

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

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС МУФТЫ»*

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: 784

Екатеринбург

2018

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
«__» _____ 2018 г.

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС МУФТЫ»*

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: 784

Исполнитель:

студент группы ЗТО-405С

О.А. Васильева

Руководитель:

Доцент, к.п.н.

Д.Г. Мирошин

Екатеринбург

2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект: содержит 108 листов, 10 рисунков, 35 таблиц, 35 источников литературы, 5 листов чертежей и плакатов.

Перечень ключевых слов: ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ.

Для совершенствования технологического процесса изготовления детали «Корпус муфты» было предложено новое оборудование – современный многофункциональный обрабатывающий центр с ЧПУ OKUMA серии MULTUS B300W для выполнения комплексной обработки детали.

Разработан комплект технологической документации, который содержит маршрутное и операционное описание технологического процесса изготовления детали, подтверждающее рациональность предложенных изменений снижения себестоимости продукции, трудоёмкости производства. Рассчитаны режимы резания и нормы времени, выбран режущий инструмент и контрольно-измерительный инструмент. Рассчитаны основные технико-экономические показатели базового и проектного вариантов технологического процесса.

В методической части дипломного проекта выполнен анализ профессиональных стандартов по профессиям Токарь и Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ. Разработан учебно-тематический план по переподготовке рабочих кадров. А так же составлен план-конспект занятия и презентация к занятию на тему «Органы управления и стойки ЧПУ станка».

					ДП 44.03.04.784 ПЗ			
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата				
Разработал		Васильева О.А.			Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус муфты» Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Мирошин Д.Г.					3	108
Н. Контр.		Суриков В.П.						
Утверд.		Бородина Н.В.						
						ФГАОУ ВО РГПТУ, ИИПО, каф. ТМС, зп 3ТО-405С		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ.....	7
1.1. Служебное назначение детали и материала	7
1.2. Анализ технических требований к детали.....	8
1.3. Анализ технологичности детали.....	10
1.4. Анализ базового технологического процесса.....	12
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	15
2.1. Определение типа производства.....	15
2.2. Выбор заготовки и метода ее изготовления.....	16
2.3. Выбор технологических баз и разработка схем базирования.....	19
2.4. Разработка технологического маршрута обработки.....	22
2.5. Выбор оборудования, технологического оснащения.....	24
2.6. Расчет припусков на механическую обработку.....	30
2.7. Расчет точности обработки.....	36
2.8. Выбор металлорежущего инструмента и расчет режимов резания.....	38
2.9. Расчет технических норм времени.....	43
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	45
3.1. Программирование в системе SIMENS NX.....	45
3.2. Разработка управляющей программы.....	46
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	47
4.1. Расчет количества оборудования.....	47
4.2. Расчет технологической себестоимости.....	50
4.2.1. Расчет численности основных рабочих.....	50
4.2.2. Трудоемкость продукции.....	50
4.2.3. Расчет заработной платы рабочих.....	51
4.2.4. Затраты на электроэнергию.....	54

4.2.5. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.....	54
4.2.6. Затраты на эксплуатацию инструмента.....	56
4.3. Расчет роста производительности.....	58
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	60
5.1. Анализ профессионального стандарта оператора-наладчика ОЦ с ЧПУ.....	60
5.2. Учебно-тематический план переподготовки.....	66
5.3. Разработка методики проведения занятия.....	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	71
Приложение А – Лист задания на дипломирование.....	75
Приложение Б – Перечень графического материала	76
Приложение В – Управляющая программа.....	77
Приложение Г – Конспект занятия	81
Приложение Д – Презентация к занятию.....	88
Приложение Е – Комплект технологической документации	96

ВВЕДЕНИЕ

Общая тенденция развития современного станкостроения может быть охарактеризована как стремление к возможно более высокой производительности при условии обеспечения необходимой и достаточной точности, а для чистовых и отделочных станков – также высокого качества обработанной поверхности. Следствия этого – стремление:

- к сокращению штучного времени;
- к предупреждению таких деформаций системы станок – инструмент – изделие (заготовка) во время работы, которые могли бы вызвать отклонения размеров и геометрической формы обработанной детали от заданных, ограниченных соответствующими допусками;
- к предупреждению таких вибраций той же системы, результатом которых явилась бы недостаточная чистота поверхности обработанных на станке деталей.

Именно поэтому в дипломном проекте решается вопрос о переводе ряда операций на новое оборудование, что позволит существенно снизить трудоемкость изготовления детали.

Основными задачами дипломного проекта стали:

- анализ исходной информации;
- разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус муфты»;
- разработка управляющей программы обработки;
- экономическое обоснование принятого метода обработки;
- разработка занятия по переподготовке рабочих кадров.

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		6

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ

1.1. Служебное назначение детали и материала

Деталь – тело вращения – «Корпус муфты». Предназначен для защиты электродвигателя вспомогательной лебедки от перегрузки. Внутри корпуса муфты вставлены стальные диски с наклепанными пластинами феррадо (пластины, повышающие силы трения). Крутящий момент регулируется с помощью поджатия пружинами на определенный момент. При повышении определенного крутящего момента диски между собой проворачиваются и тем самым спасают электродвигатель от выхода из строя. Стальные диски с помощью зубчатого зацепления крепятся в корпусе муфты, а пластины феррадо через шлицы крепятся на втулку, которая сидит на оси электродвигателя.

Деталь с габаритными размерами $\text{Ø}300 \times 158$ мм.

Масса детали 29 кг.

Материал Сталь 40 ГОСТ 1050-88

Термообработка НВ 156...197 Нормализация.

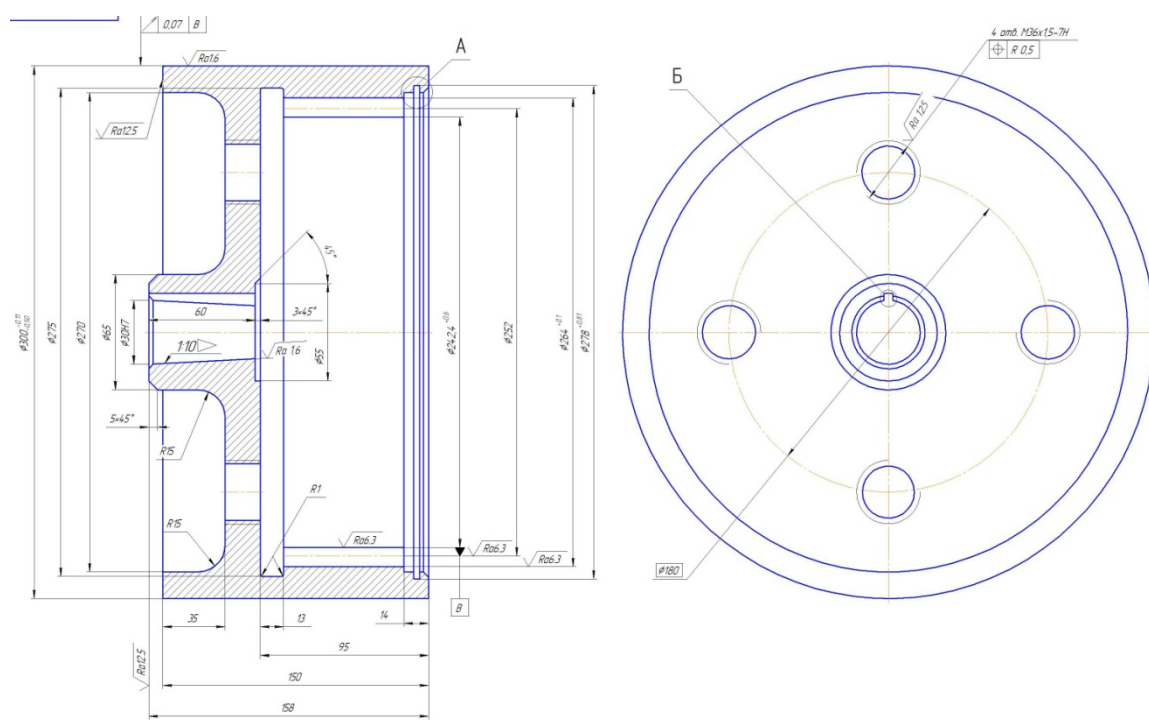


Рисунок 1 – Деталь «Корпус муфты»

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

7

Материал детали сталь 40 ГОСТ 1050-88.

Назначение: оси, коленчатые валы, вал-шестерни, штоки, шестерни, бандажи, детали турбин, детали арматуры, шатуны, шпиндели, звездочки, распределительные валики, болты, головки цилиндров, шпонки, фрикционные диски, плунжеры и др.

Химический состав и свойства стали 40 приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Химический состав в % стали 40

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,37-0,45	0,17-0,37	0,5-0,8	до 0,25	до 0,035	до 0,035	до 0,25	до 0,3	до 0,08

Таблица 2 - Механические свойства стали 40

σ_u	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ	НВ, не более
570 МПа	335 МПа	17%	40%	217

Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и ЭШ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием: в горячекатаном состоянии при НВ 170 и $\sigma_B = 530$ МПа $K_{v \text{ тв.спл.}} = 1,2$, $K_{v \text{ б.ст.}} = 1,05$.

1.2. Анализ технических требований к детали

Деталь имеет поверхности высокой точности:

$\varnothing 300_{-0,50}^{-0,17}$ мм шероховатость поверхности Ra – 1,6 мкм и технологическое требование радиальное биение относительно базовой поверхности – 0,07 мм.

Коническое отверстие $\varnothing 30H7$ мм конусностью 1:10 шероховатость поверхности Ra – 1,6 мкм; Отверстие является посадочным на вал двигателя.

В отверстии имеется шпоночный паз шириной $5^{+0,08}$ мм шероховатость поверхностей Ra – 6,3 мкм и технологические требования симметричности шпоночного паза, допуск параллельности боковых поверхностей паза относительно оси отверстия $\varnothing 30H7$ мм.

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		8

Имеется паз под уплотнение шириной $3,4^{+0,18}$ мм шероховатость поверхностей Ra – 6,3 мкм.

Деталь имеет 4 отверстия с резьбой М36х1,5-7Н, на которые назначен позиционный допуск 0,5 мм;

Корпус имеет внутренний зубчатый венец: $m=6$, $z=42$, ширина венца – 68 мм для зацепления с зубьями дисков.

Сведем проведенный анализ данных поверхностей в таблицу 3.

Таблица 3 – Анализ поверхностей детали

Поверхность или несколько однотипных поверхностей	Шероховатость	Отклонение формы и расположения поверхностей	Поверхность или несколько однотипных поверхностей	Шероховатость	Отклонение формы и расположения поверхностей
$\varnothing 300^{-0,17}_{-0,50}$	Ra 1,6	$\ominus 0,07 A$	35H14/2 $\pm 0,31$	Ra 6,3	
$\varnothing 30H7^{+0,021}$	Ra 6,3		13H14/2 $\pm 0,2$	Ra 6,3	
$\varnothing 242,4^{+0,6}$	Ra 6,3		14H14/2 $\pm 0,2$	Ra 6,3	
$\varnothing 264^{+0,1}$	Ra 6,3		95H14/2 $\pm 0,43$	Ra 6,3	
$\varnothing 252H14^{+1,3}$	Ra 6,3		150H14/2 $\pm 0,5$	Ra 6,3	
5H6 $^{+0,08}$	Ra 6,3		158H14/2 $\pm 0,5$	Ra 6,3	
$3,4^{+0,18}$	Ra 6,3		60H14/2 $\pm 0,37$	Ra 6,3	
$\varnothing 278H8^{+0,81}$	Ra 12,5		3H14/2 $\pm 0,1$	Ra 6,3	
$\varnothing 275H14^{+1,3}$	Ra 6,3		17,3H11 0,1	Ra 12,5	
$\varnothing 270H14^{+1,3}$	Ra 6,3		5H14/2 $\pm 0,15$	Ra 6,3	
$\varnothing 65H14_{-0,74}$	Ra 6,3		4 отв. М36х4-7Н	Ra 12,5	$\nabla R0,5$
$\varnothing 55H14^{+0,74}$	Ra 6,3		2х45° 3х45° 5х45°	Ra 6,3	

Обрабатывается 29 поверхностей, точность размеров колеблется от 6 до 14 качества, неуказанная шероховатость Rz 25 = Ra 6,3.

1.3. Анализ технологичности детали

Технологичность деталей, которые подвергаются механической обработке, имеет важное значение, особенно в связи с автоматизацией технологических процессов.

Деталь будет считаться технологична в том случае, если ее конструкция позволяет применять рациональную заготовку, форма и размеры которой максимально приближены к форме готовой детали, а также использовать высокоэффективные процессы обработки.

Оценка технологичности проводится качественно и количественно по ГОСТ 14.201-83.

Качественная оценка технологичности конструкции детали:

Конфигурация детали и материал, из которого она изготовлена, позволяют применять прогрессивные заготовки, сокращающие объем механической обработки.

Простая геометрическая форма детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки.

Предусмотрены удобные и надежные технологические базы.

Обеспечена достаточная жесткость детали. Деталь считается жёсткой, когда

$$\frac{L}{d} \leq 10,$$

где $L=158$ мм – длина детали,

$d=65$ мм – наименьший диаметр детали.

$$\frac{158}{65} = 2,43$$

данное отношение говорит о том, что конструкция детали жёсткая.

Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали.

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		10

Доступность всех поверхностей детали для визуально-измерительного контроля.

Количественная оценка технологичности конструкции детали производится по следующим показателям:

1) коэффициент использования материала:

$$K_{им} = M_{д} / M_{з},$$

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

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

$$K_{им} = 29/43,5 = 0,66$$

Из чертежа видно, что суммарное количество указанных на чертеже размеров составляет 29, из которых:

6 квалитет – 1– $5^{+0,08}$ мм;

7 квалитет – 5– 4 отв. М36х1,5, Ø30 мм;

8 квалитет – 1– Ø278 мм;

11 квалитет – 1– 17,3 мм;

14 квалитет – 17– Ø275 мм, Ø270 мм, Ø65 мм, Ø55 мм, Ø252 мм; 35 мм;

13 мм; 14 мм; 95 мм; 150 мм; 158 мм; 60 мм; 3 мм; 5 мм; 2х45°; 3х45°; 5х45°;

4 размера со специальными допусками.

$$K_{т.д.} = 1 - \frac{1}{\bar{A}},$$

где \bar{A} – средний квалитет точности

$$\bar{A} = \frac{((6 \cdot 1) + (7 \cdot 5) + (8 \cdot 1) + (11 \cdot 1) + (14 \cdot 17))}{29} = 10,27$$

$$K_{т.д.} = 1 - \frac{1}{10,27} = 0,9$$

Если коэффициент точности обработки удовлетворяет условию $K_{т.д.} > 0,8$, то деталь технологична по точности. Поскольку $K_{т.д.} = 0,9 > 0,8$ то рассматриваемая деталь является технологичной по точности.

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		11

Коэффициент шероховатости поверхности детали.

$$K_u = \frac{\sum n_{im}}{\sum Ш \cdot n_{im}},$$

где n_{im} – число поверхностей соответствующей шероховатости;

Ш – шероховатость поверхности.

Ra 1,6 – 1;

Ra 6,3 – 22;

Ra 12,5 – 6.

$$K_u = \frac{29}{((1,6 \cdot 1) + (6,3 \cdot 22) + (12,5 \cdot 6))} = 0,13, \text{ что допустимо}$$

Если коэффициент шероховатости поверхности удовлетворяет условию $K_u < 0,32$, то деталь технологична по шероховатости поверхности. Поскольку, $K_u = 0,13 < 0,32$, то рассматриваемая деталь является технологичной по шероховатости поверхности.

1.4. Анализ базового технологического процесса

Характеристика технологического процесса

По признакам технологический процесс относят:

- по числу охватываемых изделий – единичный;
- по назначению – рабочий;
- по документации – маршрутно-операционный.

