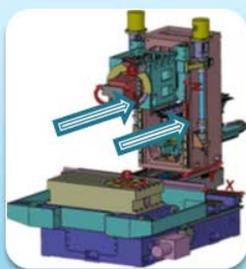
Лист

91

## Преимущества С-образной конструкции несущих узлов обрабатывающего центра ФС65МФ3



## Особенности конструкции шпиндельной бабки обрабатывающего центра ФС65МФ3



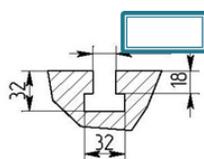
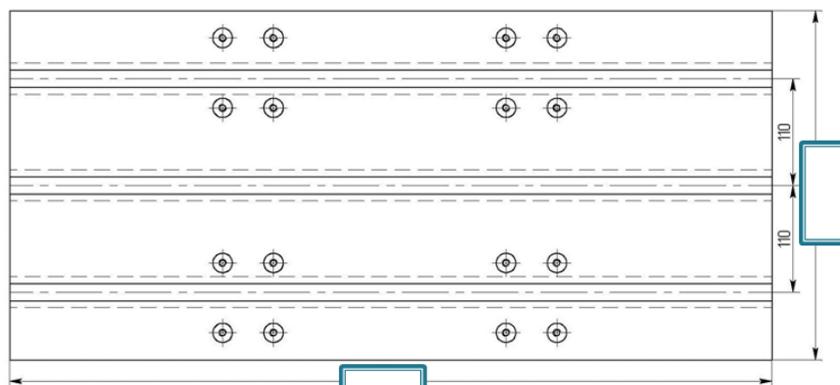
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

КП 44.03.04.547.ПЗ

Лист

92

## Характеристика рабочего стола станка ФС65МФ3



=  КГ

## Преимущества шпинделя обрабатывающего центра ФС65МФ3



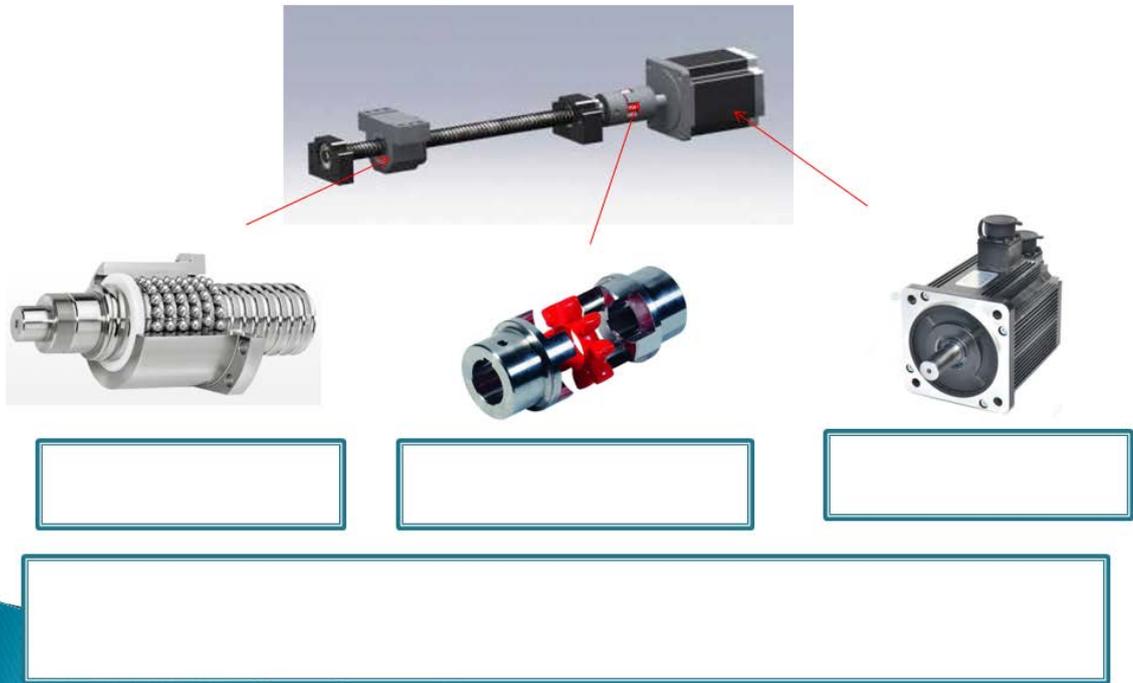
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

