

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

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СТУПИЦА»*

Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профилю подготовки Машиностроение и материалобработка
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 622

Екатеринбург

2017

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н. В. Бородина
«__» _____ 20__ г.

*ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СТУПИЦА»*

Исполнитель:

студент группы ЗТО-502

Малых А.А.

Руководитель:

Доцент, к.п.н.

Мирошин Д.Г.

Нормоконтролер:

доцент, к.т.н.

Суриков В.П.

Екатеринбург

2017

Первое примечание

Справ. N

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 100 листов машинописного текста, 14 иллюстраций, 31 таблицы, 29 использованных литературных источника.

Ключевые слова: ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, РАССЧЕТ ПРИПУСКОВ, ТОЧНОСТЬ, ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.

В проекте разработан технологический процесс обработки детали «Ступица» на высокопроизводительном обрабатывающем центре PARPAS ELECTRA 6000.

Рассчитаны режимы резания и нормы времени для всех операций, приведены экономические расчеты целесообразности обработки на обрабатывающем центре.

Разработка учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Подпись и дата

Изм. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

Инв. N подл.

ДП 44.03.04.622 ПЗ				
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Малых А.А.		
Провер.		Мирошин Д.Г.		
Н. Контр.		Суриков В.П.		
Утверд.		Бородина Н.В.		
Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Ступица»				
		Лит.	Лист	Листов
			3	100
РГГПУ каф.ТМС гр.ЗТО-502				

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1. Исходная информация	8
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.	8
1.1.2. Анализ технологичности детали	9
1.2. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса. .	12
1.3. Разработка технологического процесса обработки детали	13
1.3.1. Анализ заводского технологического процесса	13
1.3.2. Предложения по операционной технологии обработки детали.....	14
1.3.3. Определение типа производства	15
1.3.4. Исходная заготовка и метод её изготовления	17
1.3.5. Выбор методов обработки поверхностей	20
1.3.6. Выбор технологических баз.....	23
1.3.7. Разработка технологического маршрута обработки детали «Ступица»	25
1.4. Выбор средств технологического оснащения	27
1.4.1. Выбор оборудования.....	27
1.4.2. Выбор режущего инструмента	31
1.5. Технологические расчёты	33
1.5.1. Расчёт режимов резания	33
1.5.2. Расчёт технических норм времени.....	35
1.5.3. Окончательный расчёт типа производства.....	38
1.6 Разработка управляющей программы.....	40
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	45
2.1. Описание предмета экономического обоснования.....	45
2.2. Исходные данные, необходимые для выполнения экономического обоснования	45
2.3. Расчет технико-экономических показателей	46

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

2.3.1. Определение капитальных вложений	46
2.3.2. Расчет технологической себестоимости детали	50
2.3.3. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса	64
3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	66
3.1. Вводная часть	66
3.2. Описание условий обучения	67
3.3. Анализ профессионального стандарта по профессии «Токарь-универсал»	68
3.4. Анализ профессионального стандарта по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ	72
3.5. Разработка учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»	77
3.6. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Фрезерная обработка. Практическая работа на станке»	78
3.7. Разработка практического занятия по теме «Режущий и вспомогательный инструмент, используемый на фрезерном станке с ЧПУ»	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	93
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	94
Приложение А – Перечень графического материала	97
Приложение Б – Комплект технологической документации	98

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

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение как отрасль существует более двухсот лет. По числу занятых и по стоимости выпускаемой продукции оно занимает первое место среди всех отраслей мировой промышленности. Уровень развития машиностроения является одним из важных показателей уровня развития страны. Машиностроение определяет отраслевую и территориальную структуру промышленности мира, обеспечивает машинами и оборудованием все остальные отрасли. Машиностроение представляет собой комплекс отраслей промышленности, изготавливающих средства производства, транспорта, а также предметы потребления и оборонную продукцию. Ведущую роль в машиностроении играет станкостроительная промышленность, производящая средства производства для машиностроительных заводов. За последнее время широкое распространение получили устройства числового программного управления оперативного типа. Эти устройства обеспечивают высокую оперативность управления технологическим оборудованием, придают ему гибкость в отношении настройки на новый вид обработки или изготовление нового изделия. Немаловажное значение в современных условиях имеет решение задачи по экономии сырья, энергетических ресурсов, материалов. Эти задачи решаются за счет применения прогрессивных методов получения заготовок с минимальными припусками, широкого освоения передовых технологических процессов, оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации.

Цель дипломного проекта – совершенствование технологического процесса механической обработки детали “Ступица” за счет использования более современного оборудования.

При разработке дипломного проекта решаются следующие задачи:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист
						6

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Исходная информация

1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.

Деталь ступица служит для передачи крутящего момента от электродвигателя к рабочему колесу центробежного вентилятора.

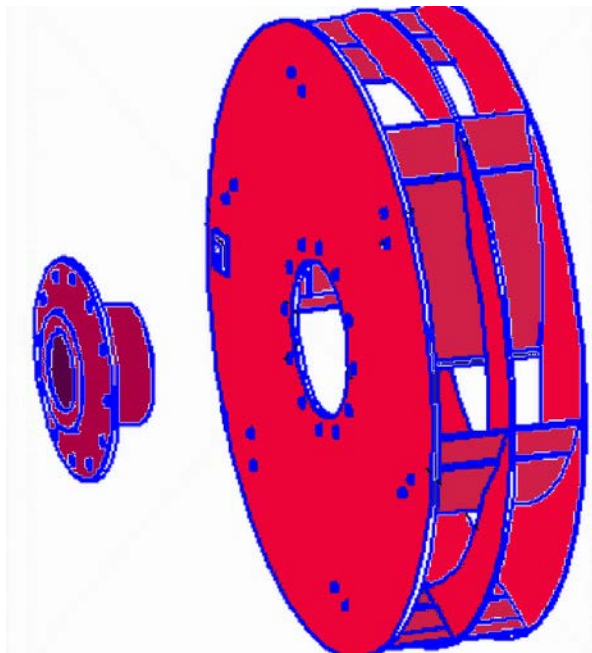


Рисунок1-Ступица и Рабочее колесо

Ступица относится к классу втулок. В центре ступица имеет сквозное отверстие $\text{Ø}120\text{мм}$, полем допуска H7, длиной $l=116\text{мм}$ и служит для посадки ступицы на вал электродвигателя. Это посадочное место имеет шпоночный паз шириной $b=32\text{js}9$ и длиной $l=116\text{мм}$.

Справой стороны ступица имеет уступ диаметром $\text{Ø}245\text{ мм}$, полем допуска d9, служит для установки ступицы в рабочее колесо. Деталь имеет 12 отверстий $\text{Ø}17$ с полем допуска H9 на радиусе R150мм, которые служат для крепления ступицы с рабочим колесом с помощью призонных болтов. На радиусе $R=75\text{мм}$ расположены 4 отверстия глубиной 35мм и длиной резьбовой части 30мм, которые предназначены для установки съемного устройства.

Ступица изготавливается из стали 45 ГОСТ 1050-88.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист
						8

Сталь 45 – сталь углеродистая конструкционная качественная с содержанием углерода до 0,45 % остальное железо и примеси (сера, фосфор, марганец).

Назначение стали 45:

Несущие и несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. Фасонный и листовой прокат для несущих элементов сварных конструкций, работающих при температурных нагрузках.

Таблица 1 – Химический состав стали 45, в %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	Не более 0,04	Не более 0,04	0,7-0,8	0,25

Таблица 2 – Механические свойства стали 45, в %

Предел текучести (δ_T)	36 кгс/мм ²
Временное сопротивление разрыву (δ_B)	61 кгс/мм ²
Относительное удлинение (δ_5)	16 %
Относительное сужение (ψ)	40 %
Ударная вязкость (a_n)	5 Дж/м ²
Твердость горячекатаная (НВ)	241
Твердость отожженная (НВ)	197

1.1.2. Анализ технологичности детали

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологического процесса, является технологичность конструкции изделия. Деталь считается технологичной, если ее обработка ведется с максимальной производительностью и минимальной себестоимостью. При анализе на технологичность необходимо стремиться к наименьшему числу нетехнологичных

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

элементов. Анализ детали производится для того что бы узнать удобна ли деталь в обработке, а так же найти менее трудоемкие и более экономичные способы получения деталей.

При правильном подборе режущего инструмента обработка резанием данной стали производится на значительных режимах, что приводит к увеличению производительности и снижению себестоимости.

Ступица имеет отношение длины к диаметру $L/D < 1$, что обеспечивает детали достаточную жесткость, как в процессе обработки, так и при эксплуатации.

Геометрическая форма поверхностей выбрана рационально, поверхности простые: наружные и внутренние поверхности цилиндрические, сквозные цилиндрические и резьбовые отверстия.

Размеры поставлены верно, соблюдается принцип единства и совмещения баз.

Нетехнологичной поверхностью детали «Ступица» является точный шпоночный паз 32Js9 который обрабатывается низко производительным методом – протягиванием, точные поверхности, обработка которых ведется в несколько этапов, а значит, требует больше времени, большего количества инструментов, специального оборудования и оснасти в результате чего повышается себестоимость изготовления изделия по отношению к менее точным поверхностям, не требующим дополнительной обработки.

Количественная оценка технологичности детали заключается в определении:

- коэффициента использования материала;
- коэффициента точности обработки;
- коэффициента качества обработки.

Коэффициент использования материала детали $K_{им}$ определяется как отношение массы детали к массе заготовки:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$K_{ум} = \frac{M_{\partial}}{M_n} = \frac{23}{24,95} = 0,91 \quad (1)$$

Такой коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки оптимален.

Коэффициент точности обработки $K_{Тч}$ определяется по следующей формуле:

$$\hat{E}_{\partial \times} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum T_i \cdot n_i}, \quad (2)$$

где T_i – квалитет точности обработки;

n_i – число размеров соответствующего квалитета точности;

На чертеже детали имеется 2 размера, выполненные по 7-му квалитету, 3 размера по 9-му квалитету, 1 размер по 11-му квалитету, 1 размер по 12-му квалитету, 7 размеров по 14-му квалитету. Имеем:

$$K_{Тч} = 1 - \frac{2+3+1+1+7}{2 \cdot 7 + 3 \cdot 9 + 1 \cdot 11 + 1 \cdot 12 + 7 \cdot 14} = 0,914$$

Так как значение $K_{Тч}$ больше 0.8, то деталь считается технологичной по этому показателю.

Для определения коэффициента шероховатости обрабатываемых поверхностей $K_{Ш}$ используется следующая зависимость:

$$\hat{E}_{\phi} = \frac{\sum n_i}{\sum b_i \cdot n_i}, \quad (3)$$

где n_i – число поверхностей, подлежащих механообработке;

$Ш_i$ – признак величины шероховатости.

Деталь имеет 3 поверхности с шероховатостью $R_a = 3,2$ мкм; 1 поверхность с $R_a = 3,6$ мкм; 10 поверхностей с $R_a = 6,3$ мкм. Тогда величина $K_{Ш}$ будет определена по формуле:

$$K_{Ш} = \frac{3+1+10}{6 \cdot 3 + 6 \cdot 1 + 5 \cdot 10} = 0,19$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист 11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист 11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Так как значение K_{III} не превышает значения 0,32, то деталь считается технологичной по данному показателю.

Вывод: на основании выше изложенного можно утверждать, что в целом деталь «Ступица» достаточно технологична, имеет развитые базовые поверхности для первоначальных операций, достаточную жесткость и довольно проста по конструкции.

1.2. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса.

Деталь ступица изготавливается из стальной штамповки закрытого типа.

При обработке ступицы необходимо обеспечить:

- точности размеров ($\varnothing 120H7^{(+0,035)}$; $\varnothing 245d9^{(-0,170/-0,283)}$; $32Js9(\pm 0,031)$; $\varnothing 17H9^{(+0,043)}$; $127,4^{+0,2}$; $\varnothing 350^{-1,6}$; $\varnothing 180^{-1}$; $118\pm 0,3$; $80\pm 0,3$; $20\pm 0,2$; $12^{-0,15}$; 30 ± 1 ; $35\pm 1,5$.

- точности взаимного расположения (допуск торцевого биения поверхности заключенной между диаметрами $\varnothing 350^{-1,6}$ и 180^{-1} относительно поверхности Б не более 0,05мм; допуски торцевого биения поверхности заключенной между диаметрами $\varnothing 350^{-1,6}$ и $\varnothing 245d9$ относительно поверхности Б не более 0,04; допуск торцевого биения поверхности $\varnothing 180^{-1}$ относительно базы Б не более 0,03; допуск радиального биения поверхности $\varnothing 245d9$ относительно базы Б не более 0,05; допуск симметричности шпоночного паза 32Js9 не более T/2 0,05 относительно поверхности $\varnothing 120H7$; допуск параллельности боковых поверхностей шпоночного паза не более 0,03 относительно базы Б.

- качество поверхностного слоя (шероховатость отверстий $\varnothing 17H9Ra3,6$; шероховатость отверстий M12-7H Ra3,2; шероховатость поверхности $\varnothing 120H7 Ra3,2$; остальные поверхности - Ra = 6,3мкм).

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист
						12

1.3. Разработка технологического процесса обработки детали

1.3.1. Анализ заводского технологического процесса

Существующий заводской технологический процесс на механическую обработку детали «Ступица» полностью обеспечивает требования чертежа.

При обработке в качестве черновых, чистовых и промежуточных баз выбираются одни и те же поверхности, следовательно, принципы единства и постоянства баз соблюдены, и выбор баз произведен правильно.

Технические параметры установленного оборудования соответствуют требованиям технологических операций. Режимы резания выбраны оптимальные. Степень оснащённости операций достаточная.

Для технологической документации используются бланки старого образца и заполнены они в несоответствии с требованиями предъявляемыми ГОСТом на технологическую документацию.

Маршрут заводского технологического процесса:

Существующий технологический процесс на механическую обработку детали «Ступица» можно отнести:

- по числу охватываемых изделий – крупносерийный;
- по назначению – рабочий;
- по документации – маршрутно-операционный;
- количество операций – 4;
- общее штучное время – 58,48 мин.

Технологический процесс содержит следующие операции:

005 Автоматная токарная

Станок: токарный полуавтомат 1a286-8

Подрезать торцы, выдерживая размеры 119,2; 87,6; 80,5; Расточить отв. до $\varnothing 118,72$ точить поверхности до $\varnothing 180,6$; $\varnothing 245,8$; $\varnothing 350,7$; Расточить отв. до $\varnothing 120H7$; Подрезать торцы, выдерживая размер 17,54; 118,6;. Точить повер. $\varnothing 180,6$

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист
						13

010 Автоматная токарная

Станок: токарный полуавтомат 1a286-6

Подрезать торцы, выдерживая размеры 118,3; 17,86; Расточить фаску 3x45°; Точить поверхность до $\varnothing 180_{-1}$; Подрезать торец, выдерживая размер 118; 2Подрезать торец, выдерживая размер 80;точить поверхности до $\varnothing 180_{-1}$; $\varnothing 245$; $\varnothing 350$; Точить 2 фаски 3x45°.

015 Автоматная сверлильная

Станок: токарный полуавтомат 1a286-6

Сверлить 12 отв. $\varnothing 16,5^{+0,4}$; развернуть 12отв. $\varnothing 17H9$; Сверлить отв. 4отв. $\varnothing 10,2$.снять 4фаски; Нарезать резьбу M12-7H в 4 отверстиях.

020 Горизонтально-протяжная

Станок: горизонтально-протяжной 7A540

Протянуть шпоночный паз, выдерживая размеры 32Js9($\pm 0,031$); 127,4^{+0,2}.

1.3.2. Предложения по операционной технологии обработки детали

Заводской технологический процесс имеет следующие недостатки: обработка детали производится на токарных полуавтоматах и горизонтально-протяжном станках. Используется специальный режущий инструмент.

На основе анализа заводского технологического процесса и выявленных недостатков предлагается для основной обработки детали использовать обрабатывающий центр PARPAS ELECTRA 6000, обеспечивающий не только высочайшую точность и производительность резания при большом сроке службы, но также продуктивность и, тем самым, максимальную экономичность.