Общее число операций 16, станочных 8, контрольных 2.

Таблица 4 - Технологический маршрут изготовления детали «Корпус муфты» в базовом варианте

Операция	Наименование операции	Оборудование
1	2	3
02	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный 163
03	Маркировка	Верстак слесарный
05	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный 163
10	Маркировка	Верстак слесарный
15	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный 163

Окончание таблицы 4

1	2	3
20	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный 163
25	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный 163
30	Радиально-сверлильная	Радиально-сверлильный 2Н55
35	Слесарная	Верстак слесарный
40	Зубодолбежная	Зубодолбежный 5А150
45	Слесарная	Верстак слесарный
52	Разметочная	Верстак слесарный
55	Долбежная	Долбежный 7403
60	Слесарная	Верстак слесарный
65	Технический контроль	Стол контрольный

Данный технологический процесс используется на ОАО «Уралтубро». Технологический процесс составлен с учетом имеющегося оборудования в цехе. В существующем технологическом процессе деталь получалась за 8 операций.

Недостатки базового технологического процесса

В технологическом процессе используется универсальное оборудование, универсальный режущий и мерительный инструмент, это не целесообразно в условиях среднесерийного производства. Необходимо применить более прогрессивные методы обработки используя высокопроизводительные станки и более прогрессивный режущий инструмент.

При изготовлении деталей целесообразно соблюдать принцип постоянства баз, т.к. при переустановке детали снижается точность обработки из-за погрешностей установки. В базовом технологическом процессе использовалось несколько комплектов технологических баз.

При применении современных обрабатывающих центров становится возможным сократить количество установов, что приведет к уменьшению вспомогательного времени при установке и закреплении детали, а так же уменьшение количества установов позволит повысить точность обработки за счет уменьшения погрешностей базирования.

Вывод: предлагается использовать современное высокопроизводительное оборудование и прогрессивный режущий инструмент для сокращения времени на обработку и концентрации операций на многофункциональном станке типа ОЦ.

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		14

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий. Различают три типа производства: единичное, серийное, массовое (ГОСТ 14.004-83).

Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление которых, как правило, не предусматривается.

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями. Серийное производство является основным типом машиностроительного производства и условно подразделяется на крупно-, средне-, и мелкосерийное.

Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция [9, с. 30].

Тип производства ориентировочно может быть определен в зависимости от массы детали и объема выпуска по табл. 5.

Таблица 5 - Зависимость типа производства от объема выпуска и массы детали

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

При массе детали $m=29$ кг и $NB=1000$ шт, примем тип производства – среднесерийный.

Среднесерийное производство характеризуется изготовлением изделий партиями или сериями, которые запускаются в производство одновременно с периодической повторяемостью.

Технологическое оборудование – универсальное, специализированное и специальное.

Приспособления – специальные, переналаживаемые.

Режущий инструмент – универсальный и специальный.

Измерительный инструмент – специальный (калибры, пробки).

Станки – настроенные; располагают по ходу тех.процесса.

Виды заготовок – прокат, отливки по металлическим моделям, штамповки.

Технологические процессы - маршрутно-операционные и операционные (строятся по принципу дифференции – расчленения).

Квалификация рабочих – различная.

Себестоимость продукции – средняя.

2.2. Выбор заготовки и методов её получения

От правильного выбора заготовки, установления ее форм, размеров, припусков на обработку, точности размеров и твердости материала в значительной степени зависит характер и число операций или переходов, трудоемкость изготовления детали, величина расхода материала и инструмента и в итоге, стоимость изготовления детали [9, с.43].

На выбор заготовки влияют исходные данные:

- масса детали 29 кг;
- габариты детали $\varnothing 300 \times 158$ мм;
- материал – Сталь 40 ГОСТ 1050-88;
- годовое число деталей 1000 шт.

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.784 ПЗ				

Учитывая заданный материал – сталь 40, требуемой точностью изготовления заготовки, объем выпуска и тип производства – для данной детали «Корпус муфты» оптимальный способ получения заготовки – штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе КГШП [9, с. 46 рис.3.2.].

КГШП по сравнению со штамповкой на молотах имеет следующие преимущества:

- в 1,5... 3 раза повышается производительность;
- более высокая точность поковок по высоте и смещению штампов, меньше штамповочные уклоны и припуски, что дает существенную экономию металла и сокращение объема механической обработки.

Определение исходного индекса заготовки

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

Расчетная масса поковки определяется по формуле:

$$M_{п.р} = M_{д} \cdot K_{р},$$

где $M_{д}$ - масса детали, кг;

$K_{р}$ - расчетный коэффициент, устанавливаемый в соответствии с [9 с. 43-52].

Тогда масса поковки будет иметь следующее значение:

$$M_{п.р} = 29 \cdot 1,5 = 43,5 \text{ кг.}$$

Класс точности поковки устанавливается в зависимости от технологического процесса и оборудования для ее изготовления, а также исходя из предъявляемых требований к точности размеров поковки [9 с. 43-52].

Для принятого метода поковки можно принять класс точности ТЗ.

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		17

При назначении группы стали, определяющим является среднее массовое содержание углерода и легирующих элементов (Si, Mn, Cr, Ni). В соответствии с [9 с. 43-52] можно принять для рассматриваемой стали группу М2.

Степень сложности определяют путем вычисления отношения массы G_{Π} поковки к массе геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки.

При определении размеров описывающей поковку геометрической фигуры допускается исходить из увеличения в 1,05 раза габаритных линейных размеров детали, определяющих положение её обработанных поверхностей.

Рассчитаем массу описывающей фигуры:

$$G_{\Pi} = 1,05 \cdot \rho \cdot V_{\Pi} \cdot 10^{-6},$$

где ρ – плотность стали, кг/м³;

V_{Π} – объём цилиндра, мм³;

$$V_{\Pi} = \frac{\pi}{4} (D_{\phi}^2 \cdot L_{\phi}),$$

где D_{ϕ} – диаметральный размер описываемого цилиндра, мм;

L_{ϕ} – линейный размер описываемого цилиндра, мм;

$$V_{\Pi} = \frac{\pi}{4} (300^2 \cdot 158) = 10809450 \text{ мм}^3$$

$$G_{\Pi} = 1,05 \cdot 7,64 \cdot 10809450 \cdot 10^{-6} = 86,71 \text{ кг.}$$

Соотношение массы поковки и массы описывающей фигуры будет иметь следующее значение:

$$G_{\phi} / G_{\Pi} = 29 / 86,71 = 0,33.$$

В соответствии с полученными параметрами по [9 стр 43-52] можно принять степень сложности поковки С3.

Исходный индекс по известным параметрам по [9 стр 43-52] принимаем равным 15.

2.3. Выбор технологических баз и разработка схем базирования

Исходными данными для выбора технологических баз обычно являются чертеж заготовки со всеми техническими требованиями, вид и точность заготовки, условия расположения и работы в машине.

Выбранные базы должны полностью соответствуют основным принципам, которыми обычно руководствуются при выборе технологических баз, а именно:

1. принцип совмещения баз (в качестве технологических баз принимаются конструкционные, используемые для определения положения детали в пространстве);
2. принцип постоянства баз (на основных операциях используют одни и те же базы) соблюдается полностью;
3. требование хорошей устойчивости и надежности установки заготовки – в данной детали предусмотрена удобная и надежная технологическая база, которая обеспечивает достаточную жесткость и устойчивость детали при установке.

Базы подразделяют на черновые и чистовые. Черновые базы используются на первой операции, когда отсутствуют обработанные поверхности.

В нашем случае черновой базой будет торец "А" и поверхность "Б". Торец лишает заготовку 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), а поверхность "Б" - 2-х степеней свободы (двух перемещений). Таким образом базирование не полное.

Схема чернового базирования представлена на рисунке 2.

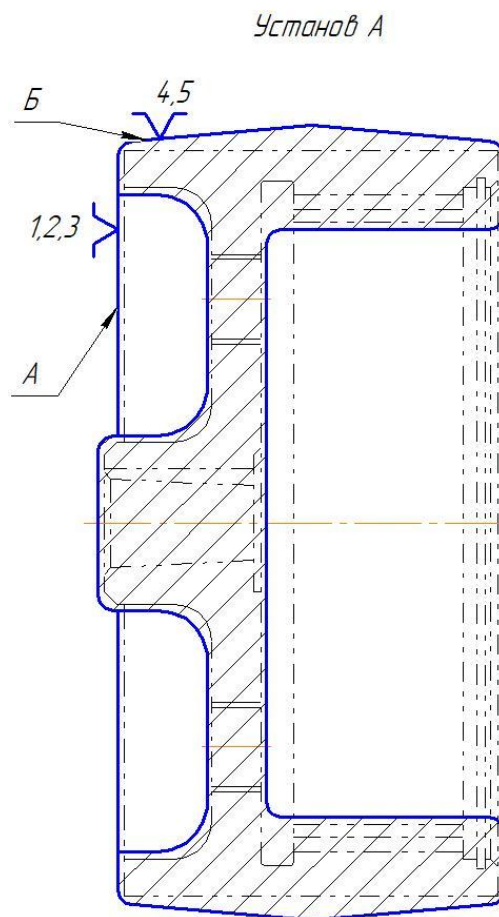


Рисунок 2 - Черновые базы на ОЦ с ЧПУ

Чистовые базы - это обработанные поверхности, на которые устанавливается деталь при обработке. Для нашего случая чистовыми базами являются торец "Г" и поверхность "Д".

Торец "Г" - лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений). Поверхность "Д" - лишает деталь 2-х степеней свободы (двух перемещений). Таким образом базирование не полное.

Схема чистового базирования представлена на рисунке 3

Установка

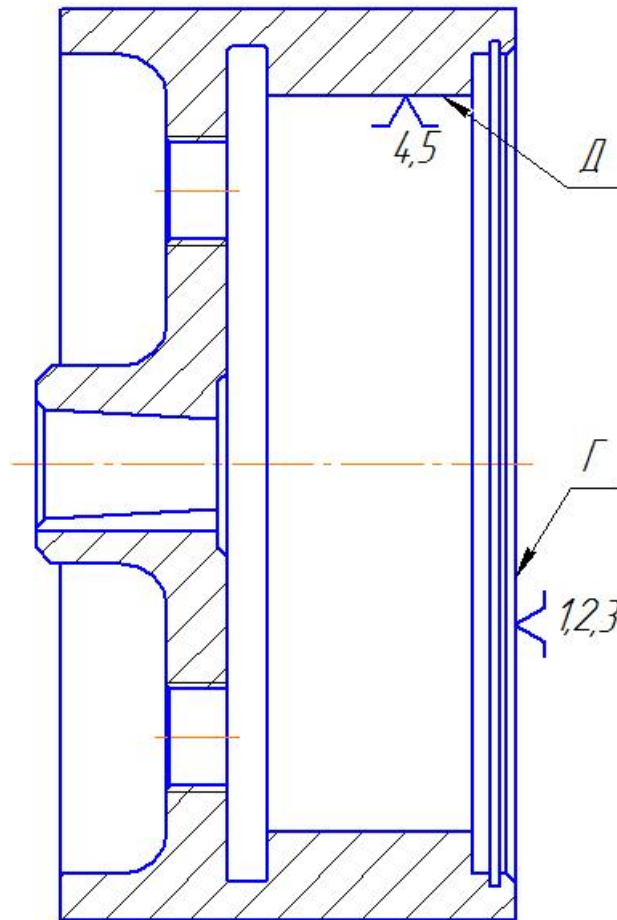


Рисунок 3 - Чистовые базы на ОЦ с ЧПУ

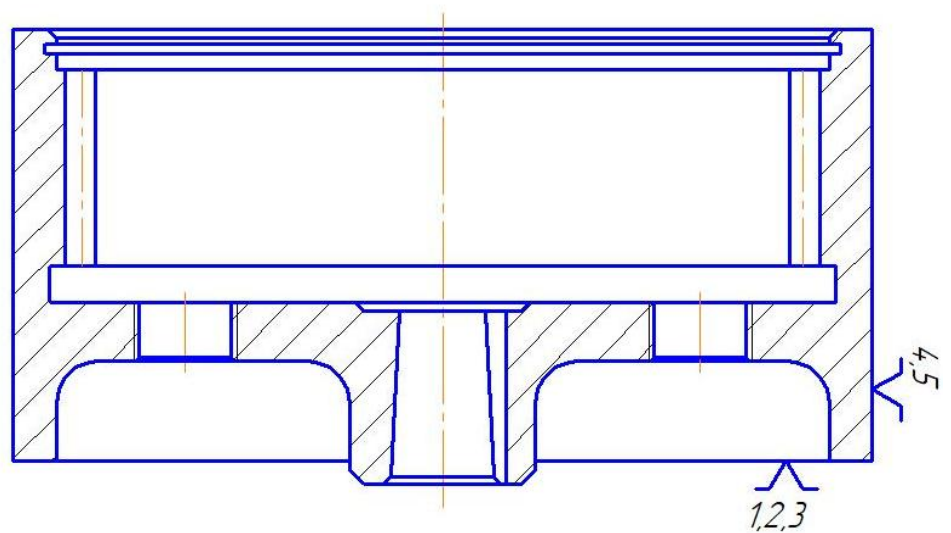


Рисунок 4 - Чистовые базы на операции зубодолбления

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

21

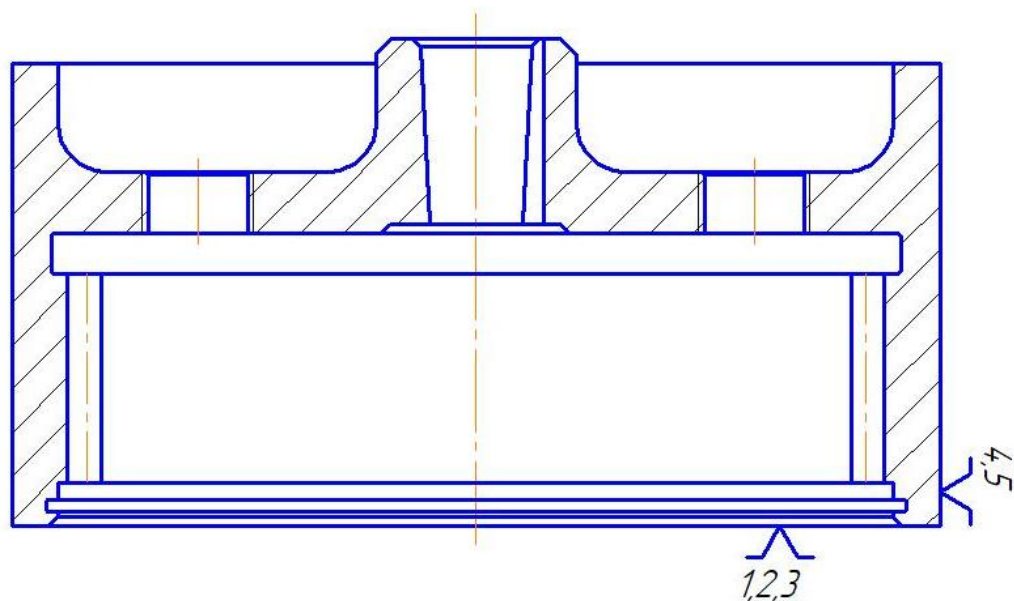


Рисунок 5 - Чистовые базы на операции прошивки паза

Выбранные схемы базирования обеспечивают минимально возможное количество установов, в связи с чем снижается вспомогательное время.

Принцип базирования - совмещения и постоянства баз - соблюдается.

2.4. Разработка технологического маршрута обработки детали

Технологический маршрут обработки представим в таблице 6. Обрабатываемые поверхности изобразим на рисунке 6.