КП 44.03.04.547.ПЗ

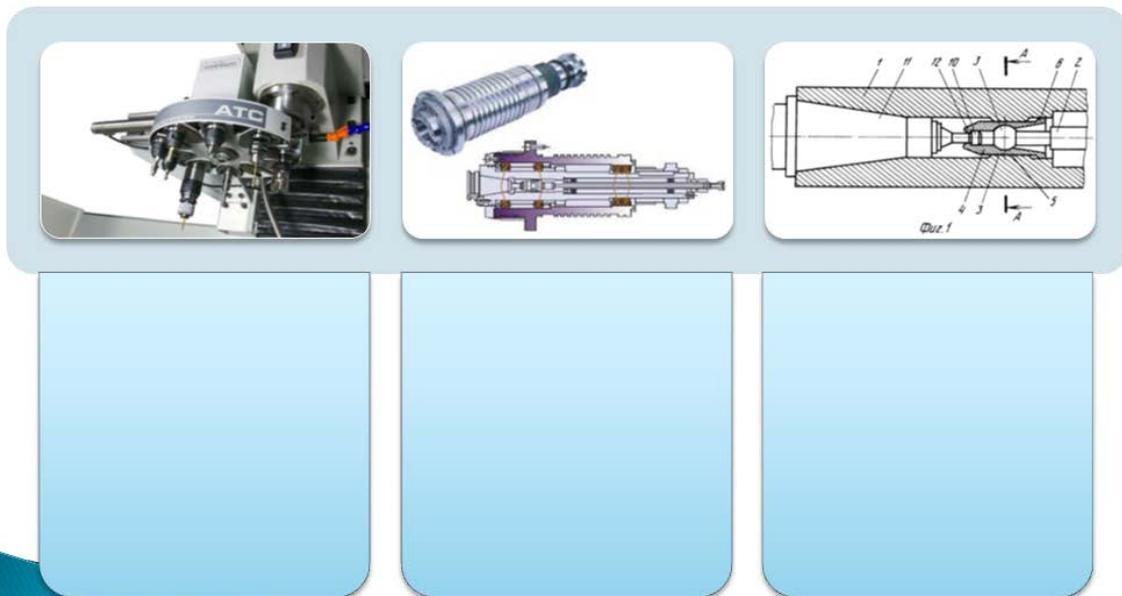
Лист

93

## Устройство для перемещения в направлении осей станка ФС65МФ3



## Устройство смены инструментов станка ФС65МФ3



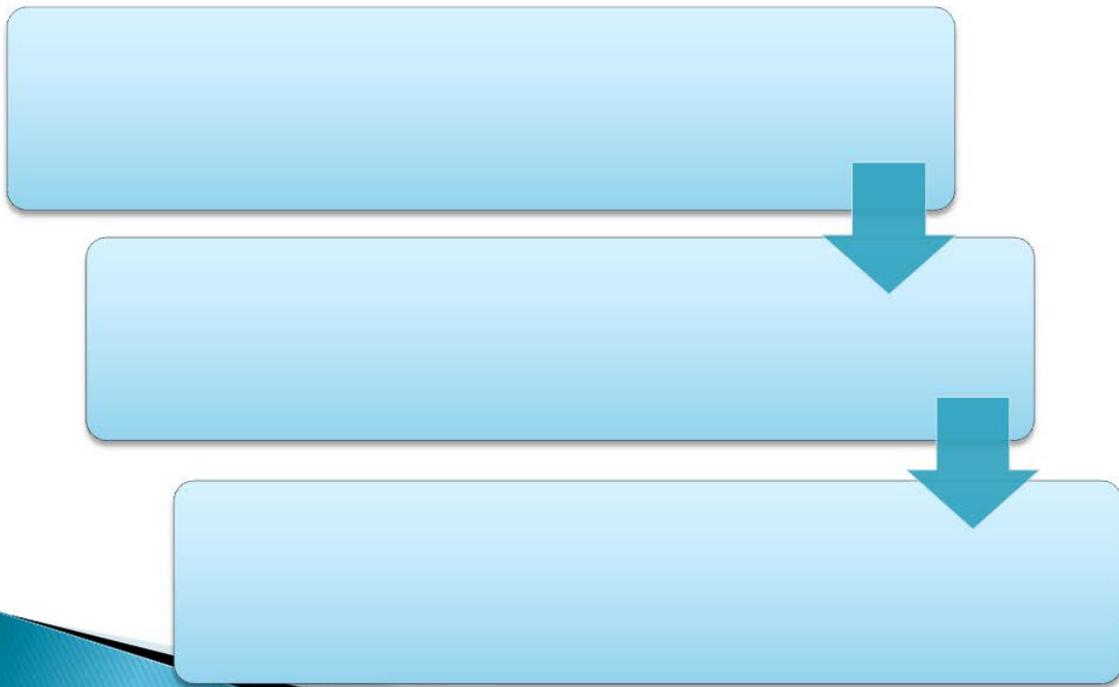
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