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

					Лист
					14
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ДП 44.03.04.622 ПЗ

Заменить специальный режущий инструмент и инструмент по ГОСТ на этих операциях на высокопроизводительный инструмент фирмы Sandvik coromant .

1.3.3. Определение типа производства

Под типом производства понимается совокупность организационных, технических и экономических особенностей производства, характеризующих степень специализации предприятия, устойчивостью номенклатуры изготавливаемых изделий и объемом их выработки. Различают три типа производства - единичное, серийное и массовое. В основе их классификации лежат следующие признаки: степень устойчивости номенклатуры продукции, специализация рабочих мест, универсальность оборудования и оснастки, уровень квалификации рабочих. По типам классифицируются как предприятия, так и цеха, причем она носит условный характер, т.к. на предприятии и в цехах может иметь место сочетание различных типов производства.

В машиностроении тип производства определяется в зависимости от коэффициента закрепления операций.

На первом этапе проектирования тип производства ориентировочно может быть определен в зависимости от массы детали и объема выпуска. При массе детали 23 кг и годовом выпуске в 1000 шт. получаем среднесерийное производство.

Таблица 3 – Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Объем годового выпуска деталей, шт				
	Тип производства				
	Единичное	Мелко-серийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
<1,0	<10	10 – 2000	1500 – 100000	75000 - 200000	200000
1,0 - 2,5	<10	10 – 1000	1000 – 50000	50000 – 100000	100000
2,5 – 5,0	<10	10 – 500	500 – 35000	35000 – 75000	75000
5,0 – 10	<10	10 – 300	300 – 25000	25000 – 50000	50000
>10	<10	10 - 200	200 – 10000	10000 – 25000	25000

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

Тип производства определяется согласно ГОСТ 3.1108-74 и характеризуется коэффициентом закрепления операции за одним рабочим местом или единицей оборудования:

$$\hat{E}_{\zeta.i} = \frac{\Sigma \hat{I}}{\Sigma \mathcal{D}}, \quad (4)$$

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

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

Среднесерийный тип производства является промежуточным типом, сочетающим особенности как мелкосерийного, так и крупносерийного производства.

Среднесерийное производство характеризуется:

- Изготовлением изделий довольно крупными сериями ограниченной номенклатуры;
- За рабочими местами закреплена более узкая номенклатура операций;
- Технологическое оборудование – универсальное, частично специализированное и специальное;
- Приспособления – специальные, переналаживаемые;
- Режущий инструмент – универсальный и специальный;
- Измерительный инструмент – универсальный и специальный;
- Настройка станков – станки настроенные;
- Размещение технологического оборудования – по ходу технологического процесса;
- Виды заготовок – отливки по металлическим моделям, штамповки;
- Методы достижения точности метод полной и не полной взаимозаменяемости;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист
						16

- Квалификация рабочих – различная;
- Себестоимость продукции – средняя.

1.3.4. Исходная заготовка и метод её изготовления

Одним из основных направлений в машиностроении является выбор заготовок с оптимальными конструктивными формами, обеспечивающими возможность применения более экономичных и рациональных способов обработки с наибольшей производительностью и наименьшими отходами металла в стружку.

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали; ее назначение и технические требования на изготовление; объем и серийность выпуска; форма поверхностей и размеры детали.

Метод получения заготовки – Штамповка в закрытых штампах т.к. безоблойная штамповка позволяет экономить металл и, кроме того, не требует специального оборудования, штампов и рабочей силы для обрезки облоя. Вследствие этого она является более прогрессивным способом получения поковок, чем открытая штамповка в которой образование облоя приводит к потерям металла, составляющим до 20 ... 25 % объема заготовки (а в некоторых случаях и более); кроме того, возникает необходимость в дополнительной операции обрезки облоя в специальных обрезных штампах на обрезных прессах.

Для того, чтобы определить припуски и допуски на размеры каждой поверхности штампованной заготовки необходимо найти исходный индекс. Для этого необходимо определить:

1. Группу стали-М2 [4, таблица 1];
2. Конфигурация поверхности разъема штампа «П»-плоская [4, таблица 1];
3. Класс точности поковки-Т2 [4, таблица 19];

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист 17

4. Степень сложности поковки – определяется путем вычисления отношения массы (объема) поковки к массе (объему) геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки:

$$K_c = \frac{V_{\Pi}}{V_{\text{фиг}}} = \frac{G_{\Pi}}{G_{\text{фиг}}} = \frac{M_{\Pi}}{M_{\text{фиг}}} \quad (5)$$

Расчетная масса штамповки:

$$M_{\Pi} = M_{\text{д}} \cdot K_{\text{д}}, \quad (6)$$

где $K_{\text{д}}$ – расчетный коэффициент, $K_{\text{д}}=1,5-1,8$ [1, табл.20], принимаю $K_{\text{д}}=1,7$

$$M_{\Pi}=23 \cdot 1,7=39,1 \text{ кг}$$

Масса фигуры:

$$M_{\phi} = V_{\phi} \cdot \rho = \pi \cdot R_{\phi}^2 \cdot l_{\phi} \cdot \rho \quad (7)$$

$$M_{\phi}=3,14 \cdot 0,175^2 \cdot 0,18 \cdot 7826=105,4 \text{ кг}$$

$$\frac{M_n}{M_{\text{фиг}}} = \frac{39,1}{105,4} = 0,37 \quad (8)$$

Степень сложности поковки – С2 [4, стр.30];

Исходный индекс -12 [4, табл.2].

Зная исходный индекс, определяем припуски на каждую поверхность заготовки с учетом дополнительных припусков на смещение по поверхности разъема штампа -0,3 мм [4, табл.4] и изогнутости от плоскостности и прямолинейности -0,4 мм [4, табл.5]:

$$\text{поверхность } \varnothing 120 \text{ мм } -Z=(1,8+0,3+0,4) \cdot 2=5 \text{ мм, } D=115 \text{ мм;}$$

$$\text{поверхность } \varnothing 180 \text{ мм } -Z=(2+0,3+0,4) \cdot 2=5,4 \text{ мм, } D=185,4 \text{ мм;}$$

$$\text{поверхность } \varnothing 245 \text{ мм } -Z=(2+0,3+0,4) \cdot 2=5,4 \text{ мм, } D=250,4 \text{ мм;}$$

$$\text{поверхность } \varnothing 350 \text{ мм } -Z=(2,3+0,3+0,4) \cdot 2=6 \text{ мм, } D=356 \text{ мм;}$$

Допуски на диаметры: [4, табл.8]

$$\varnothing 115 \begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}, \varnothing 185,4 \begin{matrix} +2,1 \\ -1,1 \end{matrix}, \varnothing 250,4 \begin{matrix} +2,1 \\ -1,1 \end{matrix}, \varnothing 356 \begin{matrix} +2,1 \\ -1,1 \end{matrix},$$

Подпись и дата

Инд. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

Инд. N подл.

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

ДП 44.03.04.622 ПЗ

Лист
18

Припуски на линейные размеры: [4, табл.3]

$$l=118 -Z=1,8\text{мм}, l=119,8\text{мм};$$

$$l=80 -Z=1,7\text{мм}, l=81,7\text{мм};$$

$$l=20 -Z=1,6\text{мм}, l=21,6\text{мм};$$

$$l=12 -Z=1,6\text{мм}, l=13,6\text{мм};$$

Допуски на линейные размеры: [4, табл.8]

$$l=119,8\left(\begin{smallmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{smallmatrix}\right), l=81,7\left(\begin{smallmatrix} +1,4 \\ -0,8 \end{smallmatrix}\right), l=21,6\left(\begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{smallmatrix}\right), l=13,6\left(\begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{smallmatrix}\right),$$

Нахождение массы штампованной заготовки, путем разбивания ее на элементарные участки и проставлением на них размеров с учетом плюсовых допусков:

Масса штампованной заготовки.

$$M=V \cdot \rho = \pi \cdot R^2 \cdot l \cdot \rho; \quad (9)$$

$$M_1 = 3,14 \cdot 92,7^2 \cdot 81,7 \cdot 10^{-9} \cdot 7826 = 17,25 \text{кг};$$

$$M_2 = 3,14 \cdot 125,2^2 \cdot 8 \cdot 10^{-9} \cdot 7826 = 3,1 \text{кг};$$

$$M_3 = 3,14 \cdot 178^2 \cdot 13,6 \cdot 10^{-9} \cdot 7826 = 10,74 \text{кг};$$

$$M_4 = 3,14 \cdot 92,7^2 \cdot 16,7 \cdot 10^{-9} \cdot 7826 = 3,6 \text{кг};$$

$$M_5 = 3,14 \cdot 57,5^2 \cdot 119,8 \cdot 10^{-9} \cdot 7826 = 9,7 \text{кг}$$

$$M_{\text{п}} = 17,96 + 3,14 + 11,74 + 3,34 - 9,7 = 26,49 \text{кг}$$

Коэффициент использования материала:

$$\hat{E}_{\text{ei}} = \frac{\dot{I}_{\text{a}}}{\dot{I}_{\text{i}}} = \frac{23}{26,49} = 0,87 \quad (10)$$

Для сравнения приведем расчет штамповки на горячеховочной машине (в открытом штампе)

класс точности поковки Т4

исходный индекс 15

$$\text{поверхность } \varnothing 120 \text{мм} -Z = (2,5 + 0,3 + 0,4) \cdot 2 = 6,4 \text{мм}, \quad D = 113,6 \text{мм};$$

$$\text{поверхность } \varnothing 180 \text{мм} -Z = (2,7 + 0,3 + 0,4) \cdot 2 = 6,8 \text{мм}, \quad D = 186,8 \text{мм};$$

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

поверхность Ø245мм $-Z=(2,7+0,3+0,4) \cdot 2=6,8\text{мм}$, $D=251,8\text{мм}$;

поверхность Ø350мм $-Z=(3+0,3+0,4) \cdot 2=7,4\text{мм}$, $D=357,4\text{мм}$;

Припуски на линейные размеры: [4, табл.3]

$l=118 -Z=2,5\text{мм}$, $l=120,5\text{мм}$;

$l=80 -Z=2,3\text{мм}$, $l=82,3\text{мм}$;

$l=20 -Z=2\text{мм}$, $l=22\text{мм}$;

$M=V \cdot \rho = \pi \cdot R^2 \cdot l \cdot \rho$; (11)

$M_1=3,14 \cdot 93,4^2 \cdot 82,3 \cdot 10^{-9} \cdot 7826=17,64\text{кг}$;

$M_2=3,14 \cdot 178,7^2 \cdot 22 \cdot 10^{-9} \cdot 7826=17,26\text{кг}$;

$M_3=3,14 \cdot 93,4^2 \cdot 16,2 \cdot 10^{-9} \cdot 7826=3,47\text{кг}$;

$M_4=3,14 \cdot 56,8^2 \cdot 120,5 \cdot 10^{-9} \cdot 7826=9,55\text{кг}$;

$M_{\Sigma}=17,64+17,26+3,47+9,55=28,82\text{кг}$

Коэффициент использования материала:

$$\hat{E}_{ei} = \frac{\dot{I}_{\dot{a}}}{\dot{I}_i} = \frac{23}{28,82} = 0,78 \quad (12)$$

1.3.5. Выбор методов обработки поверхностей

При выборе методов обработки поверхностей следует учитывать, что они должны обеспечивать:

- Заданную точность обработки;
- Заданную высоту микронеровностей обрабатываемых поверхностей;
- Необходимую производительность обработки.

Принимая во внимание вышеперечисленные факторы, выберем методы обработки основных поверхностей (таблица 4).

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист
						20

Таблица 4 – Методы обработки поверхностей

Поверхность	Вид поверхности	Квалитет	Шероховатость	Метод обработки
1	2	3	4	5
Ø120H7 ^(+0.035)	Внутренняя цилиндрическая	7	Ra 3.2	Расточить предварительно Расточить окончательно
Ø180 ₋₁	Наружная цилиндрическая	14	Ra 6.3	Точить предварительно Точить окончательно
Ø245d9	Наружная цилиндрическая	9	Ra 3.2	Точить предварительно Точить окончательно
Ø350 _{-1.6}	Наружная цилиндрическая	14	Ra 6.3	Точить предварительно Точить окончательно
118±0.3	Плоская поверхность	14	Ra 6.3	Точить предварительно Точить окончательно

Подпись и дата

Инд. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

инв. N подл.

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

ДП 44.03.04.622 ПЗ

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5
80±0.3	Плоская поверхность	14	Ra 6.3	Точить предварительно Точить окончательно
8±0.2	Плоская поверхность	14	Ra 6.3	Точить предварительно Точить окончательно
12 _{-0.15}	Плоская поверхность	12	Ra 6.3	Точить предварительно Точить окончательно
127.4 ^{+0.2}	Плоская поверхность	11	Ra 6.3	Протягивание чистовое
32Js9(±0.031)	Плоская поверхность	9	Ra 6.3	Протягивание чистовое
Ø17H9(^{+0.043})	12 отверстий сквозных	9	Ra 3.6	Сверлить однократно
Ø10.2 35±1.5 M12-7H 30±1.0	4 глухих отверстия	7	Ra 3.2	Сверлить однократно Нарезать резьбу

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

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

ДП 44.03.04.622 ПЗ

При 2-м установе производим токарную обработку наружных поверхностей со стороны меньшей ступицы. В качестве установочной базы выбираем обработанную при первой установке внутреннюю поверхность ступицы.

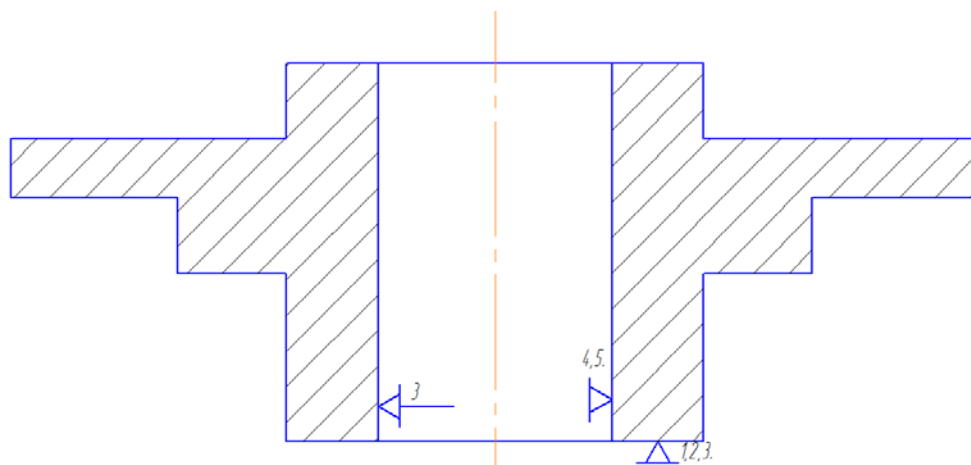


Рисунок 3 – Схема базирования заготовки при 2-м установе

Выбранная база обеспечивает надежное, прочное крепление детали и неизменность ее положения во время обработки и соблюдение принципа «кратчайшего пути».