						Лист
						22
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.784 ПЗ	

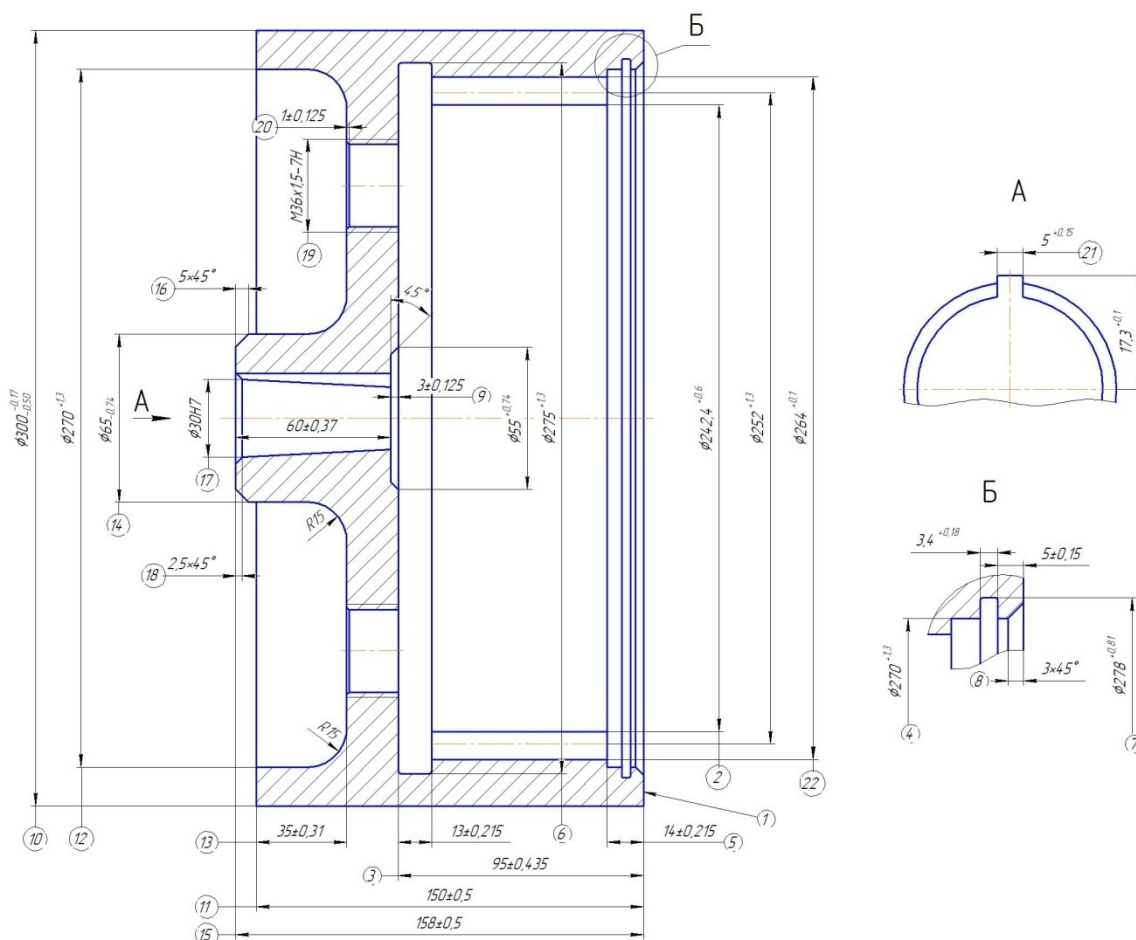


Рисунок 6 – Обрабатываемые поверхности детали "Корпус муфты"

Таблица 6 - Технологический маршрут обработки детали "Корпус муфты"

Наименование операции	Метод обработки	Обрабатываемая поверхность (рис. 6)
1	2	3
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ А	Сверлить отверстие ф23,5 мм; Точить фаску 3x45 мм; Подрезать торец 152,5 мм; Подрезать пов. 5 предварит. Точить фаску 3x45 Подрезать торец 95 мм; Точить поверхность ф242,4 мм; Подрезать пов. 5 окончат. Точить поверхность ф270 мм; Точить канавку b=3,4 мм; Точить канавку b=13 мм;	17,9,1,5,8,3,2,5,4,7,6
установ Б	Точить поверхность ф270 мм; Точить торец 35 мм, с выполнением радиуса R15;	10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19, 20

Окончание таблицы 6

1	2	3
	Точить поверхность ф65 мм, с выполнением радиуса R15; Сверлить 4 отверстия ф34,5 мм, с выполнением фаски 1x45 Нарезать резьбу в 4-х отверстиях М36x1,5 мм; Развернуть 1 отверстие ф30 мм конусность 1:10; Точить ф300,2 мм предварительно; Точить поверхность ф300 мм окончательно; Точить поверхность ф300 мм тонко; Подрезать торцы 150 мм, 158 мм; Точить фаску 5x45 мм; Точить фаску 2,5x45 мм;	
015 Зубодолбежная	Долбить 42 зуба модуль m=6 предварительно; Долбить 42 зуба модуль m=6 окончательно.	22
020 Прошивочная	Прошить паз b=5 мм.	21

Заключительными операциями являются: слесарная, контрольная, маркировка.

В базовом технологическом процессе деталь обрабатывается за 7 установов. В разрабатываемом варианте количество установов равно 4.

2.5. Выбор оборудования, технологического оснащения

Выбор оборудования производится с учетом типа производства, трудоемкости операций.

В среднесерийном производстве кроме универсальных станков используются высокопроизводительные обрабатывающие центры с ЧПУ.

Для разрабатываемого технологического процесса предлагается выбрать обрабатывающий центр фирмы OKUMA Серии MULTUS B300W. Многофункциональный горизонтальный обрабатывающий центр MULTUS сочетает в себе преимущества токарных и фрезерно-сверлильных станков с

ЧПУ. Оборудование данной серии обеспечивает возможность комплексной обработки детали, что существенно сокращает количество необходимого оборудования и оснастки, а также снижает трудоемкость изготовления деталей. Обрабатывающий центр MULTUS сочетает в себе высокую гибкость при переналадке и высокую производительность. Наличие противопинделя позволяет производить обработку инструментами (как токарными, так и вращающимися) в любом из двух шпинделей станка или с перехватом детали.



Рисунок 7 – Многофункциональный ОЦ MULTUS B300W

Функциональные возможности ОЦ MULTUS B300W

Максимальный диаметр над суппортом, мм 630

Максимальный диаметр обработки, мм 630

Расстояние между центрами, мм 900

Перемещение

Перемещение Ось X, мм 580

Перемещение Ось Y, мм 160

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.784 ПЗ				

Перемещение Ось Z, мм 935

Перемещение Ось W, мм 1000

Угол индексирования оси B, градусы 225

Шпиндель

Ось C, градусы 360

Скорость шпинделя, мин⁻¹ 45 ~ 5000

Торец шпинделя JIS A2-6

Диаметр отверстия шпинделя, мм 62

Диаметр переднего подшипника, мм 100

Диапазоны скоростей автоматический двухскоростной переключатель

Револьверная головка Тип H1-ATC

Диаметр расточной оправки, мм 40

Хвостовик инструмента OD, мм 25

Задняя бабка

Отверстие вращающего центра MT5

Ход задней бабки, мм 1000

Двигатели

Главный шпиндель, кВт VAC 15/11 (20 мин/пост)

Противошпиндель, кВт VAC 15/11 (20 мин/пост)

Фрезерный шпиндель, кВт PREX 11/7.5

Привод оси (X), кВт BL 3.5

Привод оси (Z), кВт BL 3.5

Привод оси (W), кВт BL 2.9

Привод оси (Y), кВт BL 2.9

Насос подачи СОЖ, кВт 0.8

Ось подачи

Скорость рабочей подачи X, Z, мм/об 0.001 ~ 1000.000

Ось X, м/мин 40000

Ось Y, м/мин 26000

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		26

Ось Z, м/мин 40000

Ось С, об/мин 200

Ось W, мм 20000

Ось В, об/мин 30

Противошпindelь

Скорость, мин⁻¹ 45 ~ 5000

Диапазоны скоростей автоматический двухскоростной переключатель

Торец шпинделя JIS A2-6

Диаметр отверстия шпинделя, мм 62

Диаметр переднего подшипника, мм 100

Фрезерный шпиндель

Скорость шпинделя, мин⁻¹ 50 ~ 6000

Крутящий момент, Н-м 65.7/41.8*2

Инструмент

Хвостовик инструмента HSK-A63

Максимальное количество инструмента 20

Максимальный диаметр инструмента, мм 90

Максимальная длина (от линии измерения), мм 300

Максимальный вес инструмента, кг 8

Габариты

Высота, мм 2587

Занимаемая площадь, мм 4340*2257

Вес, кг 9700-10300

Для нарезания зубьев выбираем зубодолбежный станок 5A150. Станок предназначен для обработки зубьев на цилиндрических колесах внутреннего и наружного зацепления.

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		27



Рисунок 8 – Зубодолбежный станок 5A150

Таблица 7 – Технические характеристики станка 5A150

Наименование параметра	5A150
1	2
Диаметр наибольший устанавливаемый, мм	800
Диаметр рабочей поверхности стола, мм	800
Ход шпинделя наибольший, мм	200
Наибольший модуль нарезаемых зубчатых колес, мм	12
Наибольший номинальный делительный диаметр долбяка, мм	200
Число двойных ходов шпинделя min/max	33-212
Конус отверстия в шпинделе Морзе	5
Мощность двигателя главного движения, кВт	10
Пределы круговых подач при диаметре инструмента d 100, мм/дв.х.	0,2-1,5
Подача стола радиальная, мм.мин.	0,5-5,0
Расстояние между верхней плоскостью стола и торцом шпинделя	155-355
Расстояние от оси стола до оси шпинделя, мм	0-700
Скорость ускоренного перемещения стола, мм/мин.	205
Частота вращения стола, об/мин.	1,7
Расстояние от нижней плоскости основания станка до рабочей поверхности стола	870
Частота вращения шпинделя инструмента, об/мин.	3
Длина, мм	3150
Ширина, мм	1780
Высота, мм	3300
Масса станка, кг	10450

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

28

Для прошивки шпоночного паза выберем гидравлический одностоечный пресс П6320. Предназначен для выполнения широкого круга работ: запрессовки – выпрессовки, прошивки, калибровки, правки (рихтовки), листовой штамповки без глубокой вытяжки. Усилие пресса 100 кН.



Рисунок 9 – Пресс гидравлический одностоечный П6320

Таблица 8- Технические характеристики пресса П6320

Наименование параметра	П6320
1	2
Основные параметры	
Номинальное усилие пресса, кН (т)	100 (10)
Наибольший ход штока (ползуна), мм	400
Наибольшее расстояние между столом и штоком – открытая высота пресса, мм	600

Окончание таблицы 8

1	2
Наибольшее расстояние между столом и штоком – открытая высота прессы в правильном исполнении, мм	420
Расстояние от оси штока до станины (вылет), мм	200
Скорость штока – рабочий ход, мм/сек	20
Скорость штока – холостой ход, мм/сек	125
Скорость штока – возвратный ход, мм/сек	300
Размеры стола, мм	500 x 380 x 57
Размеры проема в столе, мм	125
Размеры съемного правильного стола, мм	1250 x 300 x 180
Высота стола над уровнем пола, мм	800
Номинальное рабочее давление жидкости основное, Мпа (кгс/см ²)	16 (160)
Электрооборудование	
Количество электродвигателей	1
Электродвигатель главного привода, кВт (об/мин)	3 (1500)
Габариты и масса прессы	
Габариты прессы (длина ширина высота), мм	1450 x 810 x 2285
Масса станка, кг	1260
Размеры стола, мм	500 x 380 x 57
Количество электродвигателей	1

2.6. Расчет припусков на механическую обработку

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

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

Выполним расчеты припуска расчетно-аналитическим методом на поверхность $\varnothing 300$ (поверхность 10), так как именно к ней предъявляются самые высокие требования к точности и качеству.

Технологический маршрут обработки поверхности $\varnothing 300$ мм состоит из предварительного, окончательного и тонкого точения, выполняемых с одной установки.

Элементы припуска Rz и h определяются по справочным данным [16] и заносятся в табл. 9.

Таблица 9 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку

Технологические переходы обработки поверхности $\varnothing 300_{-0,50}^{-0,11}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер Др, мм	Допуск Т, мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	Δ_{Σ}	ε				Д _{min}	Д _{max}	$2Z_{\min}^{пр}$	$2Z_{\max}^{пр}$
Заготовка	200	250	2850		7898	307,398	4,5	307,4	311,9	-	-
Точение предварительное	100	125	171	30	6600	300,798	1,3	300,8	302,1	6,6	9,8
Точение окончательное	50	60	143	0	792	300,006	0,52	300	300,52	0,8	1,58
Точение тонкое	25	30	114	0	506	299,5	0,39	299,5	299,89	0,5	0,63
итого										7,9	12,01

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

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_k^2 + \Delta_{см}^2},$$

где Δ_k – кривизна заготовки, мкм

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

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

$$\Delta_{\Sigma \text{ черн. раст}} = \Delta_{\Sigma \text{ загот}} \cdot K_y,$$

где K_y – коэффициент уточнения=0,06

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

$$\Delta_{\Sigma \text{ окончат. точен.}} = \Delta_{\Sigma \text{ заг}} \cdot K_y,$$

где K_y – коэффициент уточнения=0,05

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

$$\Delta_{\Sigma \text{ тонк. точен.}} = \Delta_{\Sigma \text{ заг}} \cdot K_y,$$

где K_u – коэффициент уточнения=0,04

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

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

Так как остальная обработка вала производится в одной установке,
 $\varepsilon_{\text{инд}} = 0$.

Расчет минимальных значений межоперационных припусков произведем по формуле [15]:

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

где R_z - шероховатости поверхности, мкм;

h - высота микронеровностей, мкм;

Δ_{Σ} - суммарное значение пространственных отклонений;

ε – погрешность установки, мкм.

$$2Z_{i\text{min предв.точен.}} = 2(200 + 250 + \sqrt{2850^2 + 30^2}) = 6600 \text{ мкм}$$

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

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

Расчет минимальных размеров:

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

$$D_{\text{min тонк.точения}} = 299,5 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min чист.точения}} = 299,5 + 0,506 = 300,006 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min черн. точения}} = 300,006 + 0,792 = 300,798 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min заготовки}} = 300,798 + 6,6 = 307,398 \text{ мм}$$

Минимальные предельные размеры, получают округлением расчетных размеров.

$$D_{\text{min тонк.точения}} = 299,5$$

$$D_{\text{min окончат.точения}} = 300 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min предв. точения}} = 300,8 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min заготовки}} = 307,4 \text{ мм}$$

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.784 ПЗ				

Расчет максимальных размеров:

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

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

T – допуск на размер, мм

$$D_{\max \text{ тонк.точен.}} = 299,5 + 0,39 = 299,89 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ окончат. точен.}} = 300 + 0,52 = 300,52 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ предварит. точен.}} = 300,8 + 1,3 = 302,1 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ заготовки}} = 307,4 + 4,5 = 311,9 \text{ мм}$$

Определение предельных припусков:

$$Z_{\min i} = D_{\min i} - D_{\min i-1},$$

$$Z_{\min \text{ тонк.точен.}}^{\text{пр}} = 300 - 299,5 = 0,5 \text{ мм}$$

$$Z_{\min \text{ окончат.точен.}}^{\text{пр}} = 300,8 - 300 = 0,8 \text{ мм}$$

$$Z_{\min \text{ предвар.точен.}}^{\text{пр}} = 307,4 - 300,8 = 6,6 \text{ мм}$$

$$Z_{\min \text{ загот.}}^{\text{пр}} = 0,5 - 0,8 + 6,6 = 7,9 \text{ мм}$$

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

$$Z_{\max \text{ тонк.точен.}}^{\text{пр}} = 300,52 - 299,89 = 0,63 \text{ мм}$$

$$Z_{\max \text{ окончат.точен.}}^{\text{пр}} = 302,1 - 300,52 = 1,58 \text{ мм}$$

$$Z_{\max \text{ окончат.точен.}}^{\text{пр}} = 311,9 - 302,1 = 9,8 \text{ мм}$$

$$Z_{\max \text{ загот.}}^{\text{пр}} = 0,63 + 1,58 + 9,8 = 12,01 \text{ мм}$$

Определим общие припуски суммируя промежуточные припуски на обработку:

$$Z_{\max o}^{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n Z_{\max i}^{\text{пр}}$$

$$Z_{\min o}^{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n Z_{\min i}^{\text{пр}}$$

Проверим правильность произведенных расчетов по формулам:

					Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.784 ПЗ
					33

$$Z_{\max_i}^{\text{пр}} - Z_{\min_i}^{\text{пр}} = T_{i-1} - T_i$$

$$Z_{\max_o}^{\text{пр}} - Z_{\min_o}^{\text{пр}} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}$$

$$12,01 - 7,9 = 4,5 - 0,39$$

$$4,11 = 4,11$$

Расчет произведен верно.