КП 44.03.04.547.ПЗ

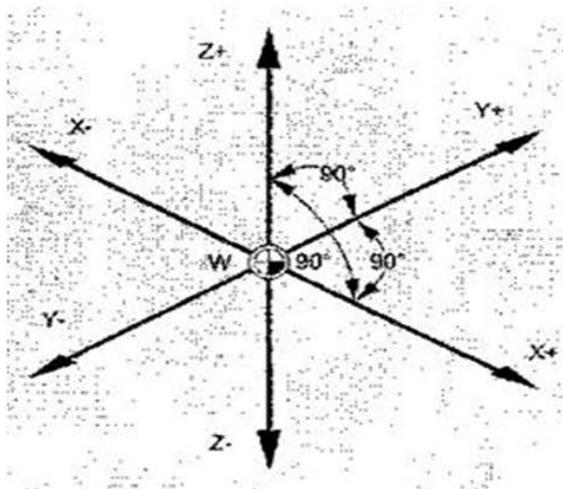
Лист

94

# Принцип действия станка ФС65МФ3



Направление осей X, Y и Z системы координат фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ



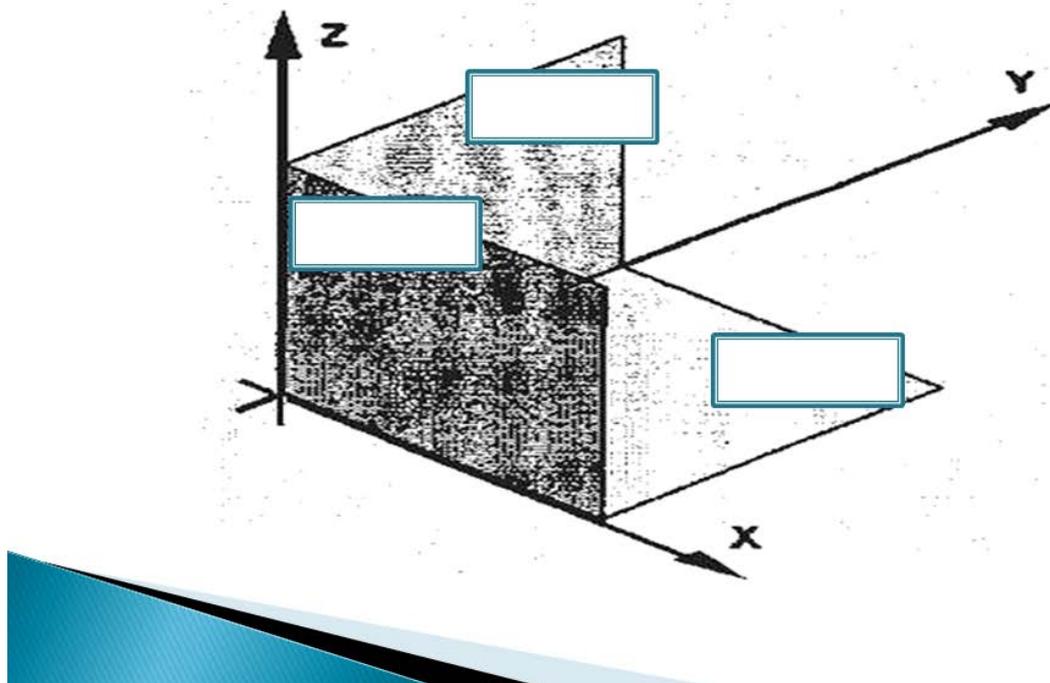
Ось Z – \_\_\_\_\_

Ось Y – \_\_\_\_\_

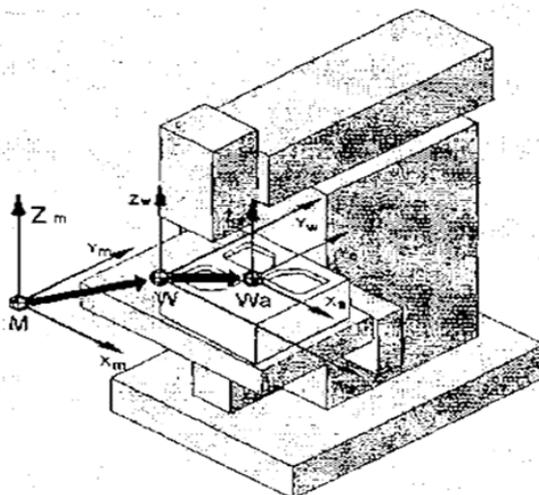
Ось X – \_\_\_\_\_

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

## Расположение координатных плоскостей на фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ



## Расположение нулевых и референтных точек станка



- M – \_\_\_\_\_
- W – \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- B – \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- R – \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

## Технические характеристики фрезерного обрабатывающего центра ФС65МФЗ

Характеристика	Значение
Размер стола, мм	
Наибольшая нагрузка на стол, кг	
Количество инструментальных позиций в револьверной головке, шт	
Диапазон числа оборотов шпинделя, об/мин	
Диапазон подач, мм/мин	
Перемещение по X/Y/Z, мм	
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

КП 44.03.04.547.ПЗ

Лист

97