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.622 ПЗ

1.3.7. Разработка технологического маршрута обработки детали

«Ступица»

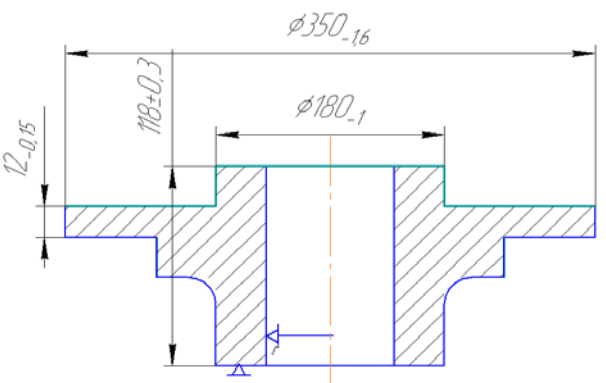
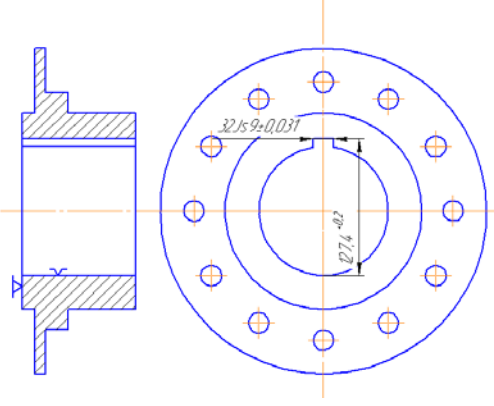
Маршрут технологического процесса механической обработки фланца представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Технологический маршрут механической обработки детали

номер операций	Наименование и краткое содержание	Операционный эскиз
1	2	3
005	<p>Токарная с ЧПУ Установить, снять.</p> <p>Переход 1 Обработать заготовку по контуру выдержав размеры: $\varnothing 180_{-1}$; 80 ± 0.3 $\varnothing 245d9$; 8 ± 0.2. $\varnothing 350_{-1.6}$; 12.8.</p> <p>Переход 2 Расточить отв. выдержав размер $\varnothing 120H7^{(+0,035)}$</p> <p>Переход 3 Просверлить 12 отв. $\varnothing 17H9^{(+0.043)}$</p>	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Окончание таблицы 5

1	2	3
005	<p>Переход 7</p> <p>Обработать деталь по контуру выдержав размеры: $\text{Ø}180_{-1}$; 118 ± 0.3; $12_{-0.15}$.</p>	
010	<p>Горизонтально - протяжная</p> <p>Протянуть шпоночный паз выдержав размеры: $32J9(\pm 0.031)$; $127.4^{+0.2}$</p>	

1.4. Выбор средств технологического оснащения

1.4.1. Выбор оборудования

Операция 05 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ

Токарный обрабатывающий центр PARPAS ELECTRA 6000 с системой ЧПУ SINUMERIK 840D от SIEMENS.

PARPAS ELECTRA 6000

Высокоскоростной фрезерный станок с мобильной колонкой и высокой динамикой, предлагающий инновационные решения и самые современные достижения. Конструкции станков разрабатываются с помощью мощного программного обеспечения для расчета и анализа. Для обеспечения высокого динамического контроля за машиной, ее конструкции строятся с использова-

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

нием стальных сплавов, которые имеют более высокую жесткость, на равную массу. По сравнению с обычными материалами, такими как чугун. В результате получается машина, которая сочетает высокую точность и жесткость. Выдающиеся динамические характеристики. Каждая структура машины подвергается термообработке, снимающей напряжение, которая помогает устранить напряжение, возникающее в производственных процессах. Линейные направляющие пути, на которых роликовая направляющая блокирует скольжение, имеют большие размеры и крепятся непосредственно к конструкции.

Станок имеет вращающийся стол с цифровым двигателем для токарной и фрезерной обработки, управляемый осью ЧПУ.



Рисунок 4 – Токарный обрабатывающий центр PARPAS ELECTRA 6000.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ

Таблица 6 – Параметры токарного обрабатывающего центра

Описание	Значение
1	2
Продольное перемещение (ось X)	6000мм
Вертикальное перемещение (ось Y)	2600мм
Поперечное перемещение (ось Z)	1400мм
Область поворота 5оси	360 ⁰
Область поворота 4 оси	±110 ⁰
Рабочая подача оси XYZ	20000мм/мин
Ускоренная подача	35000мм/мин
Максимальная нагрузка осей XYZ	12000Н
Тормозной момент 4 оси	6000Нм на 110бар
Максимальная скорость вращения 4 оси	60 об/мин
Тормозной момент 5 оси	4000Нм на 110бар
Максимальная скорость вращения 5 оси	60 об/мин
Точность позиционирования 4-5 осей	±0,001 ⁰
Мощность двигателя шпинделя (S1)	35 КВт
Мощность двигателя шпинделя (S6)	47 КВт
Диапазон частоты вращения шпинделя до постоянного крутящего момента	0÷400 об/мин
Диапазон частоты вращения шпинделя до постоянной мощности	400÷5000 об/мин
Номинальный крутящий момент шпинделя	580 Нм
Максимальный крутящий момент шпинделя	750 Нм
Напряжение питания	400 Ом
Частота подачи	50Гц
Потребляемый ток	120А
Максимальная установленная мощность	80КВт

Изм. № подл. Подпись и дата
 нв. № подл. Подпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

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

Окончание таблицы 6.

1	2
Емкость инструментального магазина	24 ед.
Диаметр планшайбы	1000мм
Скорость вращения	350-800 об/мин
Габариты (Д*Ш*В)	14800*6000*4500мм

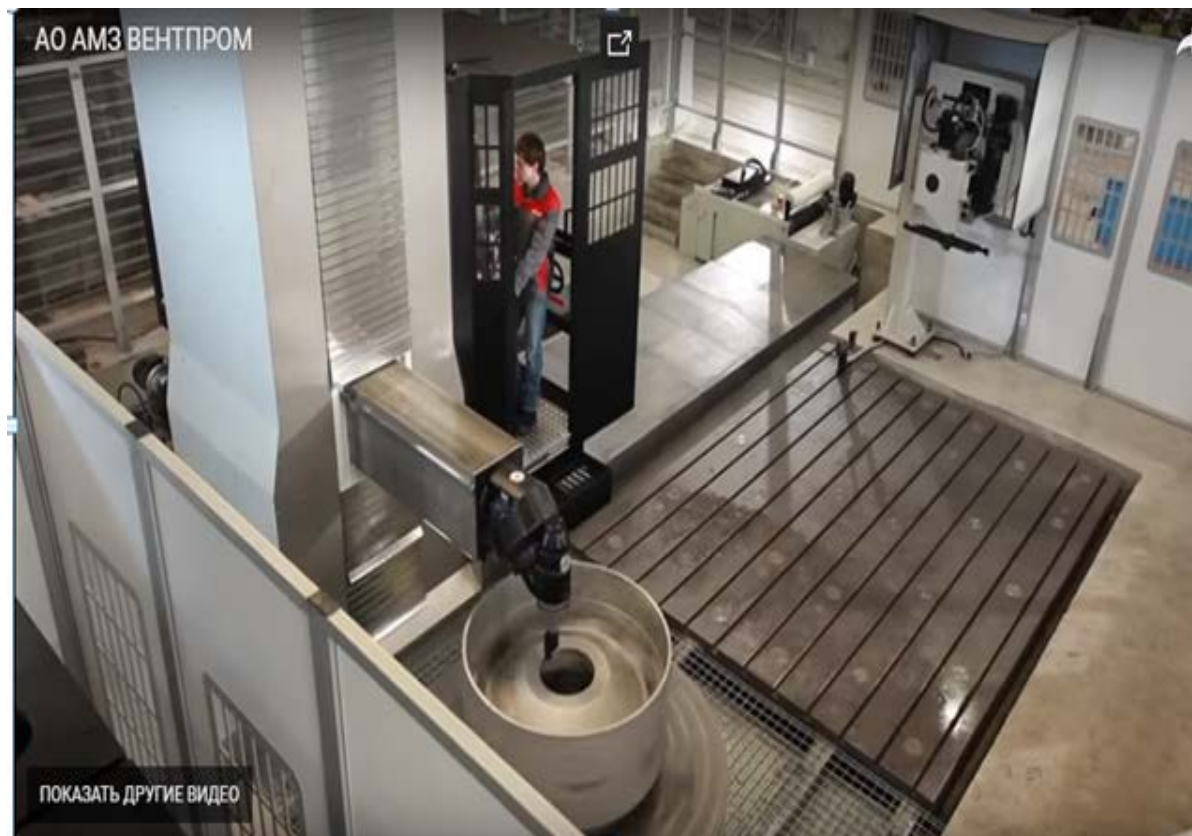


Рисунок 5 – Рабочая зона.

Изм. № подл. Подпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист 30

Операция 10 Горизонтально-протяжная

Станок: горизонтально-протяжной 7А540



Рисунок 6 – Станок горизонтально-протяжной 7А540.

Для обработки методом протягивания предварительно обработанных или черновых сквозных отверстий различной формы и размеров.

Таблица 7- Технические характеристики станка 7А540

Параметр	Значение
Класс точности станка по ГОСТ 8-82 (Н, П, В, А, С)	Н
Номинальное тяговое усилие, кН	200
Длина хода рабочих салазок, мм	1600
Рабочая ширина стола, мм	130
ЧПУ	-
Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин.	-
Мощность, кВт	22
Габариты, мм	6840x1535x1370
Масса, кг	5124
Начало серийного выпуска, год	1969
Завод-производитель	Станкостроительный завод им. Кирова, ГП

1.4.2. Выбор режущего инструмента

Для операций 05 выполняемой на обрабатывающем центре, выбираем высокопроизводительный режущий инструмент фирмы Sandvik coromant, результаты выбора сведены в таблицу 8.

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

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

Таблица 8 – Режущий инструмент

Опера-ция	Переход	Инструмент	Пластина	Приме-чание
1	2	3	4	5
005	Обработать заготовку по контуру выдержав размеры: $\varnothing 180_{-1}$; 80 ± 0.3 $\varnothing 245d9$; 8 ± 0.2 . $\varnothing 350_{-1.6}$; 12.8.	Державка DCLNR/L3232 P12	CNMG 12 04 04-MF Материал GC4325	Стр.А144 Стр. А47
	Расточить отв. выдержав размер $\varnothing 120H7^{(+0,035)}$	Расточная оправка А40Т-DCLNR/L12	CNMG 12 04 04-MF Материал GC4325	Стр.А209 Стр. А44
005	Просверлить 12 отв. $\varnothing 17H9^{(+0,043)}$	Сверло Coro-Drill 460 460.1-1700-077А1-ХМ Материал GC34		Стр. К65 Вр.ин.
	Просверлить 4 отв. $\varnothing 10,2$ мм	Сверло CoroDrill860 860/1-1020-053А1-РМ Сплав CG4234		Стр. К81 Вр.ин.
	Зенковать 4 отв. $\varnothing 10,2$ мм	Зенковка 150150-31		Стр.188 (хофман)
	Нарезать резьбу 4-х отв. М12-7Н	Метчик Coro Tap 300 EX03PM12 Сплав HSS-E-PM		Стр.Л135 Вр.инстр.
	Обработать деталь по контуру, выдержав размеры: $\varnothing 180_{-1}$; $118 \pm 0,3$; $12_{-0,15}$.	Державка DCLNR/L3232 P12	CNMG 12 04 04-MF Материал GC4325	Стр.А144 Стр. А47
010	Протянуть шпоночный паз, выдержав размеры: $32Js9(\pm 0,031)$; $127,4^{+0.2}$	Протяжка шпоночная 32Js9		2405-1173 ГОСТ 18217

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

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

1.5. Технологические расчёты

1.5.1. Расчёт режимов резания

Режимы резания определяются глубиной резания t , мм; подачей на оборот S_0 , мм/об; скоростью резания V , м/мин; и частотой вращения шпинделя, об/мин.

Для операций 05 элементы режима резания выбираются согласно рекомендациям каталога фирмы Sandvik Coromant, частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин,} \quad (13)$$

Таблица 9 – Параметры режимов резания

операция	переход	a_p , мм	i	f_n , мм/об	F_z , мм/зуб	V_f , мм/мин	V_c , м/мин	N , об/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Обработать заготовку по контуру выдержав размеры: $\varnothing 180_{-0.1}$; 80 ± 0.3 $\varnothing 245d9$; 8 ± 0.2 . $\varnothing 350_{-1.6}$; 12.8.	3	2	0,4	-	216	305	540
	Расточить отв. выдержав размер $\varnothing 120H7^{(+0,035)}$	5	2	0.4	-	336	305	841
	Просверлить 12 отв. $\varnothing 17H9^{(+0.043)}$	8.5	1	0.43	-	886	110	2060
	Просверлить 4 отв. $\varnothing 10.2$ мм	5.1	1	0.24	-	1350	180	5620
	Зенковать 4 отв. $\varnothing 10.2$ мм	1.6	1	0.12	-	101	27	843

Изм. № подл. Подпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Окончание таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Нарезать резьбу 4-х отв. М12-7Н	1.75	1	1.75	-	2275	49	1300
	Обработать деталь по контуру выдержав размеры: Ø180 ₁ ; 118±0.3; 12 _{-0.15} .	3	2	0.4	-	216	305	540
010	Протянуть шпоночный паз выдержав размеры: 32Js9(±0.031); 127.4 ^{+0.2}	7.4	1	-	0.102	-	2.45	-

Режимы резания для 10 операции

Глубина резания при обработке шпоночного паза

$$t = d_i - d_a \quad (14)$$

$$t = 127,4 - 120 = 7,4 \text{ мм.}$$

Подачу определяем по формуле

$$S_z = C \cdot b^x, \quad (15)$$

где b – ширина шпоночной канавки, мм

C и x – коэффициент и показатель степени, зависящие от свойств обрабатываемого материала.

$$\left. \begin{array}{l} C = 0,11 \\ x = 0,5 \end{array} \right\}$$

$$S_z = 0,11 \cdot 32^{0,5} = 0,102$$

Скорость резания при протягивании определяется по формуле

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

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S_z^\omega}, \quad (16)$$

где C_v – коэффициент, зависящий от свойств обрабатываемого материала, типа протяжки и марки материала протяжки

T – стойкость протяжки в минутах машинного времени без учета обратного хода протяжки

S_z – подача на один зуб протяжки

m и ω – показатели степени соответственно при T и S_z , устанавливаемые по нормативам

$$\left. \begin{array}{l} C_v = 5,5 \\ n = 0,87 \\ \omega = 1,4 \\ T = 100 \end{array} \right\} \quad [\text{ст.176, 11}]$$

$$V = \frac{5,5}{100^{0,87} \cdot 0,102^{1,4}} = 2,45$$

1.5.2. Расчёт технических норм времени

Норма времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбор наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки.

В серийном производстве определяется норма штучно – калькуляционного времени [13, с. 99]:

$$O_{\phi-\varepsilon} = \frac{O_{ic}}{n} + O_{\phi\partial}, \quad (17)$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время на партию деталей, мин;

n – количество деталей в настроечной партии, шт.

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инов. № дубл. Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист
						35

Штучное время

$$T_{шт} = t_o + t_v + t_{об} + t_{от}, \quad (18)$$

где t_o – основное время, мин;

t_v – вспомогательное время, мин;

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

$t_{от}$ – время перерывов на отдых и естественные надобности.

Основное время

$$t_o = \frac{l}{n \cdot s} \cdot i, \quad (19)$$

где l – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм;

n – число оборотов шпинделя, об/мин;

s – подача, мм/об;

i – число рабочих ходов.

$$l = l_{пер} + l_1, \quad (20)$$

где $l_{пер}$ – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм;

l_1 – длина врезания и перебега инструмента, мм.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приёмы [13, с.100]:

$$t_v = t_{yc} + t_{зо.} + t_{уп} + t_{изм}, \quad (21)$$

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

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

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

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

Подпись и дата

Инд. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

инв. N подл.

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

Время на обслуживание рабочего места

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (22)$$

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

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

$$t_{тех} = 0,04 \cdot t_{он}$$

$$t_{орг} = 0,05 \cdot t_{он}$$

Время перерывов на отдых

$$t_{ом} = 0,025 \cdot t_{он} \quad (23)$$

Подготовительно-заключительное время

$$T_{н.з.} = t'_{н.з.} + t''_{н.з.} + t'''_{н.з.}, \quad (24)$$

где $t'_{н.з.}$ - время на наладку станка, инструмента и приспособлений, мин;

$t''_{н.з.}$ - время на дополнительные приемы, мин;

$t'''_{н.з.}$ - получение инструмента и приспособлений исполнителем работы

до начала и сдача их после окончания обработки партии.

Количество деталей в партии рассчитывается по формуле [13, с.36]:

$$n = \frac{N \cdot \alpha}{247}, \quad (25)$$

где α – периодичность запуска, в днях (рекомендуется периодичность запуска деталей: 3,6,12,24 дня);

247 – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{1000 \cdot 3}{247} = 12шт.$$

Результаты расчёта по операциям сведены в таблицу 10.