На остальные обрабатываемые поверхности детали припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным [8] и сводятся в таблицу 10.

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

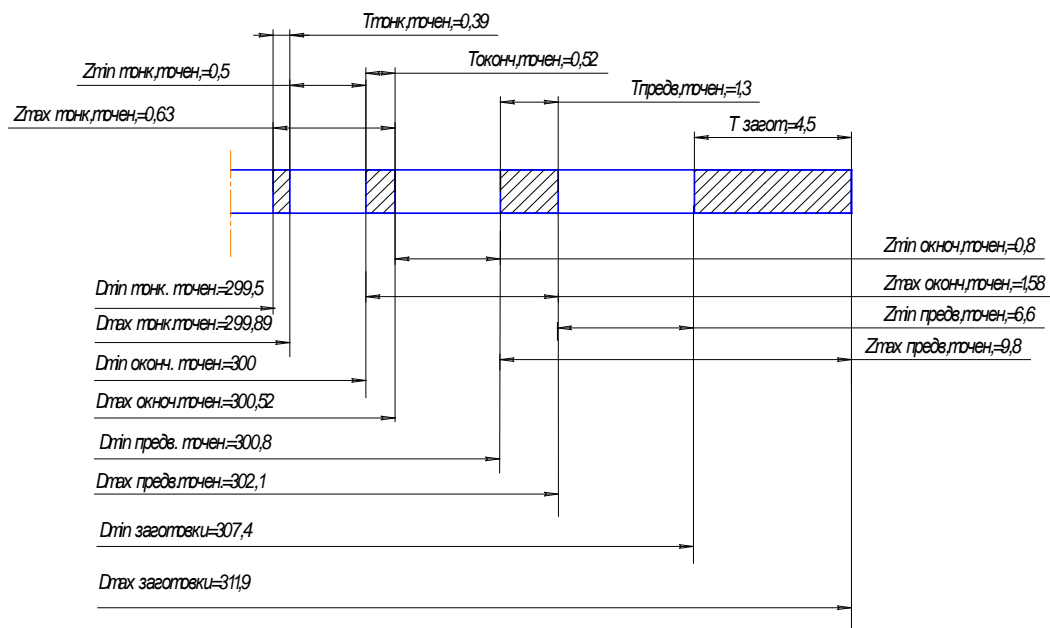


Рисунок 10- Схема графического расположения припусков на обработку

поверхности $\varnothing 300_{-0,50}^{-0,11}$

Таблица 10 - Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности по ГОСТ 7505-89

Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельные отклонения, мм	
			Верхнее	Нижнее
158h14	2,5x2	1	0	-1
150js14	2,5x2	0,18	0	-1
35js14	2,5-1,5	0,62	+0,31	-0,31
95js14	1,5-2,5	0,87	+0,435	-0,435
Ø270H14	3x2	1,3	+0,65	-0,65
Ø300 ^{-0,17} _{-0,5}	3,5x2	0,39	-0,11	-0,50
Ø65h14	2,5x2	0,74	+0,37	-0,37
Ø242,4H14	3,2x2	0,6	+0,6	0

Допустимые погрешности заготовки

Величина смещения по поверхности разъёма штампа. 0,8 мм [13, с. 20 табл. 9]

Величина остаточного облоя 1 мм. [13, с. 21]

Величина высоты заусенца 5 мм. [13, с. 21]

Допуск отклонения по изогнутости, от плоскостности и от прямолинейности для плоских поверхностей – 0,8 мм. [13, с. 23 табл. 13]

Радиальное биение цилиндрических поверхностей не более 0,8 мм. [13, с. 23 табл. 13]

Допуск радиусов закруглений углов. [13, с. 26 табл. 17]

Радиус закругления – 40 мм; допуск радиусов – 5 мм.

Допустимая величина штамповочных уклонов по наружной поверхности 5°, по внутренней поверхности - 7°. [13, с. 26 табл. 18]

Минимальная величина закругления углов 2 мм. [13, с. 15 табл.7]

Параметры, указываемые в технических требованиях на заготовку

Класс точности – Т2, группа стали – М2, степень сложности – С3, исходный индекс – 15.

2.7. Расчет точности обработки

Самой точной является операция комплексная на которой обрабатывается поверхность $\varnothing 300_{-0,5}^{-0,11}$ мм.

При обработке партии деталей на настроенных станках для теории вероятности следующим уравнением (для диаметральных размеров):

$$\Delta_{\Sigma} = 2\sqrt{\Delta_y^2 + \Delta_n^2 + (1,73 \cdot \Delta u)^2 + (1,73 \cdot \Sigma \Delta_{ct})^2 + (1,73 \cdot \Sigma \Delta_m)^2},$$

где Δ_y – погрешности, вызываемые упругими деформациями технологической системы под влиянием сил резания;

Δ_n – погрешность настройки;

$\Sigma \Delta_{ct}$ – погрешности обработки, возникающие в следствии геометрических неточностей станка;

$\Sigma \Delta_t$ – погрешности обработки, вызываемые температурными деформациями технологической системы.

1. Погрешность, вызываемая размерным износом режущего инструмента:

$$\Delta u = \frac{L}{100} \cdot U_o,$$

где L – длина пути резания при обработке, мм;

U_o – интенсивность изнашивания пластины [16]; $U_o = 3$ мкм./км.

$$\Delta u = \frac{150}{100} \cdot 3 = 4.5 \text{ мкм.}$$

2. Погрешность возникающая в результате упругих деформаций:

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

где W - податливость системы.

$W = 8$ мкм [3, с. 33]

Силу резания определим по формуле [16, с. 271]:

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

где t – глубина резания; $t=3,435$ мм;

S_o – подача оборотная. Примем $S_o=0,4$ мм/об;

V – скорость резания, примем $V=410$ м/с;

K_p – поправочный коэффициент, примем $K_p = 1,05$ [5, с. 263-269].

Определим коэффициент C_p и показатели степеней по [5, с. 273]:

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

Заготовка с допуском 0,39 мм., т.е. возможное колебание припуска $0,39/2 = 0,195$ мм., а колебание глубины резания $t_{\min}=Z_{\min} = 3,3$ мм.; $t_{\max} = Z_{\max} = 4,9$ мм.

Тогда:

$$P_{y \min} = 10 \cdot 40 \cdot 3,3^{0,9} \cdot 3,435^{0,6} \cdot 410^{-0,3} \cdot 1,05 = 4,65 \text{ Н}$$

$$P_{y \max} = 10 \cdot 40 \cdot 4,9^{0,9} \cdot 3,435^{0,6} \cdot 410^{-0,3} \cdot 1,05 = 6,64 \text{ Н}$$

$$\Delta_y = 8 \cdot (6,64 - 4,65) = 15,92 \text{ мкм}$$

3. Погрешность, вызванная геометрическими неточностями станка согласно [16] $\Delta_{ст} = 10 \text{ мкм} = 0,01 \text{ мм}$.

4. Погрешность настройки равна [16]:

$$\Delta_H = \sqrt{(k_p \cdot \Delta_p)^2 + (k_u \cdot \frac{\Delta_{изм}}{2})^2},$$

где $\Delta_{изм}$ – погрешность измерения размера детали [16]; $\Delta_{изм} = 18$ мкм;

K_u, K_p – коэффициенты, учитывающие отклонения от нормального распределения; $k_u = 1,0$; $k_p = 1,73$;

Δ_p – погрешность регулирования положения резца; $\Delta_p = 5$ мкм.

$$\Delta_H = \sqrt{(1,73 \cdot 5)^2 + (1 \cdot \frac{18}{2})^2} = 12,5 \text{ мкм}$$

5. Температурные деформации равны 15% от суммы остальных погрешностей [12]:

$$\Delta T = 0,15(\Delta_y + \Delta_H + \Delta_u + \Delta_c)$$

$$\Delta T = 0,15 \cdot (15,92 + 12,5 + 4,5 + 10) = 6,43 \text{ мкм}$$

Определим суммарную погрешность [6, с. 89]:

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.784 ПЗ				

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

$$\Delta\Sigma = 2 \cdot \sqrt{15,92^2 + 12,5^2 + (1,73 \cdot 4,5)^2 + (1,73 \cdot 10)^2 + (1,73 \cdot 6,43)^2} = 59,77 \text{ мм}$$

$$\Delta\Sigma = 59,77 \text{ мм}$$

Погрешность обработки не превышает заданную величину допуска $T = 390 \text{ мкм}$.

2.8. Выбор металлорежущего инструмента и режимов резания

Выбор металлорежущего инструмента и режимов резания производим по [10], так как в конструкцию инструмента уже заложены и скорость резания и подача, при которой он будет работать. Для зубодолбления используем долбяк дисковый по ГОСТ 9323-79 из быстрорежущей стали Р6М5, для прошивки шпоночного паза используем коническую оправку с прошивкой из стали Х12МФ и подкладками.

Таблица 11 – Выбор режимов резания для инструмента

№ п/п	Наименование	Подача, мм/об	Скорость, м/мин
1	Державка Walter Capto C6-PSSN/L-45052-19 SN...1906 Пластина CNMA120408T02020	0,4	410
2	Державка A25T-DWLN/L06 WN...0604 Пластина WN 0604 AP306-NN06	0,6	350
3	Державка NCA140-4015L-GX16-2 Модуль с пластиной GX16-2E MSS-140L10-GX16-2 Пластина GX24-4E340N025-GD3	0.18	190
4	Державка NCA140-4015L-GX24-4 Модуль с пластиной GX16-2E MSS-140L10-GX16-2 Пластина GX24-4E600N010-GD3	0.28	190
5	Державка C6-SRDCN-00065-12 Пластина RCMT1204M0-PF4	0,4	410
6	Сверло ступенчатое K6222-37,8	0,33	32
7	Метчик ParadurHC 70361-M36	4	15
8	Сверло A1164 TIN-23,5	0,45	95
9	Развертка коническая F3517-23 (1:10)	0,3	8
10	Долбяк дисковый 2536-1444	0,35	18
11	Оправка коническая, прошивка Х12МФ	0,1	30 м/мин

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

38

Система обозначения токарных пластин по ISO 1832

Пример 1

C	N	M	G	12	04	08-	NM4
1	2	3	4	5	6	7	12

Пример 2

T	N	M	A	16	04	08	T	020	20
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11

1 – форма пластины.

2 – задний угол.

3 – класс точности.

4 – конструктивные особенности.

5 – длина режущей кромки в мм.

6 – толщина пластины.

7 – радиус скругления r (мм).

8 – исполнение режущих кромок.

9 – направление резания.

10 – ширина фаски.

11 – угол фаски.

12 – обозначение изготовителя/обозначение геометрии Waiter.

Произведем расчет режимов резания для комплексной обработки детали на ОЦ с ЧПУ. Операция 005.

Исходные данные:

Заготовка: штамповка на КГШП;

Материал: Сталь 40 ГОСТ 1050-88, НВ 217;

Материал режущей части пластин: твердый сплав T15K6;

Станок: Multus B300W.

Установ А

Переход 3:

пов. $1 - t = 2,5$ мм, $l = (307-236)/2 = 35,5$ мм;

Подача $S = 0,4$ мм/об, Скорость $V = 410$ м/мин.

1) Частота вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d},$$
$$n = \frac{1000 \cdot 410}{3,14 \cdot 307} = 425 \text{ об / мин}$$

2) Определяем силу резания P_z :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

Коэффициенты и показатели степеней определяем по таблицам [12]:

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

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp},$$

где $K_{i\delta}, K_{\phi\delta}, K_{\gamma\delta}, K_{\lambda\delta}, K_{r\delta}$ - коэффициенты, учитывающие фактические условия резания ($K_{\phi\delta} = 0,89, K_{\gamma\delta} = 1,0, K_{\lambda\delta} = 1,0$);

K_{MP} определяется по формуле:

$$K_{MP} = K_p \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n = \left(\frac{750}{530} \right)^1 = 1,4$$

Тогда:

$$K_{MP} = 1,4 \cdot 0,89 \cdot 1,1 = 1,37$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 410^{-0,15} \cdot 0,78 = 1206,35 \text{ Н}$$

3) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{1206,35 \cdot 410}{1020 \cdot 60} = 8 \text{ кВт}$$

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		40

Основное время:

$$T_0 = \frac{L_p}{S_0 \cdot n},$$

$$L_p = l + l_1 + l_2,$$

где $l_1+l_2 = 4$ мм – длина врезания и перебега [16, с. 278];

$$L_p = 35.5+4=39.5 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{39,5}{0,4 \cdot 425} = 0,23 \text{ мин}$$

Таблица 12 – Сводная таблица режимов резания

№ операции	Наименование операции (перехода)	Глубина резания t , мм	Длина резания l , мм	Подача S , мм/об	Частота вращения n , об/мин	Скорость резания V , м/мин	Основное время T_0 , мин
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ А						
	Сверление отв. 17	11,75	67	0,45	1287,4	95	0,11
	Точение фаски пов. 9	3	24,5	0,4	425	410	0,1
	Подрезание пов. 1	2,5	35,5	0,4	425	410	0,23
	Подрезание пов 5 предварительно, с фаской поз. 8	5,5	21	0,4	425	410	0,18
	Подрезание пов. 3	2	109,35	0,6	459,8	350	0,43
	Растачивание пов. 2	3,2	95	0,6	459,8	350	0,34
	Подрезание пов. 5 окончательно	4,2	8,5	0,6	459,8	350	0,13
	Растачивание пов. 4	1,49	6	0,6	459,8	350	0,1
	Точение канавки пов. 6	(6*2) +1=13	16,3*3 =48,9	0,28	224	190	0,66
	Точение канавки пов. 7	3,4	4	0,18	217,6	190	0,1
	Итого						

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

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

41

Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8
010	Установ Б						
	Точение пов. 12	2,5	40	0,4	412,8	410	0,15
	Точение пов. 13	1,7	72,5	0,4	412,8	410	0,29
	Точение пов. 14	2,5	40	0,4	2008,8	410	0,03
	Сверление отв. 19	17,25	$24*4=9$ 6	0,33	295,4	32	0,8
	Нарезание резьбы в отв. 19	0,75	$24*4=9$ 6	1,5	132,7	15	0,16
	Развертывание отв. 17	0,375	67	0,3	84,9	8	2,6
	Точение пов. 10 (предварит.)	3,435	158	0,4	371,5	410	1,06
	Точение пов. 10 (окончат.)	0,04	158	0,2	371,5	410	2,12
	Точение пов. 10 (тонкое)	0,025	158	0,1	371,5	410	4,25
	Подрезание пов. 11	2,5	15	0,4	371,5	350	0,1
	Подрезание торца 15	2,5	40,5	0,4	1714,8	350	0,05
итого							11,79
015	Зубодолбежная						
	Болбить 42 зуба m=6 предварит.	13	80	0,35	75	57	67,6
	Долбить 42 зуба m=6 окончат.	0,5	80	0,26	81	61,6	6,05
020	Прошивочная						
	Прошить паз 21	5,18	$63*3=1$ 89	0,1 мм/зуб	-	30 м/мин	0,06
итого							87,88

2.9. Расчет технических норм времени

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимое для выполнения заданного объема работы (операции) при определенных организационно-технических условиях.