Подпись и дата

Интв. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

инв. N подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.622 ПЗ

Лист
37

Таблица 10 – Технические нормы времени по операциям, мин

Номер и наименование операции	to, мин	tv, мин			tob, мин		tot, мин	tшт, мин	tп-з, мин	n, шт	tш-к, мин
		tyc	tуп	tиз	tтех	topr					
05 Ком-плексная на обрабатывающем центре с ЧПУ	4,7	17			1,95		0,54	24,2	35	12	27,1
10 Горизонтально-протяжная	2,8	0,32			0,27		0,78	4,17	5		4,5

1.5.3. Окончательный расчёт типа производства

После расчёта технических норм времени по операциям можно окончательно рассчитать тип производства и определить количество станков, необходимых для запланированного количества деталей на участке механической обработки.

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций $K_{з.о}$:

$$K_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (26)$$

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

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

Расчет количества станков, необходимых для обработки запланированного количества деталей, производится по каждой модели оборудования по формуле [13, с. 34]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_D \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (27)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, шт;

Изм. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

$T_{шт}$ – время обработки на одной операции, мин;

F_D – действительный годовой фонд времени работы оборудования,

$F_D = 1973$ час (при односменной работе);

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

После расчёта для всех операций количества станков устанавливается принятое число рабочих мест P , округляя до ближайшего большего целого числа полученное значение m_p .

Далее для каждой операции вычисляется значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле [13, с. 35]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P} \quad (28)$$

Количество операций, выполняемых на одном рабочем месте, определяется по формуле [13, с. 35]:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} \quad (29)$$

Результаты расчёта по операциям сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Данные для расчёта коэффициента закрепления операций

Операция	$T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
05 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ	24,2	0,1	1	0,1	8
10 Горизонтально-протяжная	4,17	0,044	1	0,044	18
	$\Sigma T_{шт} = 28.37$		$\Sigma P = 2$		$\Sigma O = 26$

$$K_{зо} = \frac{26}{2} = 13$$

При $K_{зо} = 1$ – производство массовое;

$1 \leq K_{зо} \leq 10$ – производство крупносерийное;

$11 \leq K_{зо} \leq 20$ – производство среднесерийное;

Изм. № подл. Полпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Полпись и дата

$21 \leq K_{30} \leq 40$ – производство мелкосерийное;

$40 < K_{30}$ – производство единичное.

Окончательно принимаем среднесерийное производство.

1.6 Разработка управляющей программы

Управляющая программа разработана для комплексной операции на обрабатывающем центре с ЧПУ на токарном обрабатывающем центре PARPAS ELECTRA 6000 с системой ЧПУ SINUMERIK 840D.



Рисунок 7- Система ЧПУ SINUMERIK 840D.

SINUMERIK 840D — полностью цифровая система для практически всех типов применений. Это системная платформа с прогрессивными функциями. Совместно с цифровым преобразователем SIMODRIVE 611D и ПЛК SIMATIC S7-300 SINUMERIK 840D представляет полностью цифровую систему, которая подходит для сложных задач обработки и демонстрирует вы-

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

сокий уровень динамики и точности. Во всем мире SINUMERIK 840D применяется для токарной обработки, сверления, фрезерования, шлифования, лазерной обработки, порезки, перфорации, изготовления оснастки и инструмента, как система управления прессами, для высокоскоростного раскроя материалов, обработки древесины и стекла, транспортировки, складских задач. SINUMERIK 840D в модуле NCU (Numeric Control Unit — устройство числового управления) объединяет задачи ЧПУ, ПЛК и коммуникации. Установленный в каркас-носитель, NCU встраивается непосредственно в цифровую систему преобразования SIMODRIVE 611D, при этом он располагается справа, непосредственно у модуля питания-рекуперации. Варианты процессоров NCU и системное программное обеспечение дает возможность оптимальной адаптации к станку и к задаче обработки. Такой модульный принцип позволяет оснастить целый ряд станков различного типа.

При помощи SINUMERIK 840D можно управлять максимум 31 осями/шпинделями. При максимальном использовании поддерживается до 10 каналов на каждую группу режимов работы и максимум 12 осей/шпинделей на каждый канал. Каждый канал может иметь свою собственную группу режимов работы.

SINUMERIK 840D позволяет просто и экономично обеспечить высокоэффективную защиту обслуживающего персонала и станков благодаря встроенным сертифицированным функциям защиты. Все NCU изначально имеют встроенное подключение 4 быстрых цифровых входов/выходов ЧПУ. Возможно объединение нескольких систем управления в одну.

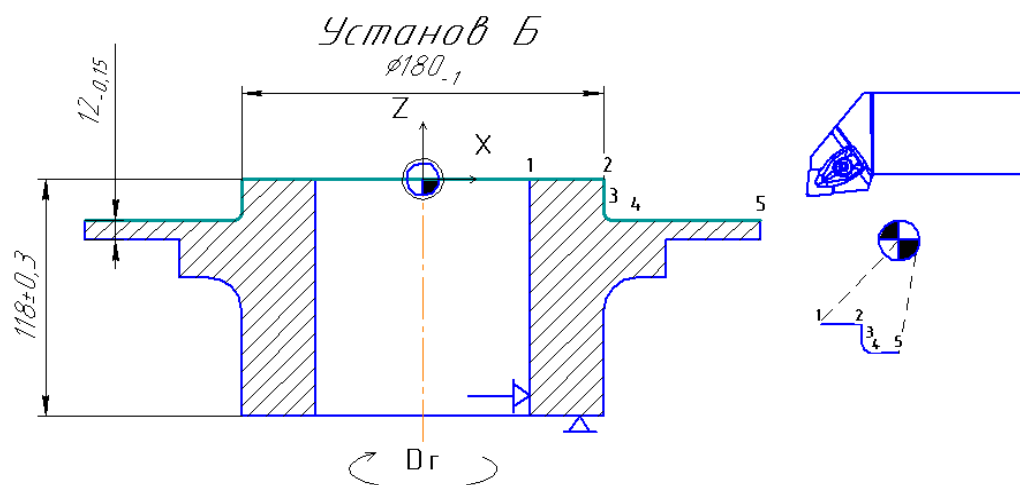
К SINUMERIK 840D можно подключить следующие компоненты:

- панель оператора с PCU или модулем ММС и станочный пульт
- SIMATIC OP7/OP17
- кнопочный пульт PP 031-МС
- ручной пульт управления ВHG, тип В-MPI

нв. N подл. Полпись и лага Взам. инв N Инв. N дубл. Полпись и лага

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист 41

- ручной терминал SINUMERIK HT 6
- ручное программирующее устройство PHG, тип MPI
- ручной мини-пульт
- периферия SIMATIC S7-300
- простой периферийный модуль EFP
- периферийный модуль PP 72/48
- терминальный блок NCU с компактными модулями DMP
- 2 маховика, 2 измерительных щупа и по 4 быстрых входа/выхода ЧПУ посредством распределителя кабелей
- децентрализованная периферия ПЛК, подключенная через PROFIBUS-DP
- модуль оцифровки
- цифровой привод SIMODRIVE 611D
- программатор, например, FieldPG
- двигатели 1FK6, 1FT6, 1FN, 1PH, 1FE1 и 1LA.



Строка отхода 0-1-2-3-4-5-0

	1	2	3	4	5
Z, мм	0	0	-3	-12	-18
X, мм	57	87	90	90	95
t, мм	2,7				
S, мм/об	0,4				
n, об/мин	540				
V, м/мин	305				

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Рисунок 8- Строка обхода обработки контура для перехода 7.

инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Индв. N дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 12 – Управляющая программа для перехода 7 операции 005

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание перехода
1	2
CYCLE800(0,"0",200,57,,,,,0,0,0,,,,,1,,2)	Цикл поворота револьверной головки для смены инструмента
T="2" M6 D1	Смена инструмента
G90 G64 G55 G18	Задание абсолютных размеров, режим управления траекторией, устанавливаемое смещение нулевой точки, выбор рабочей плоскости Z/X
CYCLE800(0,"TURN",200,57,,,,,90,0,,,,,1,,2)	Цикл поворота револьверной головки
G96 S2=280 M2=3 F0.5	Постоянная скорость резания ВКЛ, программирование дифферен. частоты вращения, значение подачи
LIMS=70	Ограничение частоты вращения
G0Z500X1200Y0	Перемещение на быстром ходу в заданную точку с координатами ZXY
Z50	Перемещение
M8	Включение СОЖ
CYCLE62("SKOC_3",1,,)	Вызов контура детали
CYCLE62("SKOC_1",1,,)	Вызов контура заготовки
CYCLE952("SKOC_3",,"",2101321,0.35,0,900,2.5,0.1,0.1,0.5,0,0.1,0,3,0,0,,,,,2,2,,,0,1.5,,0,12,1100010,1,0,)	Обработка по контуру
M9	Отключение СОЖ
G0 Z800	Перемещение на быстром ходу в заданную точку
M30	Конец программы

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

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Описание предмета экономического обоснования

Наименование детали - «Ступица», изготавливается из стали из стали 45 ГОСТ 1050-88, чистая масса составляет 23 кг.

Сутью расчета является оценка экономической эффективности проектируемого варианта. Предметом экономического обоснования является расчет экономической эффективности проектируемого варианта.

2.2. Исходные данные, необходимые для выполнения экономического обоснования

1. Годовая программа выпуска продукции N = 1000 шт.

2. Нормы времени по операциям занесены в таблицу 13 (берутся из технологической части диплома).

Таблица 13 – Нормы времени по операциям в технологии ч.

№ операции	Оборудование	Марка оборудования	Время на операцию
Базовый вариант			
005	токарный полуавтомат	1a286-6	16,44
010	токарный полуавтомат	1a286-8	19,32
015	токарный полуавтомат	1a286-6	18,1
020	горизонтально-протяжной	7A540	4,5
Итого			58,36
Проектный вариант			
005	обрабатывающий центр	PARPAS ELECTRA 6000	27,1
010	горизонтально-протяжной	7A540	4,5
Итого			31,6

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

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

3. Режим работы предприятия (участка)

Режим работы всех станков – односменный (продолжительность смены 8 ч.).

4. Стоимость оборудования

Токарный полуавтомат 1a286-6 – 17,2 млн. руб.

Токарный полуавтомат 1a286-8 – 18,12млн. руб.

Горизонтально-протяжной 7A540 – 1,5 млн. руб.

Обработывающий центр PARPAS ELECTRA 6000 – 53,9385 млн. руб.

5. Нормативы отчислений на ремонт оборудования

Процент отчислений в ремонтный фонд $K_p=1,9\%$ (по данным предприятия)

6. Стоимость электроэнергии и применяемых видов топлива

Стоимость 1 кВт электроэнергии $C_0 = 3,91251$ руб. /кВт-ч.

7. Годовой фонд одного рабочего

Статьи баланса

Продолжительность

1. Календарное время, дни	365
2. Нерабочее время, дни	118
3. Номинальный фонд рабочего времени	247
4. Средняя продолжительность рабочего дня, час	8
5. Действительный годовой фонд рабочего времени, ч	1973

2.3. Расчет технико-экономических показателей

2.3.1. Определение капитальных вложений

Размер капитальных вложений определяется по формуле:

$$K=K_{об}+ K_{прс}+K_{прг}, \quad (30)$$

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

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

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

Подпись и дата

Инт. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

инв. N подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.622 ПЗ

Лист
46

Капитальные вложения в оборудование с учетом коэффициента загрузки
ки

$$K = 4945720 + 21500 = 4967220 \text{ руб.}$$

Определение капитальных вложений в оборудование

Затраты на программное обеспечение

По данным предприятия 21500 руб.

Количество технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_{\text{з}} \cdot 60}, \quad (32)$$

где t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

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

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

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия $K_{\text{вн}} = 1,05$)

$K_{\text{з}}$ – коэффициент загрузки оборудования (по данным предприятия $K_{\text{з}} = 0,8$)

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается следующим образом:

$$F_{\text{д}} = F_{\text{н}} \cdot \left(1 - \frac{k_{\text{р}}}{100}\right), \quad (33)$$

где $F_{\text{н}}$ – номинальный фонд работы единицы оборудования, ч.

$K_{\text{р}}$ – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 дней в году за исключением праздничных и выходных дней, с учетом предпраздничных дней) с учетом установленного режима работы (при односменном режиме - 8 ч.).

Ив. N подл. | Полпись и лага | Взам. инв N | Ив. N дубл. | Полпись и лага

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист 47

Обрабатывающий центр

$$F_H = (365-118) \cdot 24 \cdot 3 = 5925 \text{ ч.}$$

$$k_p = 1,5\%$$

$$F_{ia} = 5925 \cdot \left(1 - \frac{1,5}{100}\right) = 5836 \text{ ч.}$$

$$q = \frac{27,1 \cdot 1000}{5836 \cdot 1,05 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,09 \text{ ч.}$$

Горизонтально-протяжной 7A540

$$F_H = (365-118) \cdot 8 \cdot 3 = 1973 \text{ ч.}$$

$$k_p = 3,6\%$$

$$F_{ia} = 1973 \cdot \left(1 - \frac{3,6}{100}\right) = 1902 \text{ ч.}$$

$$q = \frac{4,62 \cdot 1000}{1902 \cdot 1,05 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,05 \text{ ч.}$$

Таблица 14-Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования		Суммарная мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс.р.			Стоимость всего оборудования, тыс.р.	
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Одного станка	Всех станков	Цена	Затраты на монтаж	Первоначальная стоимость	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Токарный полуавтомат 1a286-6	0,17		71,3	12,12	17200	323,36	17523,36	35046,72	
Токарный полуавтомат 1a286-8	0,09		71,3	6,4	18120	340,66	18460,66	18460,66	
Горизонтально-протяжной 7A540	0,05		40	2	1500	28,2	1528,2	1528,2	

Изм. № подл. Полпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Полпись и дата

Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фрезерный обрабатывающий центр PARPAS ELECTRA 6000		0,09	80	7,2	53938,5	992,4	54952,4		4945,72
Горизонтально-протяжной 7A540		0,05	40	2	1500	28,2	1528,2		1528,2
Итого	0,31	0,19						55035,58	6473,92

2.3.2. Расчет технологической себестоимости детали

Технологическая себестоимость складывается из следующих элементов

$$C = Z_{\text{м}} + Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (34)$$

где $Z_{\text{м}}$ – затраты на материалы (заготовки), р.;

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

$Z_{\text{э}}$ – затраты на технологическую электроэнергию, р.;

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

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

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

Базовый вариант

$$C = 10387,5 + 127,77 + 25,96 + 766,99 + 0,48 + 499,73 = 11808,4 \text{руб.}$$

Проектируемый вариант

$$C = 10387,5 + 91,49 + 14,34 + 703,81 + 0,14 + 12,21 = 11209,49 \text{руб.}$$

Затраты на закупку материалов (заготовок)

Стоимость ступицы (по данным предприятия) – 9987,95 руб.

Транспортные расходы составляют 4% - 399,52 руб.

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{эл}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (35)$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист

$$Z_{пр} = 45,62 \cdot 0,077 \cdot 1,116 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 5,86 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

Комплексная с ЧПУ

$$Z_{пр} = 103,41 \cdot 0,452 \cdot 1,116 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 77,98 \text{ руб.}$$

010 Горизонтально-протяжная

$$Z_{пр} = 45,62 \cdot 0,075 \cdot 1,116 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 5,71 \text{ руб.}$$

Численность станочников вычисляется по формуле

$$\times_{\text{нò}} = \frac{t \cdot N_{\text{ааä}} \cdot k_{\text{йй}}}{F_{\text{ð}} \cdot 60} \quad (37)$$

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

$k_{\text{мн}}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание – не учитывается, т.к один рабочий за одним станком;;

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

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

Базовый вариант

Токарный полуавтомат 1a286-6

$$\times_{\text{нò}} = \frac{16,44 \cdot 1000}{3360 \cdot 60} = 0,08 \text{ ÷ äë ;}$$

Токарный полуавтомат 1a286-8

$$\times_{\text{нò}} = \frac{19,32 \cdot 1000}{3360 \cdot 60} = 0,1 \text{ ÷ äë ;}$$

Токарный полуавтомат 1a286-6

$$\times_{\text{нò}} = \frac{18,1 \cdot 1000}{3360 \cdot 60} = 0,09 \text{ ÷ äë ;}$$

Горизонтально-протяжной 7A540

$$\times_{\text{нò}} = \frac{4,62 \cdot 1000}{1680 \cdot 60} = 0,05 \text{ ÷ äë ;}$$

Проектируемый вариант

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

Обработывающий центр

$$\times_{\text{нò}} = \frac{27,1 \cdot 1000}{5040 \cdot 60} = 0,09 \text{ ÷ } \text{áë};$$

Горизонтально-протяжной 7A540

$$\times_{\text{нò}} = \frac{4,62 \cdot 1000}{1680 \cdot 60} = 0,05 \text{ ÷ } \text{áë}$$

Принимаемая численность рабочих, а также затраты на заработную плату производственных рабочих заносятся в таблицу 15

Таблица 15 – Затраты на заработную плату производственных рабочих

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата	Численность станочников, чел.
<i>Базовый вариант</i>				
005 Автоматная токарная	70,96	16,44	32,44	0,08
010 Автоматная токарная	70,96	19,32	38,12	0,1
015 Автоматная сверлильная	61,33	18,1	30,9	0,09
020 Горизонтально-протяжная	45,62	4,62	5,86	0,05
Итого			107,32	0,33
<i>Проектируемый вариант</i>				
005 Комплексная с ЧПУ	103,41	27,1	77,98	0,09
010 Горизонтально-протяжная	45,62	4,5	5,86	0,05
Итого			83,84	0,14

Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков, контролеров, стропальщиков) находится по формуле:

$$C_{\text{áñ}} = \frac{\tilde{N}_{\text{ò}}^{\text{áñ}} \cdot F_{\text{ä}} \cdot \times_{\text{áñ}} \cdot k_{\text{áñ}} \cdot k_{\text{áñ}} \cdot k_{\text{р}}}{N_{\text{áñ}}}, \quad (38)$$

где $C_{\text{т}}^{\text{всп}}$ – часовая ставка соответствующей специальности и разряда, р;

$Ч_{\text{всп}}$ – численность рабочих соответствующей категории, чел;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент доплат ($k_{\text{доп}} = 1,116$)

$k_{\text{р}}$ – уральский коэффициент ($k_{\text{р}} = 1,15$)

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч;

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

Подпись и дата

Инт. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

инв. N подл.

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

Основную и дополнительную заработную плату вспомогательного рабочего (наладчика) находим по формуле

Базовый вариант

$$C_{\text{âñè}} = \frac{85,16 \cdot 1680 \cdot 0,02 \cdot 1,116 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1000} = 4,78 \text{ ðóá.}$$

Проектируемый вариант

$$C_{\text{âñè}} = \frac{85,16 \cdot 1680 \cdot 0,01 \cdot 1,116 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1000} = 2,4 \text{ ðóá.}$$

Находим основную и дополнительную заработную плату вспомогательного рабочего (контролера)

Базовый вариант

$$C_{\text{âñè}} = \frac{48,66 \cdot 1680 \cdot 0,016 \cdot 1,116 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1000} = 2,2 \text{ ðóá.}$$

Проектируемый вариант

$$C_{\text{âñè}} = \frac{48,66 \cdot 1680 \cdot 0,007 \cdot 1,116 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1000} = 0,95 \text{ ðóá.}$$

Находим основную и дополнительную заработную плату вспомогательного рабочего (транспортного рабочего)

Базовый вариант

$$C_{\text{âñè}} = \frac{47,93 \cdot 1680 \cdot 0,02 \cdot 1,116 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1000} = 2,7 \text{ ðóá.}$$

Проектируемый вариант

$$C_{\text{âñè}} = \frac{47,93 \cdot 1680 \cdot 0,01 \cdot 1,116 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1000} = 1,35 \text{ ðóá.}$$

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности определяется по формуле:

$$\times_{\text{âñè}} = \frac{q_p \cdot n}{H}, \quad (39)$$

Изм. N подл. Полпись и лага
Взам. инв N Инв. N дубл. Полпись и лага

где q_p – расчетное количество оборудования, шт.;

n – число смен работы оборудования;

N – число станков, обслуживаемых одним вспомогательным рабочим.

Определим численность наладчиков:

Базовый вариант

$$\times_{\text{авт}} = \frac{0,26 \cdot 1}{12} = 0,02 \text{ чел.}$$

Проектируемый вариант

$$\times_{\text{авт}} = \frac{0,09 \cdot 1}{10} = 0,01 \text{ чел.}$$

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

Базовый вариант

$$Ч_T = 0,32 \cdot 5\% = 0,016 \text{ чел.}$$

$$Ч_K = 0,32 \cdot 7\% = 0,02 \text{ чел.}$$

Проектируемый вариант

$$Ч_T = 0,14 \cdot 5\% = 0,007 \text{ чел.}$$

$$Ч_K = 0,14 \cdot 7\% = 0,01 \text{ чел.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь по каждому из вариантов, сводим в таблицу 16

Таблица 16 - Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел	Затраты на изготовление детали, р
<i>Базовый вариант</i>			
Наладчик	85,16	0,02	4,78
Контролер	48,66	0,016	2,2
Стропальщик	47,93	0,02	2,7
Итого		0,056	9,68
<i>Проектируемый вариант</i>			
Наладчик	85,16	0,01	2,4
Контролер	48,66	0,007	0,95
Стропальщик	47,93	0,01	1,35
Итого		0,027	4,7

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле

$$C_{\text{э}} = \frac{N_{\text{э}} \cdot k_N \cdot k_{\text{ад}} \cdot k_{\text{и}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{ат}} \cdot 60} \cdot \ddot{O}_{\text{э}}, \quad (40)$$

где $N_{\text{э}}$ – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

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

$k_{\text{вр}}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени (для мелкосерийного производства – 0,4)

$k_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка (при одном двигателе $k_{\text{од}} = 1$);

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

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

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

$\text{Ц}_{\text{э}}$ – стоимость 1 кВт электроэнергии, р.

Базовый вариант

Токарный полуавтомат 1a286-6, 1a286-8

$$C_{\text{э}} = \frac{71,3 \cdot 0,2 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 53,86}{0,8 \cdot 1,05 \cdot 60} \cdot 3,91251 = 24,8 \text{ д.р.}$$

Горизонтально-протяжной 7A540

$$C_{\text{э}} = \frac{40 \cdot 0,2 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 4,5}{0,8 \cdot 1,05 \cdot 60} \cdot 3,91251 = 1,16 \text{ д.р.}$$

Проектируемый вариант

Обрабатывающий центр

$$C_{\text{э}} = \frac{80 \cdot 0,2 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 27,1}{0,8 \cdot 1,05 \cdot 60} \cdot 3,91251 = 13,18 \text{ д.р.}$$

Горизонтально-протяжной 7A540

Изм. N	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Подпись и дата

$$C_{\text{э}} = \frac{40 \cdot 0,2 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 4,5}{0,8 \cdot 1,05 \cdot 60} \cdot 3,91251 = 1,16 \text{ дóá.}$$

Результаты расчетов по вариантам сводим в таблицу 17

Таблица 17 - Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р
Базовый вариант			
Токарный полуавтомат 1a286-6, 1a286-8	55	53,86	19,13
Горизонтально-протяжной 7A540	40	4,62	1,19
Проектируемый вариант			
PARPAS ELECTRA 6000	80	31,6	13,18
Горизонтально-протяжной 7A540	40	4,5	1,16

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{об}} = C_{\text{ам}} + C_{\text{рем}}, \quad (41)$$

где $C_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.;

$C_{\text{рем}}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, р.

Базовый вариант

$$Z_{\text{об}} = 460,01 + 306,98 = 766,99 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

$$Z_{\text{об}} = 374,18 + 91,05 = 465,23 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$\tilde{N}_{\text{ái}} = \frac{\ddot{O}_{\text{ía}} \cdot \dot{I}_{\text{ái}} \cdot t}{F_{\text{ía}} \cdot k_{\zeta} \cdot k_{\text{ái}} \cdot 60}, \quad (42)$$

Изм. № подл. Полпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Полпись и дата

где $C_{об}$ – цена единицы оборудования, р.;

$N_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, р.;

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

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Базовый вариант

Токарный полуавтомат 1a286-6

$$\tilde{N}_{ai} = \frac{17200000 \cdot 0,1 \cdot 16,44}{3887 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 60} = 135,85 \text{ дóá.}$$

Токарный полуавтомат 1a286-8

$$\tilde{N}_{ai} = \frac{18120000 \cdot 0,1 \cdot 19,32}{3887 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 60} = 168,19 \text{ дóá.}$$

Токарный полуавтомат 1a286-6

$$\tilde{N}_{ai} = \frac{17200000 \cdot 0,1 \cdot 18,1}{3887 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 60} = 149,57 \text{ дóá.}$$

Горизонтально-протяжной 7A540

$$\tilde{N}_{ai} = \frac{1500000 \cdot 0,1 \cdot 4,5}{1973 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 60} = 6,4 \text{ дóá.}$$

Проектируемый вариант

Обработывающий центр

$$\tilde{N}_{ai} = \frac{53938500 \cdot 0,08 \cdot 27,1}{5836 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 60} = 374,18 \text{ дóá.}$$

Горизонтально-протяжной 7A540

$$\tilde{N}_{ai} = \frac{1500000 \cdot 0,1 \cdot 4,5}{1973 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 60} = 6,4 \text{ дóá.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования определим путем укрупненного расчета, по примерным нормам затрат на ремонт от стоимости оборудования.

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Базовый вариант

Токарный полуавтомат 1a286-6

$$\tilde{N}_{\partial\ddot{a}i} = \frac{17200000 \cdot 0,0672 \cdot 16,44}{3887 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 60} = 91,29 \text{ \textit{đóá}}$$

Токарный полуавтомат 1a286-8

$$\tilde{N}_{\partial\ddot{a}i} = \frac{18120000 \cdot 0,0672 \cdot 19,32}{3887 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 60} = 113,02 \text{ \textit{đóá}}$$

Токарный полуавтомат 1a286-6

$$\tilde{N}_{\partial\ddot{a}i} = \frac{17200000 \cdot 0,0672 \cdot 18,1}{3887 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 60} = 100,5 \text{ \textit{đóá}}$$

Горизонтально-протяжной 7A540

$$\tilde{N}_{\partial\ddot{a}i} = \frac{1500000 \cdot 0,0672 \cdot 4,5}{1973 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 60} = 2,18 \text{ \textit{đóá}}$$

Проектируемый вариант

Обрабатывающий центр

$$\tilde{N}_{\partial\ddot{a}i} = \frac{53938500 \cdot 0,019 \cdot 27,1}{5836 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 60} = 88,87 \text{ \textit{đóá}}$$

Горизонтально-протяжной 7A540

$$\tilde{N}_{\partial\ddot{a}i} = \frac{1500000 \cdot 0,0672 \cdot 4,5}{1973 \cdot 0,85 \cdot 1,05 \cdot 60} = 2,18 \text{ \textit{đóá}}$$

Результаты расчетов затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносятся в таблицу 18.

Таблица 18 - Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Модель станка	Стоимость, р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %.	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
1	2	3	4	5	6	7
Токарный полуавтомат 1a286-6	17200000	1	10	16,44	135,85	91,29
Токарный полуавтомат 1a286-8	18120000	1	10	19,32	168,19	113,02

Подпись и дата

Инт. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

инв. N подл.

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

ДП 44.03.04.622 ПЗ

Лист
59

Токарный полу-автомат 1a286-6	17200000	1	10	18,1	149,57	100,5
-------------------------------	----------	---	----	------	--------	-------

Окончание таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7
Горизонтально-протяжной 7A540	1500000	1	10	4,5	6,4	2,18
Итого					460,01	306,98
Обрабатывающий центр PARPAS ELECTRA 6000	53938500	1	8	27,1	374,18	88,87
Горизонтально-протяжной 7A540	1500000	1	10	4,5	6,4	2,18
Итого					380,58	91,05

Затраты на эксплуатацию инструмента.

Затраты на эксплуатацию инструмента вычисляются по формуле

$$C_{\text{Э}} = \frac{\ddot{O}_{\text{Э}} + \beta_{\text{I}} + \ddot{O}_{\text{I}}}{\ddot{O}_{\text{НО}} \cdot (\beta_{\text{I}} + 1)} \cdot \dot{O}_{\text{I}} \cdot \eta_{\text{Э}}, \quad (43)$$

где $C_{\text{н}}$ – цена единицы инструмента, р.;

$\beta_{\text{п}}$ – число переточек,

$C_{\text{п}}$ – стоимость одной переточки, р.;

$T_{\text{ст}}$ – период стойкости инструмента, мин;

$T_{\text{м}}$ – машинное время, мин;

$\eta_{\text{и}}$ – коэффициент случайной убыли инструмента, мин.

Затраты на резец с напаянной пластиной (пример расчета)

$$C_{\text{Э}} = \frac{1755 + 5 + 59,31}{900 \cdot (5 + 1)} \cdot 1,07 \cdot 0,98 = 0,35 \text{ дба.}$$

Таблица 19 – Затраты на эксплуатацию инструмента

Наименование инструмента	$C_{\text{н}}$, руб.	$\beta_{\text{п}}$	$C_{\text{п}}$, руб.	$T_{\text{ст}}$, мин.	$T_{\text{м}}$, мин.	$\eta_{\text{и}}$, мин.	$Z_{\text{и}}$, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
Базовый вариант							

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

Резец с напаянной пластиной	1755	5	59,31	900	1,07	0,98	0,35
-----------------------------	------	---	-------	-----	------	------	------

Окончание таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7	8
Пластина CNMG120408 KM GC3205	410	0	0	120	0,81	0,98	2,69
Сверло комбинированное Ø10,2	3897,5	3	50,18	1000	0,08	0,98	0,08
Сверло комбинированное Ø16,87	4450	3	57,03	970	0,05	0,98	0,06
Развертка Coro Reamer435 435.T-1700-A1-XF Сплав H10F	15325	0	0	400	7,2	0,98	269,66
Метчик E050M12	3235	0	0	160	0,42	0,98	8,27
Протяжка шпоночная 2405-1137 ГОСТ18217-90	32775	0	0	420	2,8	0,98	213,62
Итого							494,73
Проектируемый вариант							
CNMG 12 04 04-MF Сплав GC4325	420	0	0	120	1,25	0,98	4,25
CNMG 12 04 04-MF Сплав GC4325	420	0	0	120	1,25	0,98	4,25
Зенковка 150150-31 Сплав 11M	3120	0	0	1000	0,55	0,98	1,68
Цельное твердосплавное сверло CoroDrill860 860.1-1020-053A1-PM Сплав 4234	13110	3	72,99	1900	0,13	0,98	0,22
Метчик CoroTap 300 EX03PM12 Сплав HSS-E-PM	4080	0	0	200	0,07	0,98	1,39
Цельное твердосплавное сверло CoroDrill 460 460.1-1700-077A1-XM Материал GC34	23700	3	72,99	2500	0,18	0,98	0,42

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Итого 12,21

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.622 ПЗ

Лист
62

Затраты на эксплуатацию оснастки.