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равного единице нормирования, на выполнение технологической операции.

Расчет времени произведен для операции 005 комплексная с ЧПУ.

Норма штучного времени [12, с. 106]:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт},$$

$$T_{шт.} = t_o + t_e + t_{обс} + t_{отд},$$

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

n – количество деталей в надстроечной партии, шт;

t_o – основное время, мин;

t_e – вспомогательное время, мин;

$t_{отд}$ – время на отдых и личные потребности, мин;

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

1) Основное время:

$$T_o = 14,17 \text{ мин.}$$

2) Вспомогательное время:

Вспомогательное время состоит из затрат на отдельные приемы:

$$t_e = t_{yc} + t_{пер} + t_{изм},$$

где t_{yc} – время на установку, перехват и снятие детали [13 с. 34-35]

$$t_{yc} = 0,19 + 0,15 + 0,12 = 0,46 \text{ мин}$$

$t_{пер} = 3,07$ мин. – время, связанное с переходом (время на подвод инструмента, холостые ходы и смену инструмента) [13, с. 55].

Вспомогательное время на контрольные измерения, $t_{изм}$ не учитываются т.к. контроль размеров производится после наладки станка и обработки пробной детали, а так же учитывая стойкость инструмента, производить контроль через 200 минут обработки.

Вспомогательное время на операцию составит:

$$t_e = 0,46 + 3,07 = 3,53 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		43

3) Определение времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности

Время на обслуживание рабочего места составляет 3% от оперативного времени.

$$t_{обс} = (T_0 + t_e) \cdot K_{обс} ,$$

$$t_{обс} = (14,17 + 3,53) \cdot 0,03 = 0,531 \text{ мин}$$

Время на отдых и личные потребности $T_{отд}$ определяется как 4% от оперативного [13, с. 236];

$$t_{отд} = (T_0 + t_e) \cdot K_{отд} ,$$

$$t_{отд} = (14,17 + 3,53) \cdot 0,04 = 0,708 \text{ мин}$$

4) Определение нормы штучного времени

$$T_{шт} = 14,17 + 3,53 + 0,531 + 0,708 = 18,94 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 0.03 \text{ мин.}$

Штучно-калькуляционное время: $T_{шт.к} = 18,94 + 0.03 = 18.97 \text{ мин.}$

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		44

3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

3.1. Программирование в системе SIMENS NX

Технологическая подготовка производства предусматривает комплекс работ, дающих возможность приступить к изготовлению нового изделия в заданном объеме. Особенности технологической подготовки производства при использовании станков с ЧПУ вытекают из того, что значительная часть работы из сферы непосредственного производства переносится в область его технологической подготовки. Действия рабочего заменяются обработкой по управляющей программе.

В связи с этим все особенности можно разделить на две группы.

Во-первых, технологическая подготовка производства при использовании станков с ЧПУ включает решение ряда новых задач, - которых не было при подготовке производства на базе станков с ручным управлением. Создается новый вид технологической документации - управляющая программа, в которой траектория движения инструмента, скорости его перемещения записываются в числовой форме на специальном программоносителе.

Во-вторых, возрастает сложность технологических задач и трудоемкость проектирования технологического процесса.

1. Необходима детальная разработка попереходной технологии. Устанавливается не только траектория движения инструмента при резании, но и исходное положение, траектория при отходе, врезании, отводе и т.п.

2. Требуется высокая квалификация технолога, а требования к квалификации операторов снижаются. Технологу должен обладать не только знаниями технологии, но и вычислительной техники, то есть требуется новая специальность - технолог-программист.

3. Необходима точная увязка траектории автоматического движения инструмента с системой координат станка, исходной точкой и положением

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		45

заготовки. Это требует пересчета размеров деталей от какой-то одной точки вне детали, которая называется «нулевой», то есть на станке выбирается точка, от которой считается начало отсчета движений инструмента. Обычно нулевую точку совмещают с базовой точкой узла, несущего заготовку так, чтобы все перемещения отсчитывались в положительных координатах.

3.2. Разработка управляющей программы

Фрагмент управляющей программы представлен в таблице 13, вся управляющая программа приведена в Приложении В.

Таблица 13 – Фрагмент управляющей программы

Фрагмент УП	Расшифровка кадра
Установ А	
N0010 G140	Специальная линейная интерполяция G00 включена
N0020 G150 G90	Автоматическое ускорение/торможение включено. Режим абсолютного определения размеров
N0030 G15 H01	Выбор системы координат заготовки (модальная). Корректор на длину инструмента
N0035 T1 M06	Выбор инструмента, замена инструмента
N0040 G56 H01	Коррекция на длину инструмента, ось Z
N0045 G95	Режим подач на оборот
N0050 S1287 M03	Запуск шпинделя заготовки (по часовой стрелке) скорость 1287 м/мин
N0055 Z173.	Перемещение инструмента по оси Z в точку с координатами
N0070 G81 X0.0 Y0.0 Z-9.06 R65. F0.45	Постоянный цикл, центровочное растачивание, подача 0,45
N0080 G80	Постоянный цикл, модальная отмена
N0100 T02 M06	Выбор инструмента, замена инструмента
N0110 G56 H02	Коррекция на длину инструмента, ось Z
N0120 G00 G90 X155.515 Y0.0 S410 M03	Режим абсолютного определения размеров Запуск шпинделя заготовки (по часовой стрелке) скорость 410 м/мин
N0130 Z163.501	Перемещение инструмента по оси Z в точку с координатами
N0140 X6.105	Перемещение инструмента по оси X в точку с координатами
N0150 Z67.243	Перемещение инструмента по оси Z в точку с координатами
N0160 X7.12	Перемещение инструмента по оси X в точку с координатами

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части проекта выполнен расчет капитальных затрат и определен экономический эффект от усовершенствованного технологического процесса. Сравнение двух вариантов (базового и проектируемого) технологических процессов осуществляется путем расчета себестоимости работ по каждому варианту и определяется условно-годовая экономия.

Таблица 14 – Показатели базового техпроцесса

№ операции	Наименование операции	Модель станка	T _о , мин	T _ш , мин	T _{ш-к} , мин	Раз-ряд	Цена оборудования, руб.
02-020	Токарно-винторезная	163	28,6	72,58	72,59	3, 4	230 000
030	Радиально-сверлильная	2Н55	12,5	23,54	23,56	4	210 000
040	Зубодолбежная	5А150	73,65	89,49	89,51	3	500 000
055	Долбежная	7403	8,5	15,83	15,84	3	320 000
итого			123,25	201,44	201,5		

Таблица 15– Показатели проектного техпроцесса

№ опер.	Наименование операции	Модель станка	T _о , мин	T _ш , мин	T _{ш-к} , мин	Разряд	Цена оборудования, руб.
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	MULTUS B300W	14,17	18,93	18,97	3	12 300 000
010	Зубодолбежная	5А150	73,65	89,49	89,51	3	500 000
015	Прошивочная	П6320	0,06	5,41	5,42	2	80 000
итого			87,88	113,83	113,9		

4.1. Расчет количества оборудования

$$q = \frac{t_{ш-к} \cdot N}{F_{об} \cdot k_{вн} \cdot K_3 \cdot 60}$$

где $t_{ш-к}$ – штучно-калькуляционное время, мин.;

N – годовая программа выпуска деталей, шт;

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

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, 1,2;

k - коэффициент загрузки оборудования, 0,9;

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

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 248 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 242 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

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

- при трехсменной работе

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

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается по формуле:

$$F_{об} = F_{н} \left(1 - \frac{k_p}{100} \right),$$

где $F_{н}$ – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

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

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0% рабочего времени универсального оборудования и 9,0% для обрабатывающего центра с ЧПУ.

$$F_{н} = 1978 \cdot \left(1 - \frac{2}{100} \right) = 1938,44 \text{ ч. базовый вариант.}$$

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

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		48

Таблица 16 – Расчет количества оборудования

q _p , шт	q пр , шт	q _p , шт	q пр , шт
Базовый вариант		Проектный вариант	
q ₀₂₋₂₀ = 0.57	1	q ₀₀₅ = 0.05	1
q ₀₃₀ = 0.18	1	q ₀₁₀ = 0.71	1
q ₀₄₀ = 0.71	1	q _{0.15} = 0.04	1
q ₀₅₅ = 0.12	1		

Коэффициент загрузки оборудования

$$K_{zi} = \frac{q_{pi}}{q_{pri}} \cdot 100\% ,$$

где q_{pi} – расчетное количество оборудования, шт;

q_{pri} – принятое количество оборудования, шт.

Таблица 17 – Расчет коэффициента загрузки оборудования

K _{zi} , %	K _{zi} , %
Базовый вариант	Проектный вариант
$Kz_{02-020} = (0,57/1) \cdot 100 = 57\%$	$Kz_{005} = (0,05/1) \cdot 100 = 5\%$
$Kz_{030} = (0,18/1) \cdot 100 = 18\%$	$Kz_{010} = (0,71/1) \cdot 100 = 71\%$
$Kz_{040} = (0,71/1) \cdot 100 = 71\%$	$Kz_{015} = (0,04/1) \cdot 100 = 4\%$
$Kz_{055} = (0,12/1) \cdot 100 = 12\%$	

Далее необходимо произвести дозагрузку оборудования по всем операциям, так как полученный расчетным путем коэффициент загрузки оборудования невысок. Расчет дозагрузки оборудования проводится по таблице 18.

Таблица 18 – Дозагрузка оборудования

№ опер.	Наименование операции	Располагаемые станко-часы Спр * Фд	Трудоемкость заданной программы, ч N*тш-к./60	Коэффициент загрузки и оборудования Кз.о.	Кол-во станко-часов	Кол-во станко-часов при их дозагрузке	Принятое число станков в Спр
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	5400	316,16	0,9	4860	5176,16	1

Окончание таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7	8
010	Зубодолбежный	5A150	1491,83	0,2	387,68	1879,52	1
015	Прошивочная	1938,44	90,33	0,9	1744,6	1834,9	1

4.2. Расчет технологической себестоимости

Технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_э + Z_{зп} + Z_{об} + Z_и ,$$

$Z_э$ – затраты на технологическую электроэнергию, руб;

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

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

$Z_и$ – затраты на малоценный инструмент, руб.

4.2.1. Расчет численности основных рабочих

Списочная численность основных рабочих:

$$r_{o.p.} = \frac{T_{год}}{\Phi_d} ,$$

где $T_{год}$ – годовая трудоемкость, чел.ч.;

Φ_d – действительный годовой рабочий фонд;

4.2.2. Трудоемкость продукции

Трудоемкость по операциям:

$$T_{ед} = \frac{t_{шт-к} \cdot i \cdot \beta}{K_{вн}} ,$$

где $t_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время, мин.;

β – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения нормы.

Трудоемкость изделия:

$$T_{изд} = \frac{\sum t_{шт-к} \cdot \beta}{K_{вн}} ,$$

Годовая трудоемкость:

$$T_{\text{год}} = T_{\text{изд}} \cdot N_{\text{г}},$$

Расчет для базового варианта:

$$T_{\text{изд}} = \frac{201,63 \cdot 1}{1,2 \cdot 60} = 2,8 \text{ норм} \cdot \text{ч.}$$

$$T_{\text{год}} = 2,8 \cdot 1000 = 2800 \text{ норм} \cdot \text{ч.}$$

Расчет для проектного варианта:

$$T_{\text{изд}} = \frac{113,9 \cdot 1}{1,2 \cdot 60} = 1,58 \text{ норм} \cdot \text{ч.}$$

$$T_{\text{год}} = 1,58 \cdot 1000 = 1580 \text{ норм} \cdot \text{ч.}$$

Численность вспомогательных и транспортных рабочих можно определить в процентном отношении к основным рабочим.

Вспомогательные рабочие – 18-25% от основных рабочих;

Транспортные работники – 7-10% от основных рабочих.

Таблица 19 – Расчет численности рабочих

Показатели	Базовый вариант		Проектный вариант	
	Расчетное	Принятое	Расчетное	Принятое
Основные рабочие	$r_{\text{о.р.}} = 2800/1754 = 1,59$ чел.	4 чел. по кол-ву оборуд.	$r_{\text{о.р.}} = 1580/1754 = 0,9$ чел.	3 чел. по кол-ву оборуд.
Наладчики	$r_{\text{в.р.}} = 0,2 \cdot 1,59 = 0,31$ чел.	1 чел.	$r_{\text{в.р.}} = 0,2 \cdot 0,9 = 0,18$ чел.	1 чел.
Транспортные работники	$r_{\text{трансп.}} = 0,07 \cdot 1,59 = 0,11$ чел.	1 чел.	$r_{\text{трансп.}} = 0,07 \cdot 0,9 = 0,06$ чел.	1 чел.

4.2.3. Расчет заработной платы рабочих

Заработная плата основных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{з.о.р.}} = l_{\text{ч}} \cdot t_{\text{шт}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{с.с.}},$$

где $l_{\text{ч}}$ – часовая ставка, руб;

$t_{\text{шт}}$ – штучное время, ч;

$K_{\text{м}}$ – коэффициент многостаночного обслуживания;

$K_{пр}$ – премиальный коэффициент;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату;

$K_{п}$ – районный коэффициент;

$K_{с.с.}$ – коэффициент социального страхования.

Часовые тарифные ставки:

2-го разряда: = 136,64 (р./ч.);

3-го разряда: = 141,53 (р./ч.);

4-го разряда: = 148,86 (р./ч.);

Таблица 20 – Заработная плата основных рабочих по базовому варианту

№ опер.	Тариф. ставка р/ч.	T _{шт-к, мин}	$K_{м.}$	$K_{пр.}$	$K_{д.}$	$K_{п.}$	$K_{с.с.}$	$C_{з.о.р, р}$
02, 05	141,53	30,29	1	1,35	1,08	1,15	1,3	155,73
015, 020	148,86	42,34						228,96
030	136,64	23,56						116,95
040	141,53	89,51						460,22
055	136,64	15,84						78,62
итого								1040,51

Таблица 21 – Заработная плата основных рабочих по проектному варианту

№ опер.	Тариф став р/ ч.	T _{шт-к, мин}	$K_{м.}$	$K_{пр.}$	$K_{д.}$	$K_{п.}$	$K_{с.с.}$	$C_{з.о.р, р}$
005	148,86	18,97	1	1,35	1,08	1,15	1,3	97,53
010	141,53	89,51						460,22
015	136,64	5,42						26,90
итого								584,66

Заработная плата наладчиков рассчитывается по формуле:

$$C_{з.в.р.} = \frac{I_{ч} \cdot \Phi_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{д} \cdot K_{п} \cdot K_{с.с.} \cdot Гвр}{N_{Г}}$$

где $I_{ч}$ - часовая ставка, руб;

$\Phi_{д}$ – действительный годовой рабочий фонд;

$K_{пр}$ – премиальный коэффициент;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату;

$K_{п}$ – районный коэффициент;

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

$K_{с.с.}$ – коэффициент социального страхования.

$\Gamma_{в.р.}$ – число наладчиков;

N_{Γ} – годовая программа выпуска, шт.

Базовый вариант:

$$C_{з.н.} = \frac{136,64 \cdot 1754 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,15 \cdot 1,3 \cdot 0,31}{1000} = 143,95 \text{ руб}$$

Проектный вариант:

$$C_{з.н.} = \frac{136,64 \cdot 1754 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,15 \cdot 1,3 \cdot 0,18}{1000} = 83,58 \text{ руб}$$

Заработная плата транспортных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{з.в.р.} = \frac{I_{ч} \cdot \Phi_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{д} \cdot K_{п} \cdot K_{с.с.} \cdot \Gamma_{вр}}{N_{\Gamma}},$$

где $I_{ч}$ – часовая ставка, руб;

$\Phi_{д}$ – действительный годовой рабочий фонд;

$K_{пр}$ – премиальный коэффициент;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату;

$K_{п}$ – районный коэффициент;

$K_{с.с.}$ – коэффициент социального страхования.