Затраты на эксплуатацию оснастки определяются по формуле

$$C_{i\bar{N}i} = \frac{q_p \cdot \dot{I}_{i\bar{D}\bar{N}} \cdot \ddot{O}_{i\bar{D}\bar{N}} \cdot N_{\dot{a}i}^{i\bar{D}\bar{N}}}{N_{\ddot{a}i} \cdot 100}, \quad (44)$$

где q_p – расчетное количество оборудования, шт.;

$N_{\text{прс}}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, шт.;

$C_{\text{прс}}$ – стоимость приспособлений, р.;

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}}$ – норма амортизационных отчислений на приспособления, %;

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

Базовый вариант

Токарный полуавтомат 1a286-6

$$C_{i\bar{N}i} = \frac{0,08 \cdot 1 \cdot 42000 \cdot 2,78}{1000 \cdot 100} = 0,09 \text{ дóá.}$$

Токарный полуавтомат 1a286-8

$$C_{i\bar{N}i} = \frac{0,09 \cdot 1 \cdot 95390 \cdot 2,78}{1000 \cdot 100} = 0,24 \text{ дóá.}$$

Токарный полуавтомат 1a286-6

$$C_{i\bar{N}i} = \frac{0,09 \cdot 1 \cdot 42000 \cdot 2,78}{1000 \cdot 100} = 0,1 \text{ дóá.}$$

Горизонтально-протяжной 7A540

$$C_{i\bar{N}i} = \frac{0,05 \cdot 1 \cdot 38000 \cdot 2,78}{1000 \cdot 100} = 0,05 \text{ дóá.}$$

Проектируемый вариант

Обрабатывающий центр

$$C_{i\bar{N}i} = \frac{0,14 \cdot 1 \cdot 22800 \cdot 2,78}{1000 \cdot 100} = 0,09 \text{ дóá.}$$

Горизонтально-протяжной 7A540

$$C_{i\bar{N}i} = \frac{0,05 \cdot 1 \cdot 38000 \cdot 2,78}{1000 \cdot 100} = 0,05 \text{ дóá.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист 63
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

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

Все результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали, по базовому и проектному вариантам, сводим в таблицу 20.

Таблица 20 - Технологическая себестоимость обработки детали

Статья затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на материалы	10387,47	10387,47
Заработная плата с начислениями	117	88,54
Затраты на технологическую электроэнергию	25,96	14,34
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	766,99	465,23
Затраты на эксплуатацию оснастки	0,48	0,14
Затраты на малоценный инструмент	499,73	12,21
Итого	11797,63	10967,93

2.3.3. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) \cdot N_{\text{год}}, \quad (45)$$

где $C_{\text{б}}, C_{\text{пр}}$ – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, р.;

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (11797,63 - 10967,93) \cdot 1000 = 829700 \text{ руб.}$$

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Таблица 21 – Техничко-экономические показатели обработки детали «Ступица»

Наименование показателя	Значение показателя		
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Изменение показателя
Количество видов оборудования, шт	4	2	-2
Количество рабочих, чел	7	4	-3
Сумма капитальных вложений, тыс.р.	-	4967,22	4967,22
Трудоемкость изготовления 1-го изделия, н\ч	58,48	31,6	-26,88
Технологическая себестоимость детали, р.	11797,63	10967,93	-829,7
В том числе:			
- материальные затраты, руб.	10387,47	10387,47	0
- затраты на заработную плату рабочих	117	88,54	-28,46
Коэффициент загрузки оборудования	0,07	0,06	-0,01
Срок окупаемости проекта 6 лет			

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

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

ДП 44.03.04.622 ПЗ

Лист
65

3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Вводная часть

В настоящей выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Ступица». Совершенствование технологического процесса изготовления детали ведется в направлении изменения типа и формы заготовки, применения современного оборудования с числовым программным управлением, применения современного металло-режущего инструмента зарубежных фирм.

Результатом совершенствования технологического процесса изготовления детали «Ступица», помимо роста производительности обработки, стало изменение характера труда производственных рабочих – в частности уменьшилось количество операций, выполняемых на универсальном оборудовании, поэтому уменьшилось количество основных рабочих токарей, фрезеровщиков, слесарей механосборочных работ, особенно невысоких разрядов. В то же время потребовались рабочие, способные вести работу на станках с ЧПУ и в частности – операторы станков с программным управлением, наладчики станков с программным управлением и операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ.

Следовательно, в методической части выпускной квалификационной работы рассмотрим особенности и структуру переподготовки рабочих по профессии «Токарь - универсал» 3 разряда на профессию «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» четвертого разряда. Переподготовка ведется на базе учебного класса АО «АМЗ «Вентпром» г. Артёмовский.

Цель разработки методической части: разработать учебную программу для переподготовки токарей – универсалов по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» четвертого разряда и разработать занятие теоретического или практического обучения для данной переподготовки.

Цель разработки определяет ее следующие задачи:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Подпись и дата

Изм. № докл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм. № докл.

1. Описать условия организации и поведения учебного процесса на базе учебного класса АО «АМЗ «Вентпром»
2. Провести сравнительный анализ профессиональных стандартов, ориентированных на подготовку по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне четвертого разряда.
3. Разработать учебно-тематический план переподготовки токарей третьего разряда по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне четвертого 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.

3.2. Описание условий обучения

Переподготовка и повышение квалификации рабочих предприятия будет проводиться на базе учебного класса предприятия ОАО «АМЗ Вентпром». В дипломном проекте рассматривается вопрос усовершенствования технологического процесса обработки детали «Ступица». Совершенствование технологического процесса осуществляется за счет приобретения и установки фрезерного обрабатывающего центра PARPAS ELECTRA 6000 с системой ЧПУ SINUMERIK 840D от SIEMENS, на котором будет также производится токарная обработка деталей. Предприятие - разработчик данного обрабатывающего центра предлагает свои услуги по переподготовке рабочих для работы на данном станке. Поэтому было принято следующее решение: заключить с предприятием разработчиком обрабатывающего центра договор об оказании платных образовательных услуг, разработать учебный план обучения операторов –наладчиков обрабатывающего центра. Теоретический курс обучения провести на базе учебного класса предприятия. После теоре-

Изм. № подл. Подпись и дата
 Взам. инв N Инв. N дубл. Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист 67

тического курса обучения рабочие проходившие переподготовку проходят производственное обучение на своем предприятии. По окончании курса обучения выдаются удостоверения установленного образца.

3.3. Анализ профессионального стандарта по профессии «Токарь-универсал»

Анализ содержания профессиональной деятельности токаря-универсала был проведен с использованием профессионального стандарта «Токарь-универсал», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 25 декабря 2014 г. № 1128 н.

В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Токарь-универсал» 3 разряда представлены в таблице 24

Таблица 24 – Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	Токарная обработка деталей средней сложности по 7 - 14 квалитетам на универсальных и специализированных станках, в том числе на крупногабаритных и многосуппортных	Код	В	Уровень квалификации	3
Возможные наименования должностей	Токарь 3-го разряда				
Требования к образованию и обучению	Основные программы профессионального обучения - программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, программы переподготовки рабочих, программы повышения квалификации рабочих (до одного года)				
Требования к опыту практической работы	Опыт работы токарем 2-го разряда не менее двух месяцев				
Особые условия допуска к работе	При необходимости использования грузоподъемного оборудования для установки и снятия деталей необходимо прохождение инструктажа по выполнению работ с использованием стропального оборудования, с отметкой о периодическом (или внеочередном) прохождении проверок знаний производственных инструкций. Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации				

Изм. № подл. Подпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Трудовая функция «Токарная обработка деталей средней сложности по 7 - 14

квалитетам на универсальных и специализированных станках, в том числе на крупногабаритных и многосуппортных» имеет код В/01.3 - В/02.3 и принадлежит третьему уровню квалификации. В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции, представленные в таблице 25.

Таблица 25 - Трудовые функции

Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 7 - 14 квалитет	В/01.3
Контроль параметров деталей средней сложности с помощью контрольно-измерительных инструментов и приборов, обеспечивающих погрешность не ниже 0,05 мм, и калибров, обеспечивающих погрешность не менее 0,01	В/02.3

Выбрана трудовая функция В/01.3 «Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 7 - 14 квалитет», ее анализ приведен в таблице 26.

Таблица 26 - Анализ трудовой функции В/01.3

Наименование	Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 7 - 14 квалитет	Код	В/01.3	Уровень (подуровень) квалификации	3
1	2				
Трудовые действия	Трудовые действия, предусмотренные трудовой функцией А/01.3 "Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 8 - 14 квалитет"				
	Установка детали в 4-кулачковом патроне с выверкой в двух плоскостях				
	Установка детали в 3-кулачковом патроне с выверкой до 0,05 мм по обрабатываемой поверхности				
	Строповка и увязка грузов для подъема, перемещения, установки и складирования с применением подъемно-транспортного оборудования				

Изм. № подл. Подпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Продолжение таблицы 26

1	2
	Обработка деталей средней сложности по 12 - 14 квалитетам на универсальных токарных станках с применением универсальных приспособлений
	Обработка простых деталей по 8 - 11 квалитетам на универсальных токарных станках с применением универсальных приспособлений
	Обработка деталей по 7 - 10 квалитетам на специализированных станках, налаженных для обработки определенных деталей или выполнения отдельных операций
	Нарезка наружной и внутренней резьбы диаметром свыше 24 мм по 8g, 7H на специализированных налаженных станках
	Нарезка резцом наружной и внутренней однозаходной резьбы (треугольной, прямоугольной и трапецеидальной) на универсальных станках
	Нарезка резьб вихревыми головками
	Обработка деталей из неметаллических материалов
	Окончательная обработка биметаллических деталей с плакированным слоем по 12 - 14 квалитетам
	Обработка валов длиной свыше 1500 мм при отношении длины к диаметру свыше 12 по 12 - 14 квалитетам
	Обработка тонколистовой детали "пакетом"
	Навивание пружины из проволоки диаметром до 15 мм на токарном станке в горячем и холодном состояниях
	Обработка заданных конусных поверхностей
Необходимые умения	Необходимые умения, предусмотренные трудовой функцией А/01.3 "Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 8 - 14 квалитет"
	Читать конструкторскую и технологическую документации
	Выполнять необходимые расчеты для получения заданных конусных поверхностей и настраивать узлы и механизмы станка для их обработки
	Управлять подъемно-транспортным оборудованием с пола
	Управлять токарно-центровыми станками с высотой центров 650 – 2000 мм, расстоянием между центрами до 10 000 мм
	Управлять токарно-центровыми станками с высотой центров до 800 мм, имеющими менее трех суппортов
	Выбирать приемы обвязки и зацепки заготовок для подъема и перемещения в соответствии со схемами строповки
	Обрабатывать валы гладкие и ступенчатые длиной до 1500 мм, валы и оси с числом чистовых шеек до пяти, валы и оси длиной до 1000 мм со сверлением глубоких отверстий, винты суппортные с длиной нарезки резьбы до 500 мм, зенкеры и фрезы со вставными ножами, сверла, метчики, развертки
	Обрабатывать болты, вилки, винты, муфты, ушки талрепов, пробки, шпильки, гужоны, штуцеры с диаметром резьбы от 24 до 100 мм (с нарезанием резьбы)
	Обтачивать шейки предварительно, подрезать торцы шеек и обтачивать конусы коленчатых валов для прессов, компрессоров и двигателей

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.622 ПЗ

Продолжение таблицы 26

1	2
	Обдирать валы длиной свыше 1500 мм при отношении длины к диаметру свыше 12
	Обрабатывать втулки гладкие и с буртиком диаметром свыше 100 мм, втулки переходные с конусом Морзе
	Нарезать внутренние продольные и винтовые смазочные канавки втулок
	Обрабатывать детали типа втулок, колец из неметаллических материалов
	Обрабатывать гайки с диаметром резьбы до 100 мм, гайки суппортные с длиной нарезки до 50 мм
	Обрабатывать фланцы диаметром до 100 мм, диски, шайбы, маховики диаметром свыше 200 мм, шайбы и прокладки прогоночные, днища с лысками и фасками, крышки, кольца с лабиринтными канавками диаметром до 500 мм, крышки манжет из двух половин, сальники, сальниковые гайки, стаканы переборочные с резьбой до М100, тарелки клапанов
	Обтачивать под шлифование валы, оси, калибры (пробки, кольца), пуансоны вырубные и проколочные, центры токарные, цанги зажимные и подающие, фрезы (угловые односторонние дисковые, прорезные, шлицевые, галтельные, фасонные по дереву, шпоночные, концевые), оси колесных пар подвижного состава
	Обрабатывать заглушки для разъемов, заготовки клапанов кислородных приборов, вварыши резьбопаяные
	Обрабатывать корпуса вентиляей, корпуса и крышки клапанов средней сложности, футорки, колена, четверники, крестовины, тройники, угольники, патрубки, ниппели диаметром до 280 мм
	Обрабатывать кольца смазочные, пригоночные, прижимные, кольца диаметром свыше 200 мм, кольца прокладные диаметром свыше 150 мм и толщиной стенки до 8 мм, кольца прокладные сферические
	Обрабатывать патроны сверлильные, ручки и рукоятки фигурные и для калибров с конусными отверстиями, резцедержатели, рейки зубчатые, рычаги, кронштейны, тяги и шатуны, плашки, горловины баллонов
	Обрабатывать предварительно корпуса клапанных колодок высокого давления, штоки к паровым молотам
	Обрабатывать под сварку корпуса цистерн и резервуаров
	Обрабатывать маховики, шестерни цилиндрические, шкивы цилиндрические и для клиноременных передач диаметром от 200 до 500 мм, шестерни конические и червячные диаметром до 300 мм
	Обрабатывать платы сменные, штыри и гнезда контактные для разъемов
	Сверлить отверстия диаметром до 2 мм, глубиной до 5 диаметров
	Навивать пружины из проволоки
Необходимые знания	Необходимые знания, предусмотренные трудовой функцией А/01.3 "Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 8 - 14 квалитет"
	Правила чтения конструкторской и технологической документации
	Устройство, принцип работы, правила управления, подналадки и проверки на точность универсальных токарных станков
	Правила управления крупногабаритными станками, обслуживаемыми совместно с токарем более высокой квалификации

Изм. № подл. Подпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Окончание таблицы 26

1	2
	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений
	Способы и приемы закрепления и обработки тонкостенных деталей с толщиной стенки до 1 мм и длиной до 200 мм
	Правила и углы заточки режущего инструмента с твердосплавной пластиной
	Основные положения теории резания
	Схемы строповки, структура и параметры технологических карт на выполнение погрузочно-разгрузочных работ
Другие характеристики	-

3.4. Анализ профессионального стандарта по профессии **Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ**

Однозначно близким профессиональным стандартом для переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» является Профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» № 530н от 4 августа 2014.

Согласно данному стандарту, основная цель вида профессиональной деятельности: Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением, обработка деталей

Вид трудовой деятельности - 7223 Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования.

Отнесение к видам экономической деятельности:

25 Производство резиновых и пластмассовых изделий

27 Металлургическое производство

29 Производство машин и оборудования

34 Производство автомобилей, прицепов и полуприцепов

35 Производство судов, летательных и космических аппаратов и прочих транспортных средств

36.1 Производство мебели

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

Возможные наименования должностей

Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд)

Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд)

Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд)

Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации

Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации

Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации

Рассмотрим обобщенные трудовые функции, представленные в данном Профессиональном стандарте.

В таблице 27 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 27 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции	
ККод	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	3
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	3
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	3

Изм. № подл. Подпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

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

Окончание таблицы 27

1	2	3	4	5
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	3
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	3
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	3
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4

Деталь, рассматриваемая в дипломном проекте, может быть отнесена к деталям высокой степени сложности, поэтому далее проанализируем обобщенную трудовую функцию – «Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для

Изм. № подл. Подпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

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

обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей». Анализ приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Анализ обобщенной трудовой функции «Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей»

Наименование	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей		К Код	А	Уровень квалификации	3
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (6-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (6-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (6-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 4-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 4-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 4-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 третьего 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	§46	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 6-й разряд				
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением				

Изм. № подл. Подпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

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

В дипломной работе рассматривается деталь высокой степени сложности, требующая высокого уровня сформированности умений программирования обработки, поэтому остановимся на первой трудовой функции – «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше», которая должна быть сформирована на четвертом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 29. Таблица 29 – Анализ трудовой функции – «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше»

Наименование	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	Код	С/01.4	Уровень (подуровень) квалификации	4
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 качествам"				
	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий				
	Наладка обрабатывающих центров для обработки поверхностей				
Необходимые умения	Необходимые умения по трудовой функции код В/01.3 "Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 качествам"				
	Перемещать деталь по осям в ручном режиме				
	Программировать в полуавтоматическом режиме				
	Программировать дополнительные функции станка				
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 качествам"				
Другие характеристики	Прохождение обучения по электробезопасности				

Рассмотренная трудовая функция стала основой для формирования тематического плана переподготовки токарей по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.