$\Gamma_{т.р.}$ – число транспортных рабочих;

N_{Γ} – годовая программа выпуска, шт.

Базовый вариант:

$$C_{з.т.р.} = \frac{136,64 \cdot 1754 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,15 \cdot 1,3 \cdot 0,11}{1000} = 51,07 \text{ руб};$$

Проектный вариант:

$$C_{з.т.р.} = \frac{136,64 \cdot 1754 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,15 \cdot 1,3 \cdot 0,06}{1000} = 27,86 \text{ руб};$$

4.2.4. Затраты на электроэнергию

$$C_{э} = \frac{N_{д} \cdot K_{о} \cdot K_{N} \cdot K_{з} \cdot K_{w} \cdot t_{шт} \cdot Ц_{э}}{\eta \cdot K_{вн} \cdot 60},$$

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		53

где N_d – действительная суммарная мощность оборудования, кВт;

K_o – коэффициент, учитывающий одновременность работы двигателей станков;

K_N – коэффициент загрузки электродвигателей станков по мощности;

K_3 – коэффициент загрузки электродвигателей станков по времени;

K_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода;

$C_э$ – цена 1кВт·ч электроэнергии;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм.

Таблица 22 – Расчет затрат на электроэнергию для базового варианта

N опер	N_d , кВт	K_o	K_N	K_3	K_w	$t_{шт}$, мин	$C_э$, руб	η	$K_{вн}$	$C_э$, руб
02-020	14	0,9	0,8	0,9	1,05	72,58	3,3	0,9	1,2	35,21
030	4,5					23,54				3,67
040	10					89,49				31,00
055	11					15,83				6,03
Итого										75,92

Таблица 23 – Расчет затрат на электроэнергию для проектного варианта

N опер	N_d , кВт	K_o	K_N	K_3	K_w	$t_{шт}$, мин	$C_э$, руб	η	$K_{вн}$	$C_э$, руб
005	15	0,9	0,8	0,9	1,05	18,93	3,3	0,9	1,2	9,83
010	10					89,49				31,00
015	3					5,41				0,56
Итого										41,40

4.2.5. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

$$Z_{об} = C_a + C_p,$$

где C_a – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р;

C_p – затраты на ремонт технологического оборудования, р.

$$C_p = \frac{W_M \cdot R_M \cdot K_{\text{Э}} \cdot t_{\text{шт-к}}}{T_{\text{мрц}} \cdot \beta_T \cdot \beta_M \cdot \beta_Y \cdot \beta_C \cdot K_{\text{в.н}} \cdot 60},$$

где W_M – затраты на средние ремонты, малые ремонты приходящиеся на единицу ремонтной сложности механической части станка, руб;

$K_{\text{Э}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт электрооборудования станка;

$T_{\text{мрц}}$ – длительность межремонтного цикла, ч.

β_M – коэффициент, учитывающий влияние обрабатываемого материала;

β_Y – коэффициент, учитывающий условия обработки и характер помещения;

β_C – коэффициент, учитывающий влияние размера станка, влияющего на длительность межремонтного цикла;

R_M – ремонтная сложность оборудования.

Таблица 24 – Расчет затрат на ремонт оборудования для базового варианта

№ опер	W_M	R_M	$K_{\text{Э}}$	$T_{\text{шт-к}}$	$T_{\text{мрц, ч}}$	β_T	β_M	β_Y	β_C	$K_{\text{в.н}}$	C_p
002-020	4140	15	1,1	72,63	8750	1	0,8	0,9	1	1,2	10,93
030	3864	2,5		23,56							0,55
040	9200	13		89,51							25,96
055	5888	7		15,84							1,5
Итого											39,03

Таблица 25 – Расчет затрат на ремонт оборудования для проектного варианта

№ опер	W_M	R_M	$K_{\text{Э}}$	$T_{\text{шт-к}}$	$T_{\text{мрц, ч}}$	β_T	β_M	β_Y	β_C	$K_{\text{в.н}}$	C_p
005	120540	40	1,1	18,97	8750	1,0	0,8	0,9	1,0	1,2	221,80
010	9200	13		89,51							25,39
015	1472	4		5,42							0,07
Итого											247,28

Расчет затрат на амортизационные отчисления рассчитываем по формуле:

$$C_a = \frac{K_{ед} \cdot N_a \cdot t_{шт}}{f_d \cdot 60 \cdot K_z \cdot K_{вн}},$$

где N_a – норма амортизационных отчислений, %;

$t_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

$K_{ед}$ – капиталовложения на единицу оборудования, руб;

K_z – коэффициент загрузки оборудования;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

f_d – фонд времени работы оборудования.

Таблица 26 – Расчет амортизационных отчислений для базового варианта

№ опер	$K_{ед}$, руб.	N_a , %	$t_{шт-к}$, мин.	f_d , ч.	K_z	$K_{вн}$	C_a , руб.
02-020	230 000	12	72,63	1938,44	0,9	1,2	1,99
30	210 000		23,56				0,59
40	500 000		89,51				5,34
55	320 000		15,84				0,60
итого							8,53

Таблица 27 – Расчет амортизационных отчислений для проектного варианта

№ опер	$K_{ед}$, руб.	N_a , %	$t_{шт-к}$, мин.	f_d , ч.	K_z	$K_{вн}$	C_a , руб.
005	12 300 000	3	18,97	5400	0,9	1,2	4,00
010	500 000	15	89,51	1938,44			5,34
015	80 000	15	5,42	1938,44			0,05
итого							9,39

4.2.6. Затраты на эксплуатацию инструмента

$$C_u = \frac{(C_u + P_u) \cdot T_o \cdot k_{уб}}{60 \cdot T_{см} (h + 1)},$$

где C_u – цена инструмента, руб.;

P_u – затраты на все переточки инструмента, руб.;

h – число переточек инструмента до полного износа;

T_o – основное время операции, мин.;

$K_{уб}$ – коэффициент случайной убыли инструмента, определяется опытным путем, по заводским данным;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента между переточками, час.

Таблица 28 – Параметры инструмента для базового варианта

Наименование	T_o , мин	$C_{и}$, руб.	$T_{ст}$, мин	$P_{и}$, руб.	$K_{уб}$	Итого затраты, руб.
Резец проходной отогнутый черновой ГОСТ 18868-73	4,7	450	120	2700	0,9	1,85
Резец проходной отогнутый чистовой ГОСТ 18868-73	6,5	700	120	4200		3,98
Резец расточной ГОСТ 10044-73	7,3	570	120	3420		3,64
Резец канавочный $b= 3,4$ мм ГОСТ 18884-73	3,1	850	80	5100		3,45
Резец канавочный $b= 6$ мм ГОСТ 18884-73	6,5	850	80	5100		7,25
Сверло спиральное $\phi 31,5$ ГОСТ 2034	7,3	420	100	2520		3,21
Сверло для фаски $\phi 35$ ГОСТ 2034	1,6	420	100	2520		0,70
Метчик М36 ГОСТ 3266-81	5,02	950	70	5700		7,15
Сверло $\phi 23,5$ ГОСТ 2034	3,2	420	100	2520		1,41
Развертка коническая (1:10) ГОСТ 10079-71	4,6	830	70	4980		5,72
Долбяк дисковый ГОСТ 9323-79	73,65	12500	170	6250		121,84
Резец долбежный ГОСТ 10046-72	8,5	430	70	2580		5,48
итого						165,72

Таблица 29 – Параметры инструмента для проектного варианта

Наименование	T_o , мин	$C_{и}$, руб.	$T_{ст}$, мин	$P_{и}$, руб.	$K_{уб}$	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7
Державка Walter Carlo C6-PSSN/L-45052-19 SN...1906 Пластина CNMA120408T02020	7,81	8700	310	-	0,9	3,28
Державка A25T-DWLN/L06 WN...0604 Пластина WN 0604 AP306-NN06	1,46	8700	310	-	0,9	0,61
Державка NCA140-4015L-GX16-2 Модуль с пластиной GX16-2E MSS-140L10-GX16-2 Пластина GX24-4E340N025-GD3	0,77	7500	280	-	0,9	0,30
Державка NCA140-4015L-GX24-4 Модуль с пластиной GX16-2E MSS-140L10-GX16-2 Пластина GX24-4E600N010-GD3	0,1	7500	280	-	0,9	0,04

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

Продолжение таблицы 29

1	2	3	4	5	6	7
Державка SRSCR/L3225P12 RC. T1204 Пластина RCMT1204M0-PF4	0,47	7500	300	-	0,9	0,176
Сверло ступенчатое K6222-37,8	0,98	9500	290	550	0,9	0,50
Метчик ParadurHC 70361-M36	0,16	8300	340	-	0,9	0,05
Сверло A1164 TIN-23,5	0,11	8500	310	550	0,9	0,04
Развертка коническая F3517-23 (1:10)	2,6	10500	350	-	0,9	1,17
Долбяк дисковый 2536-1444	73,65	12500	170	6250	0,9	121.84
Оправка коническая, прошивка X12MФ	0,06	1200	60	-	0,9	0,01
итого						127.94

Таблица 30 – Технологическая себестоимость обработки детали, р.

Статья затрат	Базовый вариант	Проектный вариант	Изменение показателя
Заработная плата с начислениями	1235,53	696,1	-539,43
Затраты на технологическую электроэнергию	75,92	41,40	-34,52
Затраты на содержание и эксплуатацию электрооборудования	47,56	256,67	+209,11
Затраты на малоценный инструмент	165,72	127,94	-37,78
Итого	1524,76	1122,13	-402,62

Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

$$\mathcal{E}_r = (C_B - C_{\text{ПР}}) \cdot N,$$

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

N – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\mathcal{E}_r = \Pi_B - \Pi_{\text{ПР}} = (1524,76 - 1122,13) \cdot 1000 = 402\,620 \text{ руб.}$$

4.3. Расчет роста производительности

Производительность труда на программной операции рассчитывается по формуле:

$$A_{\text{ПР}} = \frac{F_d \cdot k_{\text{ВН}} \cdot 60}{t_{\text{ш-к}}},$$

где F_d – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч

квн – коэффициент выполнения норм

тш-к – штучно-калькуляционное время на операцию, мин.

Базовый вариант:

$$A_6 = \frac{17541 \cdot 1,2 \cdot 60}{72,59} = 1739,74, \text{ мин}$$

Проектный вариант:

$$A_{\text{пр}} = \frac{1754 \cdot 1,2 \cdot 60}{18,97} = 6657,2, \text{ мин,}$$

Рост производительности составит:

$$\Delta A = \frac{A_{\text{пр}} - A_6}{A_6} \cdot 100\% = \frac{6657,2 - 1739,74}{1739,4} \cdot 100\% = 282\%,$$

Таблица 31 – Техничко-экономические показатели

Показатель	Единица измерения	Базовый вариант	Проектный вариант	Изменение показателя
1. Годовая программа	шт.	1000	1000	-
2. Трудоемкость на единицу продукции	норм. ч	2,8	1,58	-1,22
3. Трудоемкость на годовую программу	норм.ч.	2800	1580	-1220
4 Численность основных рабочих	чел.	4	3	-1
5. Технологическая себестоимость единицы продукции	руб.	1524,76	1122,13	-402,63
6. Технологическая себестоимость годовой программы	руб.	1 524 760	1 122 130	-402 630
7.Рост производительности	%	100	382	282

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что усовершенствованный метод обработки детали является экономичнее базового варианта. Сократились затраты на электроэнергию, заработную плату рабочих и стоимость режущего инструмента, повысилась производительность труда.

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Темой дипломного проекта является «Совершенствование технологического процесса механической обработки детали Корпус муфты». В связи с переходом на оборудование с числовым программным управлением, появилась необходимость переподготовки рабочих кадров на операторов-наладчиков обрабатывающих центров.

Для составления плана переподготовки необходимо:

1) Проанализировать Профессиональный стандарт Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «4» августа 2014г. № 530н.

2) Проанализировать Профессиональный стандарт Токарь, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 13 марта 2017 г. №261н.

3) Соотнести требования профессиональных стандартов и составить план переподготовки Токаря 4-го разряда на Оператора-наладчика ОЦ с ЧПУ 3-го разряда.

5.1. Анализ профессионального стандарта оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением

Таблица 32 - Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида трудовой деятельности)

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Код	Наименование	Наименование	Код	Уровень (подуровень квалиф.)
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	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам	А/01.2	2

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.784 ПЗ					

Продолжение таблицы 32

1	2	3	4	5
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02. 2	2
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03. 2	2
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04. 2	2
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05. 2	2
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8 - 14 квалитетам	A/06. 2	2
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07. 2	2
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	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам	V/01. 3	3
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	V/02. 3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	V/03. 3	3

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

61

Окончание таблицы 32

1	2	3	4	5
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам	В/04. 3	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	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/01. 4	4
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/02. 4	4

Далее соотнесем знания и умения Токаря 4-го разряда и Оператора-наладчика 3-го разряда и определим каким знаниям и умениям необходимо обучить Токаря для выполнения работ на ОЦ с ЧПУ.

Таблица 33 – Соотнесение требований из профессиональных стандартов

Токарь 4-го разряда необходимые знания, умения	Оператор-наладчик ОЦ с ЧПУ 3 разряда необходимые знания, умения
1	2
<p>Основы машиностроительного черчения в объеме, необходимом для выполнения работы</p> <p>Правила чтения технической документации (рабочих чертежей, технологических карт) в объеме, необходимом для выполнения работы</p> <p>Система допусков и посадок, квалитеты точности, параметры шероховатости</p> <p>Обозначение на рабочих чертежах допусков размеров, форм и взаимного расположения поверхностей, шероховатости поверхностей</p> <p>Виды и содержание технологической документации, используемой в организации</p> <p>Способы выполнения эскизов специальной оснастки и инструмента</p>	<p>Система допусков и посадок, степеней точности; квалитеты и параметры шероховатости</p>
<p>Устройство, назначение, правила и условия применения универсальных и специальных приспособлений, используемых для обработки простых деталей с точностью размеров по 5, 6 квалитетам</p>	

Продолжение таблицы 33

1	2
<p>Способы и приемы регулировки и настройки режущих инструментов и инструментальных приспособлений для выполнения работ требуемой сложности</p> <p>Приемы и правила установки режущих инструментов на токарных станках</p>	<p>Наименование, назначение, конструктивные особенности и условия применения, правила проверки на точность универсальных и специальных приспособлений контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструмента для автоматического измерения деталей</p> <p>Правила настройки, регулирования универсальных и специальных приспособлений контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей</p> <p>Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей</p> <p>Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов</p>
<p>Конструкции, назначение, геометрические параметры и правила использования режущих инструментов, обеспечивающих изготовление простых деталей с точностью размеров по 5, 6 квалитетам</p> <p>Критерии износа режущих инструментов</p>	<p>Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента</p>
<p>Основы теории резания в объеме, необходимом для выполнения работы</p> <p>Способы и приемы точения поверхностей заготовок простых деталей с точностью размеров по 5, 6 квалитетам на токарных станках</p> <p>Основные виды брака при точении поверхностей заготовок простых деталей с точностью размеров по 5, 6 квалитетам, его причины и способы предупреждения и устранения</p> <p>Основные свойства и маркировка обрабатываемых и инструментальных материалов</p>	<p>Правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка</p> <p>Способы корректировки режимов резания по результатам работы станка; системы допусков и посадок, квалитеты и параметры шероховатости</p> <p>Требования, предъявляемые к качеству изготавливаемой детали</p> <p>Требования, предъявляемые к готовой детали</p> <p>Виды брака и способы его предупреждения и устранения</p> <p>Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ</p> <p>Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов</p>

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

63

Окончание таблицы 33

1	2
Назначение и свойства смазочно-охлаждающих жидкостей, применяемых при точении	
Правила и приемы установки и закрепления заготовок с комбинированным креплением и точной выверкой в нескольких плоскостях	Порядок и правила установки и выверки деталей в нескольких плоскостях
<p>Правила и приемы проверки токарных станков на точность</p> <p>Порядок проверки исправности и работоспособности токарных станков</p> <p>Последовательность и содержание настройки токарных станков, в том числе уникальных</p> <p>Устройство и правила использования токарных станков, в том числе уникальных</p> <p>Органы управления токарных станков, в том числе уникальных</p> <p>Состав и порядок выполнения регламентных работ по техническому обслуживанию токарных станков</p>	<p>Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования</p> <p>Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одностипных станков</p>
<p>Требования к планировке и оснащению рабочего места при выполнении токарных работ</p> <p>Опасные и вредные факторы, требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности</p> <p>Виды и правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты при выполнении работ на токарных станках, в том числе на уникальных.</p>	<p>Правила пользования средствами индивидуальной защиты</p> <p>Требования по рациональной организации труда на рабочем месте</p> <p>Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности</p>

Необходимые знания, которым необходимо обучить токаря 4 разряда.

- Параметры и установки системы ЧПУ станка
- Правила отладки и проверки на точность обрабатывающих центров различных типов
- Правила подналадки и проверки на точность обрабатывающих центров с ЧПУ
- Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ
- Устройство, правила проверки на точность однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ
- Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
- Последовательность технологического процесса обрабатывающего центра с ЧПУ
- Органы управления и стойки ЧПУ станка
- Режимы работы стойки ЧПУ
- Системы графического программирования
- Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами

Обобщенная трудовая функция:

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.

Трудовые функции:

Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам.

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		65

Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)

Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях

Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам

Необходимые умения:

- Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам
- Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
- Изменять параметры стойки ЧПУ станка
- Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
- Выполнять установку и выверку деталей в нескольких плоскостях
- Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
- Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам.

5.2. Учебно-тематический план по переподготовке токаря 4-го разряда

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация – 3-й разряд.

Срок обучения – 2 месяца.

Таблица 34 – Учебно-тематический план по переподготовке

темы	знания	умения	кол-во часов		
			всего	теоретич	практич
1	2	3	4	5	6
Основы электротехники и электроники	Основы электротехники, электроники и программирования в пределах выполняемой работы		4	4	

Продолжение таблицы 34

1	2	3	4	5	6
Основы гидравлики и пневматики	Основы гидравлики, пневматики и программирования в пределах выполняемой работы		4	4	
Основы технологии производства изделий машиностроения	Последовательность проектирования и реализации технологического процесса обработки деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам	12	8	4
Устройство оц с чпу	Устройство, правила проверки на точность односторонних обрабатывающих центров с ЧПУ Органы управления и стойки ЧПУ станка	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения трудовой функции Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам	6	4	2
Режимы работы системы ЧПУ станка. Параметры и установки системы чпу	Параметры и установки системы ЧПУ станка Режимы работы стойки ЧПУ	Изменять параметры стойки ЧПУ станка	4	2	2
Системы управления оц с чпу	Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей	4	2	2
Основы программирования станков с чпу	Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных) Корректировать управляющую программу в	14	4	10

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

67

Окончание таблицы 34

1	2	3	4	5	6
	Системы графического программирования Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами	соответствии с результатом обработки деталей			
Наладка и проверка на точность обрабатывающих центров с ЧПУ. Отработка УП	Правила отладки и проверки на точность обрабатывающих центров различных типов Правила подналадки и проверки на точность обрабатывающих центров с ЧПУ	Выполнять установку и выверку деталей в нескольких плоскостях Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей	22	4	18
итого			72	32	40

Для разработки занятия выделим из учебного плана тему «Устройство обрабатывающих центров с ЧПУ». На тему выделено 6 часов из них 4 теоретических и 2 практических занятия. Составим план-конспект занятия теоретического обучения на тему «Органы управления и стойки ЧПУ станка».

5.3. Разработка методики проведения занятия

Тема занятия: «Органы управления и стойки ЧПУ станка»

Цели занятия:

Дидактическая: Формирование знаний у обучающихся об органах управления станком с ЧПУ и стойка станков с ЧПУ.

Развивающая: Развивать профессиональный интерес и технический кругозор.

Воспитательная: Воспитывать культуру общения, культуру речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии).

Тип занятия: изучение нового материала

Метод обучения: рассказ, беседа, демонстрация слайдов.

Оснащение занятия: ноутбук, мультимедиапроектор, экран, слайды.

Таблица 35 - Ход занятия

№	Этап	Время	Деятельность преподавателя	Деятельность обучающихся
1	Организационный	5	Приветствует учащихся.	
2	Актуализация опорных знаний	10	Задаёт вопросы	Отвечают на вопросы.
3	Изучение нового материала	50	Излагает новый учебный материал с использованием компьютерной презентации План изложения нового материала: 1. Органы управления станком с ЧПУ 2. Стойки ЧПУ станка	Слушают, составляют конспект изучаемого материала. Изучают содержимое слайдов, запоминают новый материал.
4	Закрепление нового материала.	15	Задаёт ряд вопросов по новому материалу. Отвечает на вопросы.	Отвечают на задаваемые вопросы.
5	Заключительный	5	Подводит итоги занятия.	Слушают
6	Домашнее задание	5	Повторить пройденный материал	Записывают в тетрадь.

Конспект занятия приведен в приложении Г.

Презентация к занятию представлена в приложении Д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проектировании технологии обработки детали «Корпус муфты» был использован, многофункциональный обрабатывающий центр с ЧПУ MULTUS B300W, современная оснастка, инструмент для скоростной обработки.

Разработан комплект технологической документации, который содержит маршрутное и операционное описание технологического процесса изготовления детали, подтверждающее рациональность предложенных изменений снижения себестоимости продукции, трудоёмкости производства. Рассчитаны режимы резания и нормы времени, выбран режущий инструмент и контрольно-измерительный инструмент.

Проведены расчеты режимов резания и норм времени на изготовление детали. Также рассчитаны экономические показатели на разработанный технологический процесс механической обработки. Экономический эффект составил 402 630 руб.

В методической части, разработано занятие по программе переподготовки Токаря 4-го разряда на Оператора-наладчика 3-го разряда. Тема занятия «Органы управления и стойки ЧПУ станка».

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		70

Список использованных источников

1. Аверченков В.И. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений / Под общ. ред. Е.А. Польского.- 2-е изд., перераб. и доп.– М.: ИНФРА-М, 2005.- 288 с.

2. Бордовская, Н. В. Педагогика [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Н. В. Бордовская, А. А. Реан. - СПб: Издательство «Питер», 2015. - 304 с. - (Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=344144>)

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

4. Вардашкин Б.Н. и др. Станочные приспособления. Справочник. В2-х т., т-1-М: Машиностроение, 1997г – 592 с.

5. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: Высшейш. шк., 1996. – 256 с.

6. Гузеев В.И. Справочник. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением. – М.: Машиностроение, 2005, - 386с.

7. Локтев А.Д., Гуцин И.Ф., Батуев В.А. и др. «Общемашиностроительные нормативы режимов резания». Справочник: В 2-х т.: Т. 1, Т. 2 / – М.: Машиностроение, 1991. – 640 с.: ил.

8. Классификатор ЕСКД. Иллюстрированный определитель деталей. Класс 73. М.: Изд-во стандартов, 1991. 89 с.

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

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		71

10. Металлорежущий инструмент Каталог металлорежущего инструмента Walter. 2015.

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

12. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 2. Нормативы времени. М. Экономика, 1990 – 473 с.

13. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски ГОСТ 7505-89. Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандарты. Москва, 1995 – 43 с.

14. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. Спец. Вузов/ Я.М. Радкевич, В.А.Тимиразев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; под ред. В.А. Тимиразева. – М.: Высш. Шк., 2004. – 272 с.:ил.

15. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник/ Под общей ред. С.Г. Энтелиса, Э.М. Берлинера. – 2-е изд., перераб. И доп. М.: Машиностроение, 1995 – 496 с.

16. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., исправл. – М.: Машиностроение – 1, 2003 г. 914 с., ил.

17. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение – 1, 2003 г. 944 с., ил.

18. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 1. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высш. шк., 2003. – 278 с.: ил.

									Лист
									72
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.784 ПЗ				

19. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.: ил.

20. Федотиков А.П. Краткий справочник технолога-машиностроителя, Государственное научно-техническое издательство ОБОРОНГИЗ, Москва 1980 – 403с.

21. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технологического нормирования работ на металлорежущих станках. М., изд. «Машиностроение» - 1998.

22. Оперативное управление производством / В.И. Гончаров, А.Н. Колосов, Г.И. Дибник.- М.: Экономика, 1998.- 120 с.

23. Основы технологии машиностроения. Учеб. для ВУЗов / В.Н. Кован, В.С. Корсаков, А.Г. Косилова и др. - М.: Машиностроение, 1996. — 416 с.

24. Применение новых инструментальных материалов и режущего инструмента на их основе: Метод. Рекомендации / ВНИИ инструмент. –М.: ВНИИТЭМР, 1990.

25. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Справочник / Под ред. В.С. Ямпольского. - М.: Машиностроение, 1975.-365 с.

26. Радионов А.И. Техника защиты окружающей среды / Родионов А.И., Клушин В.Н., Торошечников В.С. Учебник для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Химия, 1996. -512 с.: ил.

27. Режимы резания металлов: Справ. / Под ред. Ю. В. Барановского. М.: Машиностроение, 1996. 39 с.

28. Романов Е. В. Основы проектирования технологических процессов изготовления деталей машин: Учеб. пособие /МГПИ. Магнитогорск, 1998. 258 с.

29. Руденко П. А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. Киев: Вища шк. 1995. 255 с.

										Лист
										73
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.784 ПЗ					

30. Руководство к дипломному проектированию по технологии машиностроения, металлорежущим станкам и инструментам: Учебн. пособ. для.. вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Л.В. Худобин, и др. / под общ. ред. Л.В. Худобина – М. Машиностроение, 1997.

31. Скакун В.А. Введение в профессию мастера ПО: Метод. пособие. - М.: Высш. шк. 1997. - 239 с.

32. Строительные нормы и правила Российской Федерации. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение. МинСтрой РФ, М. 1995.

33. Технологичность конструкции изделия: Справочник / Ю.Д.Амиров, Т.К.Алферова, П.Н.Волков и др.; Под общ.ред. Ю.Д.Амирова. — М.: Машиностроение, 1990. — 786 с.

34. Технология машиностроения: Спец. часть, Учеб машиностроит. спец. вузов/ А. А. Гусев,. Ковальчук, И. М. Колесов и др. М.: Машиностроение, 1999. 480 с

35. Фираго В.П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. Методы обработки поверхностей. - М.: Машиностроение, 1998. — 468 с.

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Лист задания на дипломирование

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		75

Перечень графических материалов

Название	Формат
Чертеж заготовки	1 лист А2
Чертеж детали	1 лист А1
Иллюстрации технологического процесса	2 листа А1
Эскиз для программной операции 005	1 лист А1

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		76

Управляющая программа

N0010 G140
N0020 G150 G90
N0030 G15 H01
N0035 T1 M06
N0040 G56 H07
N0045 G95
N0050 S1287 M03
N0055 Z173.
N0070 G81 X0.0 Y0.0 Z-9 R65. F0.45.
N0080 G80 M09
N0100 T02 M06
N0110 G56 H02
N0120 G00 G90 X6 Z180 Y0.0 S410 M03
N0130 Z63
N0140 G01 X27.5 F0.4 M08
N0150 G00 X113.5 Z162.48
N0160 X114
N0170 G01 X156 F0.4
N0180 G00 Z165
N0190 X108.34
N0200 Z150
N0210 G01 X130.14 F0.4
N0220 G00 Z180 M09
N0310 T03 M06
N0320 G56 H03
N0330 G00 G90 X135 Z165 Y0.0 S350 M03
N0340 Z162
N0350 G01 Z145.98 F0.6 M08
N0360 G00 X116.7 Z148.78
N0370 Z145.98
N0380 X117.5
N0390 G01 X135 F0.6
N0400 G00 X121.2 Z148.78
N0410 G01 Z64.98 F0.6
N0420 G00 X116 Z68.98
N0430 X22
N0440 Z64.98
N0450 G01 X121.2 F0.6
N0460 G00 X116 Z68.98
N0470 Z165 M09
N0480 T04 M06

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		77

N0490 G56 H04
 N0500 G00 G90 X118 Z180 Y0.0 S190 M03
 N0510 Z71.89
 N0520 G01 X137.5 F0.28
 N0530 G04 P.235
 N0540 G00 X118
 N0550 Z77.98
 N0560 G01 X137.5 F0.28
 N0570 G04 P.235
 N0580 G00 X118
 N0590 Z64.98
 N0600 G01 X137.5 F0.28
 N0610 G04 P.235
 N0620 G00 X118
 N0630 Z180 M09
 N0640 T05 M06
 N0650 G56 H05
 N0660 G00 G90 X133 Y0.0 Z180 S190 M03
 N0670 Z151.58
 N0680 G01 X139 F0.18
 N0690 G04 P.262
 N0700 G00 X133
 N0710 Z180 M09
 N0720 G29 PW=30
 N0730 G94 G22 W50 D5 L10 F1000 PW=25
 N0740 G29 PW=5
 N0750 M248
 N0760 M84
 N0770 G28
 N0780 G90 G00 W300
 N0790 G141
 N0795 G15 H02
 N0800 T06 M06
 N0810 G56 H06
 N0820 G43 G00 G90 Z-8
 N0830 X1000. Y0.0 S350 M03
 N0840 X38.5
 N0850 G01 Z29.98 F0.6 M08
 N0860 G03 X38.98 Z 47.5 I47.5 J29.98
 N0870 G01X38.98 Z120
 N0880 G00 X4.71 Z120
 N0890 Z129
 N0900 G01 X29.98 F0.6

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		78

N0910 G02 X38.98 Z120 I120 J29.98
 N0920 G01 X38.98 Z111.08
 N0930 G00 X4.71 M09
 N1000 T07 M06
 N1010 G56 H07
 N1020 G00 G90 Z3 B180. C0.0
 N1030 X90. Y0.0 S32 M03
 N1040 G17 G81 X90. Y0.0 Z68 R43. F0.33
 N1050 G81 X0.0 Y90. Z68 R43
 N1060 G81 X-90. Y0.0 Z68 R43.
 N1070 G81 X0.0 Y-90. Z68 R43.
 N1080 G80
 N1100 T08 M06
 N1110 G56 H08
 N1120 G00 G90 Z3 B180. C0.0
 N1130 X90. Y0.0 S15 M03
 N1140 G84 Z67.5 R42.5 F4
 N1150 X0.0 Y90.
 N1160 X-90. Y0.0
 N1170 X0.0 Y-90. N1180 G80
 N1200 T09 M06
 N1210 G56 H09
 N1220 G00 G90 Z-6
 N1230 X0.0 Y0.0 S8 M03
 N1240 G81 Z72 F0.3
 N1250 G00 Z-6
 N1270 T02 M06
 N1280 G56 H02
 N1290 G00 G90 Z8.192
 N1300 X0.0 Y0.0 S410 M03
 N1310 X37.83
 N1320 G01 X34.831 Z8.297 F690.
 N1330 X28.615 Z2.5 F749.
 N1340 X15.485 F912.
 N1350 X11.72 Z6.011 F1686.
 N1360 X6.723 Z5.836
 N1370 G00 Z-.501
 N1380 X6.723 Y0.0 S410 M03
 N1390 X160.062
 N1400 Z10.5
 N1410 G01 X157.062 F163.
 N1420 X135. F166.
 N1430 X132.