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

3.5. Разработка учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Программа переподготовки рабочих включает в себя теоретическое и производственное обучение. Всего на обучение отведено 108 часов, из них на производственное обучение отведено 36 часов. Программа включает в себя изучение специальной технологии, выполнение практических работ по токарной и фрезерной обработке на обрабатывающем центре PARPAS ELECTRA 6000 с системой ЧПУ SINUMERIK 840D от SIEMENS наладку и настройку станка. Срок обучения – 3 недели, т.к. обучение проводится без отрыва от производства. После теоретического обучения рабочие на предприятии проходят производственное обучение, выполняют пробную работу. На основании сдачи квалификационного экзамена по теории, пробной работы и заключения с места работы им выдается удостоверение с присвоенным разрядом.

Базовые профессии – токарь, фрезеровщик. Уровень квалификации оператора после переподготовки – 4 разряд

Учебно-тематический план переподготовки рабочих по профессии Токарь - универсал 3 разряда на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.
Квалификация - 4-ий разряд.

Срок обучения - 3 недели.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист
						77

Таблица 30 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии Токарь - универсал 3 разряда на профессию оператор -наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			Теоретическое обучение	Практическое обучение	
1	2	3	4	5	6
1	Специальная технология	6	6		
1.1	Общие сведения об обработке металлов резаньем. Металлорежущие станки и работы, выполняемые на них	2	2	-	
1.2	Основные сведения о станках с ПУ. Сведения о КИП, приводе, автоматике, станков с ПУ	2	2	-	
1.3	Организация эксплуатации станков с ПУ. Многоцелевые станки	2	2	2	
2.	Токарная обработка. Практическая работа на станке	50	24	26	
3.	Фрезерная обработка. Практическая работа на станке	48	24	24	
4.	Квалификационный экзамен	4	4		Экзамен
	ИТОГО:	108	58	50	

Для разработки содержания и плана проведения учебных занятий выберем тему «Фрезерная обработка. Практическая работа на станке». Данная тема изучается в течение 48 часов, из них 24 часа практических занятий.

3.6. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Фрезерная обработка. Практическая работа на станке»

Целью изучения темы является овладение профессиональными компетенциями, необходимыми для работы на современных станках с ЧПУ.

Ив. N подл. | Полпись и дата | Взам. инв N | Ивв. N дубл. | Полпись и дата

Задачи изучения темы:

- углубление и закрепление технологических знаний, умений и навыков, полученных при изучении программ профильной подготовки;
- воспитание технической грамотности;
- знакомство учащихся с техническими и технологическими достижениями в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве и сфере услуг;
- развитие креативности, самостоятельности и активности в процессе самостоятельной работы над объектами технического и художественного творчества;

Результатом обучения по данной теме является:

Осуществление обработки деталей на станках с программным управлением. Выполнение наладки отдельных узлов и механизмов в процессе работы.

Осуществление технического обслуживания станков с числовым программным управлением и манипуляторов (роботов).

Проверка качества обработки поверхности деталей.

Понимание сущности и социальной значимости своей будущей профессии.

Организация собственной деятельности, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

Осуществление поиска информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач

Использование информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.

Содержание темы «Фрезерная обработка. Практическая работа на станке» приведено в таблице 31.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист 79

Таблица 31 - Содержание темы «Фрезерная обработка. Практическая работа на станке»

№ п\п	Тема занятия	Виды занятий	
		Теоретические	Практические
1	2	3	4
1	Ознакомление с рабочим местом оператора современного фрезерного станка с ЧПУ и видами выполняемой работы. Особенности фрезерной обработки	2	
2	Режущий и вспомогательный инструмент, используемый на фрезерном станке с ЧПУ. Современные способы крепления инструмента при высокоскоростной обработке. Хвостовики Capto	2	
3	Изучение устройства станка и его основных узлов. Привод главного движения. Приводы подачи. Магазин инструмента. Механизм автоматической смены инструмента. Автоматическая масленка. Система подачи охлаждающей жидкости		2
4	Пульт управления. Назначение клавиш и переключателей.		2
5	Подготовка к работе настроенного станка. Включение станка. Запуск программы обработки на настроенном станке.		2
6	Включение станка. Подготовка к работе		2
7	Установка инструмента на станок. Таблица инструмента. Привязка инструмента	2	
8,9	Ручная замена инструмента в магазине при подготовке новой программы. Установка инструмента в новую еще не занятую позицию магазина. Регистрация в таблице инструмента. Установка инструмента в цанговый патрон. Установка в станок		4
10	Программирование фрезерной обработки на языке ISO 7 бит. Структура, формат управляющей программы для системы управления SINUMERIK 840D	2	
11	Составление простой программы фрезерной обработки на персональном компьютере	2	
12	Способы привязки станка к нулю управляющей программы. Привязка к нулю управляющей программы с помощью остроконечного щупа. Универсальная привязка к нулю управляющей программы с помощью размерных плиток. Привязка к нулю управляющей программы с помощью специального звукового датчика	2	2

Изм. № подл. Полпись и дата
 Взам. инв. N Инв. N дубл. Полпись и дата

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

Окончание таблицы-31

1	2	3	4
13,14	Введение в программирование обработки. Прямоугольная система координат. Структура, формат управляющей программы. Язык программирования ISO 7 бит	4	
15	Способы передачи управляющей программы на станок	2	
16,17	Порядок действий оператора при запуске и отладке новой программы. Загрузка управляющей программы по сети. Отладка установленной программы на станке		4
18	Способы проверки отлаженной программы на станке до запуска станка в работу	2	
19,20	Проверка программы прогоном без снятия стружки. Проверка программы с помощью специальной функции Dry Run		4
21	Обучение приемам выполнения работ на металлорежущих станках с ЧПУ	2	
22,23	Освоение работ на металлорежущих станках с ЧПУ	2	2
	Итого	24	24
	Всего	48	

3.7 Разработка практического занятия по теме «Режущий и вспомогательный инструмент, используемый на фрезерном станке с ЧПУ»

Тип урока: комбинированный

Цели урока:

Образовательная: контроль ранее полученных знаний, изучить технологию фрезерования и оснастки фрезерных станков

Развивающая: Развить интерес к работе на станке, умение использовать внутри предметные связи (ВПС)

Воспитательная: Содействовать воспитанию самостоятельного и осознанного изучения нового материала.

Материально – техническое оснащение: Интерактивная доска, мультимедийная трибуна, проектор, обрабатывающий центр PARPAS ELECTRA 6000.

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Наглядность: Информационный модуль «Режущий и вспомогательный инструмент, используемый на фрезерном станке с ЧПУ»

Дидактический материал: Интерактивные и тестовые задания,

Межпредметные связи: Производственное обучение.

Методы обучения: Словесный, наглядный.

Структура урока:

I.Организационный этап	6 мин
II.Этап проверки домашнего задания	12 мин
III Этап актуализации опорных знаний	10 мин
IV Этап изучения нового материала	40 мин
V. Этап первичного закрепления знаний	10 мин
VI. Этап подведения итогов урока. Рефлексия	8 мин
VII Этап информации о домашнем задании	4 мин

Ход урока:

I.Организационный этап

1. Взаимные приветствия преподавателя и студентов.
2. Проверка отсутствующих.
3. Проверка внешнего состояния классного помещения.
4. Проверка подготовленности студентов к уроку (рабочее место, внешний вид, канц. принадлежности).
5. Организация внимания.

II.Этап проверки домашнего задания

1. Индивидуальный опрос:
А) Основные сведения о станках фрезерной группы
2. Тестовое задание по теме «Фрезерные станки»

IV Этап изучения нового материала

1. «Режущий и вспомогательный инструмент, используемый на фрезерном станке с ЧПУ»

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

2. Инструментальная оснастка.

«Режущий и вспомогательный инструмент, используемый на фрезерном станке с ЧПУ»

Фрезерные станки предназначены для обработки наружных и внутренних плоских, цилиндрических и фасонных поверхностей, прямых и винтовых канавок, резьб, зубчатых колес и т.п.

Фрезерование – это лезвийная обработка с вращательным главным движением резания при постоянном радиусе его траектории, сообщаемым инструменту, и хотя бы одним движением подачи, направленным перпендикулярно к оси главного движения резания.

Фрезерование является производительным и универсальным технологическим способом механической обработки заготовок резания.

Для обработки плоских и фасонных поверхностей на фрезерных станках применяют фрезы.

Фреза – многозубый (многолезвийный) инструмент. Каждый зуб фрезы представляет собой простейший резец.

Режущий инструмент для обработки поверхностей фрезерованием

Основными типами фрез, используемых для обработки широкой номенклатуры деталей на фрезерных станках с ЧПУ, являются торцовые и концевые цилиндрические фрезы. Торцовые фрезы применяются для обработки плоскостей, а концевые цилиндрические – для обработки контуров. Однако, в ряде случаев плоскости обрабатывают концевыми цилиндрическими фрезами. В зависимости от конфигурации детали и требований чертежа на операциях фрезерования используют концевые сферические, шаровые и конические фрезы, а также дисковые. При этом следует отдавать предпочтение сборному инструменту (рис9).

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

Подпись и дата

Изм. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

Изм. N подл.



Рисунок 9 – Фотографии сборного инструмента, на примере Sandvik Coromant: а - торцовая фреза; б - дисковые фрезы; в - концевая фреза; г - сферическая фреза

С помощью сферических фрез (рис9 (г)) может быть обеспечена полукриволинейная и чистовая обработки, а также обработка закаленных сталей с твердостью до 63 HRC. Концевые цилиндрические фрезы также могут оснащаться СМП (рис. 10).



Рисунок 10 – Фотография концевой цилиндрической фрезы в работе на примере Sandvik Coromant.

Наиболее эффективный съем большого объема материала можно достичь, работая плунжерными фрезами (рис. 11). Эти фрезы работают с осевой

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

подачей. За счет этого они менее подвержены вибрациям, и можно более полно использовать все возможности станка, работая на больших подачах.



Рисунок 11 – Фотография плунжерных фрез

При выборе режущего инструмента вначале выявляют типы инструментов, необходимые для обработки детали на данной операции. Затем определяют технологические параметры каждого типа инструмента: материал режущей части, углы заточки режущих кромок и прочее. На заключительном этапе выбирают конструктивные параметры режущего инструмента: диаметр фрезы D , длину режущей части l , вылет фрезы L , число зубьев z , радиус заточки торца фрезы r .

Материал режущей части торцевой фрезы выбирается в зависимости от обрабатываемого материала по картам, приведенным в нормативах режимов резания. Здесь же, по нормативным картам проводится выбор числа зубьев торцевой фрезы и главного угла в плане.

Диаметр торцевых фрез рекомендуется выбирать по зависимости

$$D = (1,4 \dots 1,8)B_3,$$

где B_3 - ширина фрезерования, мм.

Изм. № подл. Подпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист 85

Выбор материала режущей части концевых фрез, а также переднего и заднего углов, в зависимости от различных факторов можно выполнить в соответствии с нормативными рекомендациями.

Для чистовой обработки контуров диаметр D концевой фрезы выбирается по номинальному размеру наименьшего радиуса сопряжения элементов, образующих вогнутость на контуре, т. е. радиус концевой фрезы должен быть не больше наименьшего радиуса кривизны вогнутого контура. Если конфигурация детали не накладывает ограничений на диаметр фрезы, то выбирается концевая фреза с таким максимальным диаметром, которую можно установить на станке.

Диаметр черновой фрезы D_{\max} выбирается из условия доступа инструмента во внутренние острые углы контура (рис. 12 (а)).

При этом желательно, чтобы оставляемый во внутренних углах контура припуск не превышал $(0,15...0,25) D$, где D – диаметр инструмента, используемого на чистовом переходе.

Исходя из этих условий, наибольший диаметр инструмента для чернового перехода может быть определен по формуле:

$$D_{\max} = \frac{2\left(\delta \sin \frac{\varphi}{2} - \delta\right)}{\left(1 - \sin \frac{\varphi}{2}\right)} + D, \quad (55)$$

где δ - максимальный припуск при обработке внутреннего угла; δ_1 – припуск для чистовой обработки контура; φ - наименьший угол сопряжения сторон в данном контуре;

D - диаметр окружности, сопрягающей стороны контура (равен диаметру чистовой фрезы).

Изм. N подл. | Полпись и лага | Взам. инв N | Инв. N дубл. | Полпись и лага

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист 86

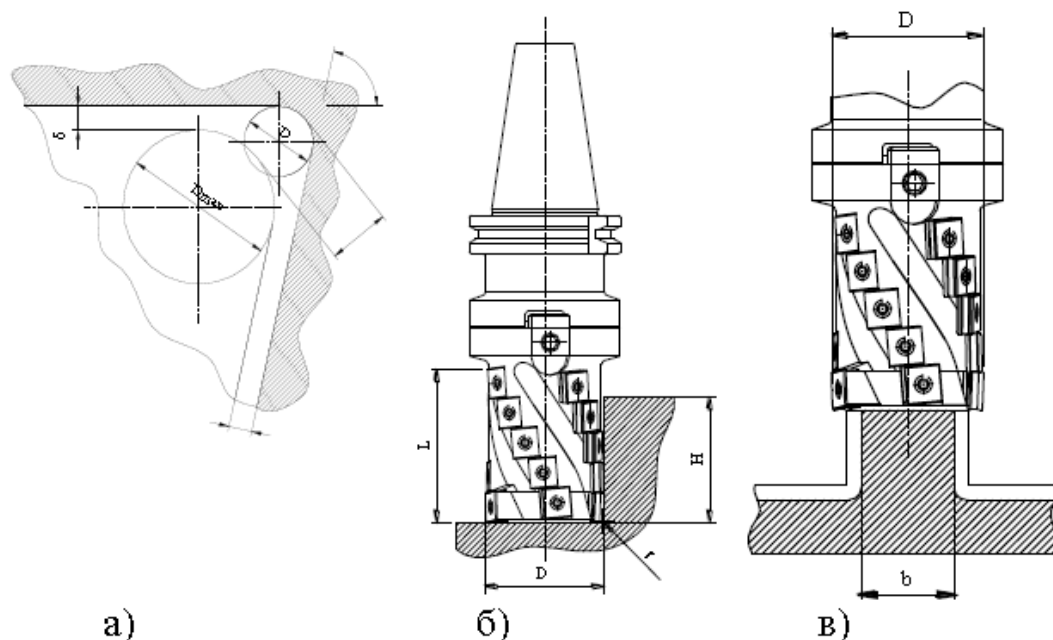


Рисунок 12- Схемы процессов обработки при выборе параметров фрезы
 Радиус заточки торца фрезы r (рис. 12 (б)) для чистовой обработки определяется номинальным размером наибольшего типового конструктивного радиуса сопряжения стенок в вертикальном сечении.

При торцевой обработке ребер (рис. 12 (в)) диаметр фрезы целесообразно назначать из условия

$$D = (5...10)b + 2r,$$

где b - окончательная толщина стенки ребра; r - радиус закругления у торца инструмента.

Для обеспечения жесткости инструмента необходимо, чтобы его диаметр удовлетворял условию

$$H \leq 2,5D,$$

где H - максимальная высота стенки обрабатываемой детали (рис. 12 (б)).

Если это условие не выполняется, тогда выбирают фрезу с ближайшим большим типовым диаметром и обработку проводят за несколько проходов .

Длина режущей части инструмента l для обработки внутренних глухих контуров определяется по формуле:

$$l = H + (5...7).$$

Подпись и дата

Инд. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

инв. N подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Для обработки наружных и сквозных внутренних контуров

$$l = H + r + 5,$$

где r - радиус скругления у торца фрезы.

Для обработки концевыми фрезами плоскостей рекомендуется выбирать инструмент, у которого торец самую большую площадь и у которого отсутствует радиусная заточка.

После уточнения выявленных технологических и геометрических параметров, а также конструктивных особенностей инструмента, проводится его окончательный выбор соответствующим каталогам. При отсутствии подобного инструмента в каталогах, инструмент заказывается и проектируется как специальный.