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		79

N1440 G00 Y0.0 Z7.5 S410 M03

N1450 X150.

N1460 G01 Z10.5 F174.

N1470 Z161.648

N1480 Z164.648

N1490 M02

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

План-конспект занятия теоретического обучения

Занятие в центре ДПО ПАО МЗиК

Тема: «Органы управления и стойки ЧПУ станка»

Цели занятия:

Образовательная:

Формирование основных понятий об органах управления станком с ЧПУ.
Ознакомление со стойками ЧПУ станка.

Развивающая:

- развитие знаний об органах управления и их назначением;
- развитие технического мышления;

Воспитательная:

- воспитывать интерес к изучаемой профессии;
- формирование сознательного отношения к изучаемому материалу;
- воспитывать такие качества личности, как дисциплина, самостоятельность, трудолюбие, и т.д.;

Тип занятия: урок ознакомления с новым материалом

Структура занятия:

1. Организационный момент 5 мин
2. Сообщение темы занятия и постановка целей 3 мин
3. Актуализация опорных знаний 10 мин
4. Изучение нового материала 40 мин
5. Закрепление изученного материала 10 мин
6. Подведение итогов работы 5 мин
7. Домашнее задание 5 мин

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		81

Таблица 1– Деятельность преподавателя и обучающихся

Элементы структуры занятия	Содержание учебного материала	Деятельность преподавателя	Деятельность обучающихся
1	2	3	4
1.Организа- ционная часть (5 мин.)		Приветствие. Проверка готовности к занятию учащихся, оборудования, классного помещения. Выявление отсутствующих.	
2.Сообщение темы занятия, постановка целей (3 мин)	Темой занятия является органы управления станка с ЧПУ. Стойки станка с ЧПУ. Цель: сформировать основные понятия об органах управления станком с ЧПУ и познакомить учащихся со стойками ЧПУ станка.	Объявляет тему занятия и его цели	слушают
3.Актуализация опорных знаний (10 мин)	Вопросы: 1.В каких органах станка с ЧПУ используются гидравлические системы? 2.Для чего в станках с ЧПУ может использоваться пневматическое устройство? 3. В чем состоит особенность проектировании тех процесса на станке с ЧПУ?	Задаёт вопросы, слушает учащихся	Отвечают на вопросы
4.Изучение нового материала (40 мин.)	План изложения материала: 1.Органы управления станка. 2. Стойки ЧПУ станка	Объясняет новый материал. Демонстрирует слайды презентации.	Слушают, конспектирую т, смотрят, запоминают.
5.Закрепление полученных знаний (10 мин.)	Вопросы для закрепления знаний. 1.Для чего нужны клавиши ввода символов и букв? 2. Какие бывают мониторы стоек станков с ЧПУ	Задаёт вопросы, слушает ответы, анализирует. Оценивает уровень усвоения материала	устно отвечают на вопросы преподавателя , дополняют друг друга

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
	3. Какие клавиши меняют режимы работы станка?		
6. Подведение итогов (5 мин.)	Обобщает пройденный материал, сообщает о достигнутых целях занятия.	Делает вывод	слушают

Краткий конспект новых знаний

Большинство органов управления современного станка с ЧПУ сосредоточено на передней панели стойки ЧПУ. К органам управления относятся различные переключатели и клавиши, а так же дисплей, позволяющий оператору «общаться» со станком. Любая стойка ЧПУ имеет клавиатуру: либо полноразмерную, аналогичную клавиатуре обычного персонального компьютера, либо ограниченную, которая позволяет вводить только основные символы и знаки программирования. (3 слайд).

Рассмотрим органы управления на стойке станка с ЧПУ Okuma серии Multus B300PW.

Все клавиши, переключатели и рукоятки станка можно условно разделить на несколько функциональных групп:

1. *Клавиши для ввода различных символов, букв и цифр*

При помощи клавиатуры УЧПУ оператор станка может составить программу обработки прямо на экране, вводя G коды, различные слова данных и специальные символы программирования (например, знак конца кадра). В случае ограниченной клавиатуры, одна клавиша может отвечать за несколько символов (адресов) (4 слайд).

2. *Клавиши редактирования и курсора*

Клавиши редактирования позволяют оператору станка изменять содержимое управляющей программы. Курсорные клавиши предназначены для навигации по программе (5 слайд).

3. Программные или экранные клавиши

Программные клавиши используются для выполнения различных функций в зависимости от программного обеспечения системы ЧПУ и текущего экранного режима. Обычно эти клавиши расположены прямо под дисплеем, а их текущие функции отображаются в нижней части дисплея (5 слайд).

4. Клавиши и переключатели режимов работы станка

Станок с ЧПУ имеет несколько режимов работы. Для перехода из одного режима в другой обычно используется специальный переключатель (6 слайд).

5. Кнопки прямого управления осевыми перемещениями

При помощи этих кнопок оператор может перемещать исполнительные органы станка в осевых направлениях на рабочей подаче или на ускоренной подаче (6 слайд).

6. Рукоятки управления скоростью подачи и вращения шпинделя

Многие станки имеют средства для прямого (без программирования G и M кодов) включения/выключения шпинделя и управления скоростью его вращения. Система ЧПУ предоставляет оператору станка возможность корректировки запрограммированной скорости подачи и частоты вращения шпинделя в определенных диапазонах (6 слайд)..

7. Клавиши и переключатели для работы со специальными функциями станка

За включение и выключение освещения рабочей зоны станка, управление системой удаления стружки и другие вспомогательные действия отвечают клавиши и переключатели для работы со специальными функциями (7 слайд)..

8. Клавиши цикла программирования

За пуск управляющей программы отвечает кнопка «Старт цикла», а за

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		84

ее останов – кнопки «Останов подачи» или «Сброс». К этой же группе относятся клавиши для активации функций выборочной остановки «M01», пропуска кадра «/», покадрового выполнения программы, пробного прогона и блокировки осевых перемещений (7 слайд)..

Стойки ЧПУ станка

Станки с ЧПУ прочно вошли в нашу жизнь и стали незаменимыми помощниками человека в производственной деятельности. Без этих систем было бы невозможно изготавливать многие, успевшие стать привычными и обыденными вещи. Причем все необходимые детали станки под управлением ЧПУ обрабатывают быстро и качественно, с недостижимой ранее точностью, а при массовом производстве – невероятно низкой себестоимостью. Дальнейшее развитие систем ЧПУ идет по пути объединения отдельных станков в производственные комплексы, удешевления процесса подготовки производства и снижения стоимости управляющих систем (8 слайд).

Системы ЧПУ всемирно признанных лидеров отрасли

Программное обеспечение для цифровой управляющей системы **SINUMERIK**, которую выпускает всемирно известная корпорация **SIEMENS AG**, также базируется на G и M кодах, но содержит и некоторые дополнительные команды, не включенные в стандарт. Современные полностью цифровые системы на базе платформы Sinumerik 840D используются на самых ответственных процессах металлообработки, требующих высокой точности и быстродействия (9 слайд).

Многовариантность и гибкость программирования в G и M кодах учтена создателями программных станций и передовых систем ЧПУ **HEIDENHAIN**. Эта немецкая компания успешно работает в направлении модернизации устаревших станков NC за счет установки новых управляющих систем. Универсальные программные станции от компании

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		85

Heidenhain позволяют не только создавать необходимые программы обработки на персональных компьютерах, но и тестировать ПО, подготовленное при помощи CAD-CAM систем (10 слайд).

Системы управления, которые производит японская компания FANUC, известны во всем мире и используются на многих предприятиях. Очень популярны стойки ЧПУ от **FANUC LTD** и в России. Специалисты этой корпорации одними из первых адаптировали работу своих систем под программы в G и M кодах, и сумели организовать работу самых сложных систем строго в рамках стандарта программирования. Распространенные стойки FANUC серии 0i рассчитаны на работу с 6-8 управляемыми осями (одновременное управление – 4 оси). Стойки серий 30i-35i позволяют производить высокоточную обработку на наивысших скоростях, и являются пока недостижимым ориентиром для многих конкурентов (11 слайд).

Успешно работает в России и странах СНГ испанская компания **FAGOR AUTOMATION**. Ее последние разработки, к которым относится ЧПУ FAGOR CNC 8070, полностью совместимы с персональным компьютером, имеют феноменальные возможности и могут управлять самыми сложными станками. Возможно управление по 28 (!) интерполируемым осям (4 канала одновременно), может поддерживать по 4 шпинделя и инструментальных магазина. Создатели системы гарантируют скоростную обработку, нанометрическую точность и высочайшую чистоту обработки поверхности (12 слайд).

Приятно отметить, что наряду с иностранными компаниями на рынке разработки и производства систем управления для станков с ЧПУ с 1998 года успешно работает российская компания «**БАЛТ-СИСТЕМ**». Специалисты считают, что при модернизации устаревшего оборудования выгоднее всего устанавливать системы от «Балт-Систем», так как они в несколько раз дешевле импортных, вполне надежны и функциональны. На российских предприятиях успешно работают и отлично себя зарекомендовали устройства

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		86

ЧПУ NC-210, NC-220, NC-230. Самые сложные обрабатывающие центры и высокоскоростные многосуппортные станки могут работать под управлением стойки NC-110, которая на сегодня является лучшей в соотношении цена-качество (13 слайд).

OKUMA

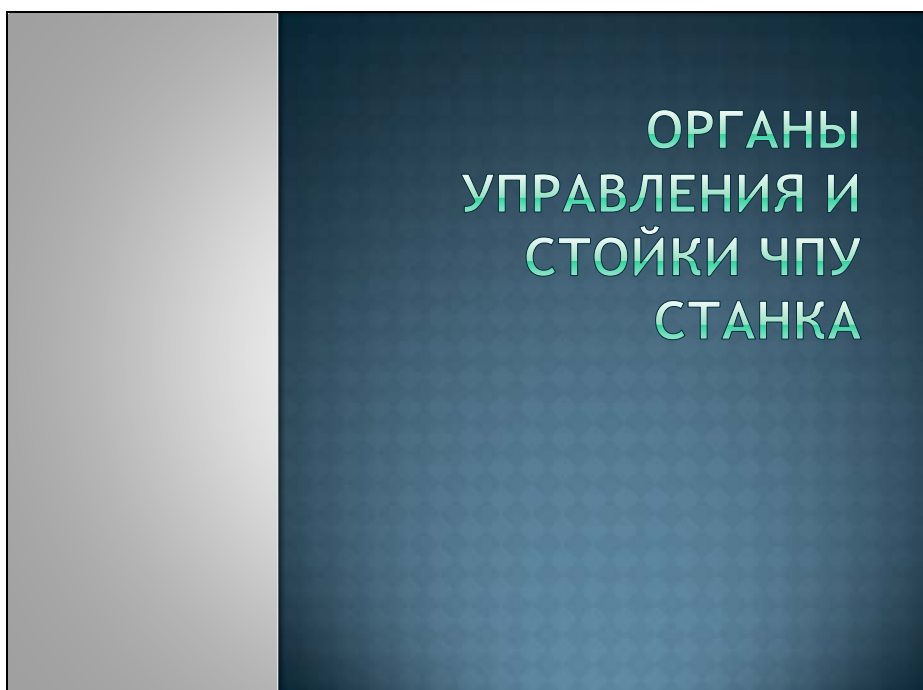
Еще один представитель японского станкостроения корпорация OKUMA. Программируемые стойки OKUMA оснащаются одноименной системой ЧПУ, которая позволяет создавать управляющие программы непосредственно на станке, а так же использовать САD-системы для формирования контура обрабатываемой детали и разработки управляющей программы. (14 слайд)

Контрольные вопросы по презентации (15 слайд)

1. Для чего нужны клавиши ввода символов и букв?
2. Какие бывают мониторы стоек станков с ЧПУ?
3. Какие клавиши меняют режимы работы станка?
4. Назовите наиболее запомнившиеся стойки ЧПУ станка.

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		87

Презентация к занятию



СОДЕРЖАНИЕ

1. Органы управления.....(слайд 3)
2. Стойки ЧПУ станка.....(слайд 8)
3. Использованные источники.....(слайд 16)

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ



ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ



Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

Программные или
экранные клавиши

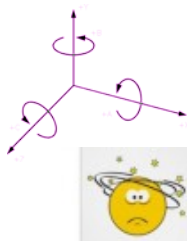
Клавиши
редактирования и
курсора



ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

Клавиши и переключатели
режимов работы станка

Кнопки прямого
управления
осевыми
перемещениями



Рукоятки управления скоростью подачи и
вращения шпинделя



Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

90

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

Клавиши и переключатели для работы со специальными функциями станка



Клавиши цикла программирования

старт

останов



СТОЙКИ ЧПУ СТАНКА



Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

91

СТОЙКИ ЧПУ СТАНКА

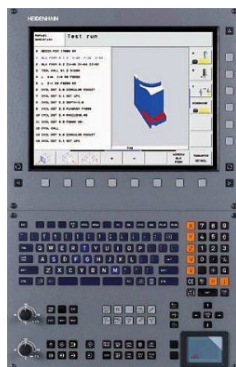
Программное обеспечение для цифровой управляющей системы SINUMERIK, которую выпускает всемирно известная корпорация SIEMENS AG, также базируется на G и M кодах, но содержит и некоторые дополнительные команды, не включенные в стандарт.

SIEMENS



СТОЙКИ ЧПУ СТАНКА

Многовариантность и гибкость программирования в G и M кодах учтена создателями программных станций и передовых систем ЧПУ HEIDENHAIN. Эта немецкая компания успешно работает в направлении модернизации устаревших станков NC за счет установки новых управляющих систем.



Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

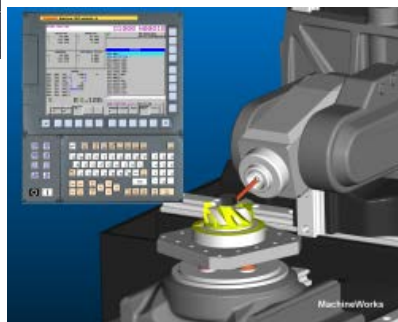
Лист

92

СТОЙКИ ЧПУ СТАНКА



Системы управления, которые производит японская компания FANUC, известны во всем мире и используются на многих предприятиях. Очень популярны стойки ЧПУ от FANUC LTD и в России.



СТОЙКИ ЧПУ СТАНКА

Успешно работает в России и странах СНГ испанская компания FAGOR AUTOMATION. Ее последние разработки, к которым относится ЧПУ FAGOR CNC 8070, полностью совместимы с персональным компьютером, имеют феноменальные возможности и могут управлять самыми сложными станками.



Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

93

СТОЙКИ ЧПУ СТАНКА

Приятно отметить, что наряду с иностранными компаниями на рынке разработки и производства систем управления для станков с ЧПУ с 1998 года успешно работает российская компания «БАЛТ-СИСТЕМ».



СТОЙКИ ЧПУ СТАНКА



Еще один представитель японского станкостроения корпорация OKUMA. Программируемые стойки OKUMA оснащаются одноименной системой ЧПУ, которая позволяет создавать управляющие программы непосредственно на станке, а также использовать CAD-системы для формирования контура обрабатываемой детали и разработки управляющей программы.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

94

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего нужны клавиши ввода символов и букв?
2. Какие бывают мониторы стоек станков с ЧПУ?
3. Какие клавиши меняют режимы работы станка?
4. Назовите наиболее запомнившиеся стойки ЧПУ станка.



ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. https://studopedia.su/8_6176_organi-upravleniya-stanka-s-chpu.html
2. <https://kospas.ru/sistemy-cnc>



Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.784 ПЗ

Лист

95

Комплект технологической документации

Титульный лист технологического процесса

Маршрутная карта

Карта эскизов

Операционная карта

					ДП 44.03.04.784 ПЗ	Лист
						96
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		