Вспомогательный инструмент

Служебное назначение вспомогательного инструмента для многоцелевых станков полностью соответствует инструменту токарных станков с ЧПУ.

Отличительные особенности такого инструмента:

— в связи с тем, что инструмент устанавливается в шпиндель станка, хвостовики обычно имеют форму конуса Морзе;

— так как смена и закрепление инструмента выполняется автоматически, на хвостовике предусмотрены специальные поверхности, предназначенные для захвата инструмента автооператором, а также для удержания инструмента в магазине.

Пример комплекта вспомогательного инструмента многоцелевого станка ЧПУ показан на рис. 13.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист
						88

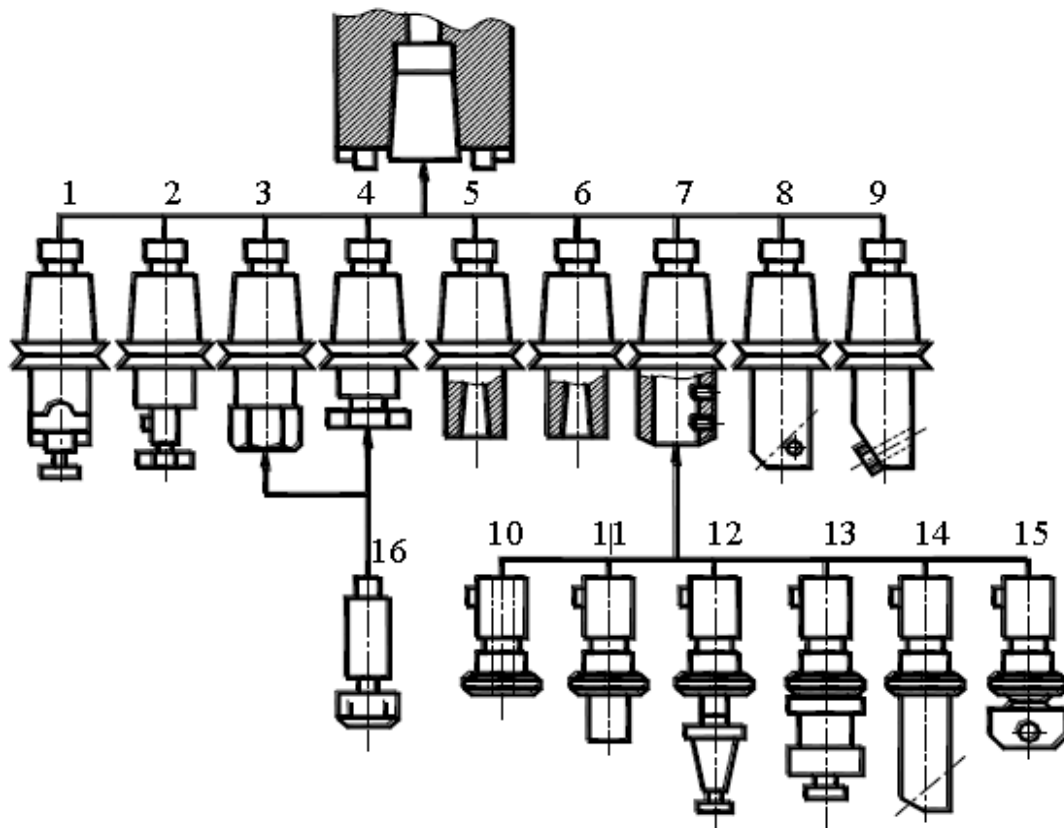


Рисунок 13 – Состав комплекта вспомогательного инструмента для многоцелевых станков с ЧПУ

В систему (рис. 13) включены оправки насадных фрез 1, 2, предназначенные для крепления торцовых, трехсторонних, цилиндрических и других фрез. Цанговые патроны 3, 4, 16 предназначены для крепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком, стандартных сверл, зенкеров, разверток, фрез диаметром 3-20 мм и специальных фрез диаметром 20—50 мм. Нерегулируемые переходные втулки 5, 6 предназначены для инструмента с конусом Морзе от 2-5.

Системой предусмотрена номенклатура расточных оправок для чистовой и черновой обработок. Включены оправки 9 для чистовой обработки отверстий диаметром 50-180 мм, изготавливаемые с наклонными гнездами под резцовые расточные вставки с микрометрическим регулированием. В однолезвийных оправках 8 для чернового растачивания отверстий диаметром 50-

Изм. № подл. Подпись и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата
 Полпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

180 мм предусмотрено использование стандартных расточных резцов, устанавливаемых в державку.

В качестве адаптера в системе используются переходные державки, состоящие из корпуса с внутренним цилиндрическим отверстием и винта для фиксации положения закрепляемого хвостовика 7. В державках закрепляются переходные цилиндрические втулки 10, оправки для насадных зенкеров и разверток 12, патроны для метчиков 13, расточные оправки 14 и расточные патроны 15.

Комплект вспомогательного инструмента фирмы Sandvik Coromant показан на рис.14. В состав комплекта входят набор хвостовиков, отвечающих требованиям различных стандартов; переходники, предназначенные для увеличения вылета инструмента; набор патронов для крепления насадных фрез и концевых инструментов; набор черновых и чистовых расточных оправок, а также концевых фрез и сверл, имеющих унифицированные присоединительные поверхности Coromant Capto.

При работе с высокими частотами вращения шпинделя (более 10000 об/мин) одним из основных требований к вспомогательному инструменту являются высокие и стабильные усилия закрепления и минимальное биение инструмента.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист
						90

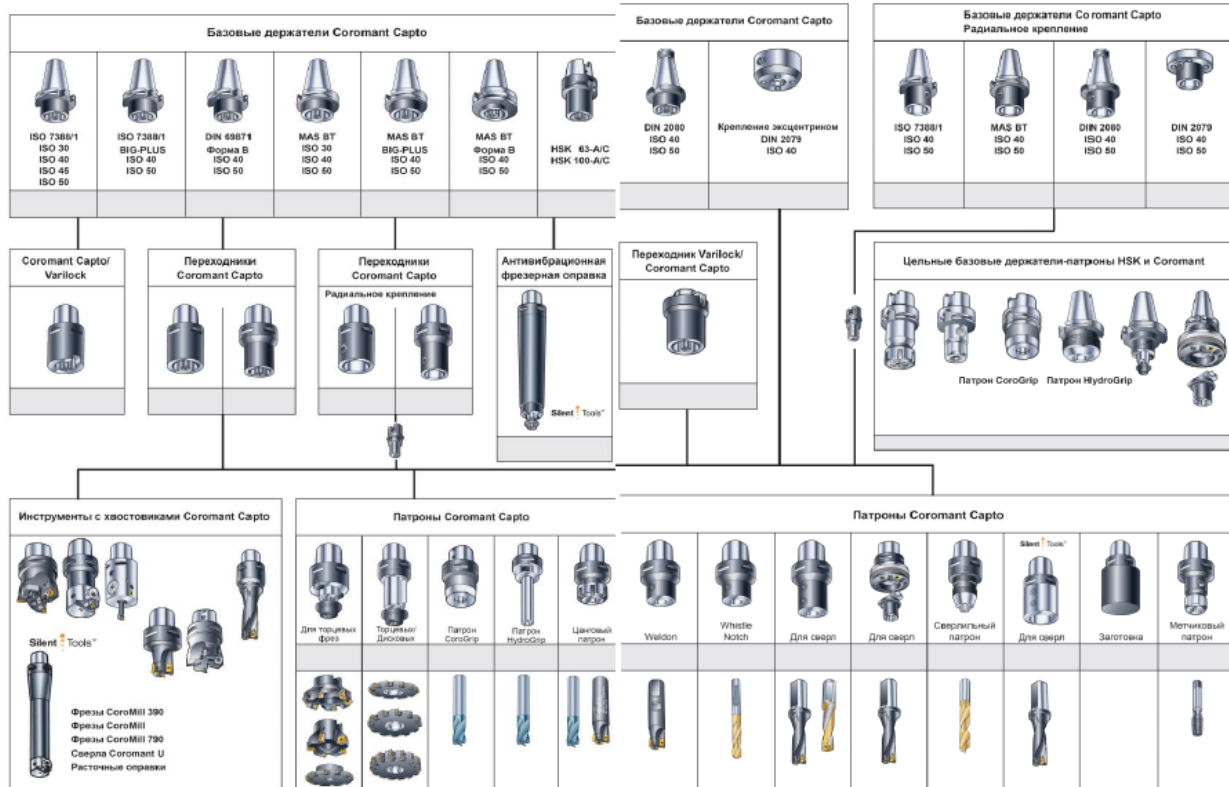


Рисунок 14 – Состав комплекта вспомогательного инструмента для многоцелевых станков фирмы Sandvik Coromant.

V. Этап первичного закрепления знаний

1. Фронтальный опрос

1. Чем отличаются вертикально-фрезерные станки от горизонтально-фрезерных станков?
2. Какие виды работ выполняют на фрезерных станках?
3. Какие приспособления для крепления заготовок используют на фрезерных станках?
4. Какие приспособления расширяют возможности фрезерных станков?

VI. Этап подведения итогов урока. Рефлексия

1. Дать анализ успешности овладения знаниями и способами деятельности
2. Дать общую характеристику работы группы

Подпись и дата

Имя, N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

инв. N подл.

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

3. Показать успешность овладения содержанием урока

4. Вскрыть недостатки и показать пути их преодоления

VII Этап информации о домашнем задании

Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, В.А. Шкаберин. – 2-е изд., стер. – М. : ФЛИНТА, 2014. – 355 с.

Информационные источники

Учебники:

Е.М. Муравьев «Технология обработки металлов» Просвещение, 2000.

П.С. Лернер, П.М. Лукьянов Токарное и фрезерное дело. М.: Просвещение, 1990.

В.А. Слепинин. Руководство для обучения токарей по металлу. М.: «Высшая школа»

Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, В.А. Шкаберин. – 2-е изд., стер. – М. : ФЛИНТА, 2014. – 355 с.

Подпись и дата

Инд. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

Инд. N подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.622 ПЗ

Лист
92

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе разработки дипломного проекта был разработан технологический процесс обработки детали «Ступица» в крупносерийном производстве из заготовки, полученной штамповкой. Способ получения заготовки, по сравнению с базовым, изменен не был. Были рассмотрены возможные методы обработки поверхностей и выбраны наиболее оптимальные в соответствии, с оборудованием применяемом в крупносерийном производстве.

В процессе дипломного проектирования были решены следующие задачи:

- универсальные металлорежущие станки, применяемые в базовом заводском технологическом процессе, были заменены на современное более производительное и эффективное оборудование;
- перестроен технологический процесс;
- повышен уровень автоматизации за счет применения станка с программным управлением;
- сокращено время на установку и снятие детали, что привело к сокращению штучно-калькуляционного времени и снижению себестоимости изделия;

При разработке технологического процесса изготовления ступицы для основной обработки детали был выбран высокопроизводительный обрабатывающий центр.

В экономическом разделе обоснована оптимальность замены этих станков на обрабатывающий центр, рассчитаны технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и определена экономическая эффективность капитальных вложений в проектируемый вариант.

В методической части разработан урок практического занятия по теме «Режущий и вспомогательный инструмент, используемый на фрезерном станке с ЧПУ».

Изм. № подл. Подпись и дата
Взам. инв. № Иув. № дубл. Подпись и дата

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анурьев В.И.* Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т.1. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. 736с.
2. *Белкин И.М.* Справочник по допускам и посадкам для рабочего-машиностроителя . – М.: Машиностроение, 1985. – 320 ст.
3. *Бородина Н.В.,* Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос.гос.проф.-пед. ун-та, 2002. 260с.
4. *Головенков С.Н.,* Сироткин С.В. Основы автоматике и автоматического регулирования станков с программным управлением: учебник для машиностроительных техникумов – М.: Машиностроение, 1998. –288 с.
5. *Горбачевич А.Ф.,* Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. Вузов. – 4-е изд., перераб. и доп.– Мн.: Высшая школа,1983. – 256 ст.
6. *Горбунов Б.И.* Обработка металлов резанием, металлорежущий инструмент и станки. Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1981. – 287 ст.
7. *Дипломное проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов/ Под общей редакцией В.В. Бабука.* – Мн.: Высшая школа, 1979. – 464 ст.
8. *Долматовский Г.А.* Справочник технолога по обработке металлов резанием. – М.: Государственное научно-техническое изд-во машиностроительной литературы,1962. – 1235 ст.
9. *Журавлев В.Н.,* Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник – 4-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1992. – 480 ст.
10. *Каталог HOFFMANN GROUP 2015* Инструмент режущий слесарный измерительный Оборудование

нв. N подл. Полпись и лага Взам. инв N Инв. N дубл. Полпись и лага

					ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист 94
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

11. *Каталог SANDVIK COROMANT 2015*. Инструмент и оснастка для точения на станках
12. *Каталог SANDVIK COROMANT 2015*. Металлорежущие вращающиеся инструменты и оснастка
13. *Козлова Т.А.* Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 ст.
14. *Миллер Э.Э.* Техническое нормирование труда в машиностроении. Учебное пособие для техникумов, изд. 3-е. М.: Машиностроение, 1972. – 248 ст.
15. *Многоцелевые системы числового программного управления гибкой механообработки/ В.Н. Алексеев, В.Т. Воржев и др.* Под общей редакцией В.Г.Колосова. – М.: Машиностроение, 2004 – 224 с.
16. *Нефедов Н.А., Осипов К.А.* Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учебное пособие для техникумов.- 5-изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 ст.
17. *Многоцелевые системы числового программного управления гибкой механообработки/ В.Н. Алексеев, В.Т. Воржев и др.* Под общей редакцией В.Г.Колосова. – М.: Машиностроение, 2004 – 224 с.
18. *Никифоров В.И.* Основы и содержание подготовки преподавателя к занятиям. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1987. – 141 с.
19. *Общемашиностроительные* нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущем станке. В 2 ч. М.: Машиностроение, 1974. 416с .
20. *Общемашиностроительные* нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание на металлорежущих станках. М.: Экономика, 1988. 366с.
21. *Общемашиностроительные* нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.622 ПЗ	Лист
						95

технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Изд. 2-е. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 ст.

22. *Профессиональная педагогика*/ Под ред. С.Я. Батышева; Ассоциация «Проф. образование». – М., 1997. – 512 с.

23. *Режимы резания металлов*. Справочник . Изд. 3-е, перераб. и доп./ Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 ст.

24. *Скакун В.А.* Преподавание общетехнических и специальных предметов в средних ПТУ: Методическое пособие. – М.: Высшая школа., 1987. – 272 с.

25. *Справочник технолога-машиностроителя*. В 2-х томах. Том 1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп.. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 ст.

26. *Справочник технолога-машиностроителя*. В 2-х томах. Том 2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп.. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 ст.

27. *Станочные приспособления*: Справочник. В 2-х т. Том 2 / Ред. Совет: Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. – М.: Машиностроение, 1984. – 656 ст.

28. *Технико-экономическое обоснование дипломных проектов*: Учебное пособие для втузов/ Л.А. Астерина, В.В. Балдесов и др. – М.: Высшая школа. - 1991. – 176 ст.

29. *Худобин Л.В.* Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных и специальных вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 288 ст.

Подпись и дата

Инт. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

инв. N подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.622 ПЗ

Лист
96

Перечень графического материала

№ п/п	Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Приложение
1.	Чертеж детали «Ступица»	ДП 44.03.04.622.01	А1	
2.	Чертеж заготовки	ДП 44.03.04.622.02	А1	
3.	Технологические операционные эскизы	ДП 44.03.04.622.03ПЗ ДП 44.03.04.622.04ПЗ	А1	Плакаты
4.	Фрагмент управляющей программы	ДП 44.03.04.621.05ПЗ	А1	Плакат
5.	Технико-экономические показатели	ДП 44.03.04.622.06 ПЗ	А1	Плакат

№ п/п подл. Подпись и дата Взам. инв. N Инв. N дубл. Подпись и дата

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

ДП 44.03.04.622 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Взам. инв. N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
------	------	----------	-------	------	--------------	--------------	----------------

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

ДП 44.03.04.622 ПЗ