

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

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КЛАПАН»*

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: 814

Екатеринбург

2017

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

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КЛАПАН»*

Исполнитель:

студент группы ЗТО-502

Сундырев А.А.

Руководитель:

Ст. преподаватель

Костина О.В.

Нормоконтролер:

доцент, к.т.н.

Суриков В.П.

Екатеринбург

2017

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 115 листов печатного текста, 6 рисунков, 40 таблиц, 27 использованных источников, 5 приложений на 33 листах.

Ключевые слова: ШТАМПОВКА, РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, ПЕРЕПОДГОТОВКА РАБОЧИХ.

В выпускной работе усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Клапан».

Выбрано современное оборудование и режущие инструменты. Рассчитаны режимы резания и технические нормы времени на изготовление детали. Разработана управляющая программа для обработки детали.

Рассчитаны экономические показатели для разработанного технологического процесса.

Проанализирован профессиональный стандарт «Оператора-наладчика обрабатывающих центров», проанализирован учебный план и разработано методическое обеспечение к занятию по теме «Классификация систем с ЧПУ»

					ДП 44.03.04.814.ПЗ			
<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Клапан» Пояснительная записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листо</i>
Разраб.	Сундырев А.А.						2	115
Пров.	Костина О.В.							
Н. контр	Суриков В.П.							
Зав. каф.	Бородина Н.В.							
						ФГАОУ ВО РГПСУ, ИИПО, Каф. ТМС, группа ЗТО-502		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	7
1.1. Исходные данные	7
1.2. Анализ технологичности детали	8
1.3. Определение типа производства	9
1.4. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления	11
1.4.1. Заготовка – поковка – штамповка на горизонтально-ковочных машинах	11
1.4.3. Экономическое обоснование заготовки	12
1.4.3.1. Экономический расчет заготовки – поковки штампованной	12
1.4.3.2. Экономический расчет заготовки – прокат	13
1.5. Выбор технологических баз	14
1.6. Разработка технологического маршрута обработки детали	16
1.7. Выбор средств технологического оснащения	19
1.8. Выбор режущего и мерительного инструмента	21
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ	24
2.1. Расчет припусков	24
2.2. Расчет точности обработки	26
2.3. Расчет технологических размерных цепей	30
2.4. Расчет режимов резания	31
2.5. Расчет технических норм времени	35
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ	38
3.1. Система ЧПУ «Окума»	38
3.2. Фрагмент управляющей программы для обработки детали «Клапан» .	42

						Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ДП 44.03.04.841.ПЗ

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	44
4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия	44
4.2. Расчет капитальных затрат	44
4.3. Расчет технологической себестоимости детали	48
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	66
4.1. Вводная часть	66
4.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»	69
4.3. Анализ учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор станков с ЧПУ» в Региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования ПАО «МЗиК»	73
4.4. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Классификация систем ЧПУ»	75
4.5. Разработка плана проведения занятия	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	80
Приложение А. Перечень графического материала	83
Приложение Б. Управляющая программа	84
Приложение В. Конспект урока по теме «Классификация систем с ЧПУ»	96
Приложение Г. Презентация к занятию по теме «Классификация систем с ЧПУ»	100
Приложение Д. Комплект технологической документации	110

ВВЕДЕНИЕ

Современный уровень технического прогресса, непрерывное создание новых совершенных высокопроизводительных, автоматизированных и высокоточных машин, основанных на использовании новейших достижений науки, требуют подготовки высокообразованных инженеров, обладающих глубокими теоретическими знаниями и хорошо владеющих новой техникой и технологией производства.

В настоящее время вопрос развития производства в экономике серьёзная и наукоёмкая задача, но без развития производства и вложения в него средств предприятия существовать не могут. В связи с этим предприятия ищут возможности и средства для успешной работы и дальнейшего развития. Сейчас заметно стремление заводов максимально снижать себестоимость своей продукции, применять более высокопроизводительное оборудование и оснастку, оснащать станки промышленными роботами. Вырос выпуск и ввод в эксплуатацию автоматов роботов, автоматизированных поточных линий, металлорежущих станков и обрабатывающих центров с ЧПУ. Повышение качества продукции является непрерывным условием решения проблем качества.

Целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Клапан». В разработанном технологическом процессе будут применяться станки с ЧПУ и высокопроизводительного инструмента фирмы Sandvik Coromant.

Достижение цели определило ряд задач:

- 1) Анализ исходных данных: служебного назначения, технических характеристик, технологичности конструкции детали «Клапан»;
- 2) Выбор заготовки и метода ее получения;
- 3) Решение вопросов базирования;

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

- 4) Выбор оборудования и режущего инструмента;
- 5) Разработка технологического маршрута обработки детали;
- 6) Расчет экономических показателей технологического процесса;
- 9) Разработка методической части по переподготовке рабочих

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Исходные данные и служебное назначение детали

Деталь – клапан

Заготовка – поковка штампованная

Масса заготовки – 2,7 кг

Точность штамповки в соответствии с ГОСТ 7505-89

Клапаны служат для регулирования подачи жидкости. При увеличении давления выше нормы жидкость давит на клапан, который, сжимая пружину, перемещается влево, при этом жидкость выходит через отверстия клапана в корпус предохранительного клапана.

Деталь изготавливается из деформируемого титанового сплава ВТ6

Таблица 1 – Химический состав в % материала ВТ6 ГОСТ 19807 - 91

Fe	C	Si	V	N	Ti	Al	Zr	O	H	Примесей
до 0.6	до 0.1	до 0.1	3.5 - 5.3	до 0.05	86.45 - 90.9	5.3 - 6.8	до 0.3	до 0.2	до 0.015	прочих 0.3

Примечание: **Ti** - основа; процентное содержание **Ti** дано приблизительно

Таблица 2 - Механические свойства при T=20°C материала ВТ6

Сортамент -	Размер мм	Напр. -	s_b МПа	s_T МПа	d_5 %	y %	КСУ кДж / м ²	Термообр. -
Лист отожжен., ГОСТ 22178-76			885		8			
Прутки, повышенн. качество, ГОСТ 26492-85			835- 1050		6-10	20-30	300-400	Отжиг
Прутки, ГОСТ 26492-85			1080		4	12	200	Закалка и старение
Прутки, ГОСТ 26492-85			835- 885		6-8	15-20	250	Отжиг
Прутки, повышенн. качество, ГОСТ 26492-85			1080		6	20	250-300	Закалка и старение
Штамповка			950- 1100		10-13	35-60	400-800	Отжиг

Таблица 3 - Технологические свойства материала ВТ6

Свариваемость:	без ограничений.
Твердость ВТ6 после закалки и старения, Пруток	$HB 10^{-1} = 293 - 361$ МПа
Твердость ВТ6 после отжига, Штамповка	$HB 10^{-1} = 255 - 341$ МПа

Таблица 4 - Физические свойства материала ВТ6

Т	$E 10^{-5}$	$\alpha 10^6$	λ	ρ	С	$R 10^9$
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	1.15		8.37	4450		1600
100		8.4	9.21			1820
200		8.7	10.88		0.586	2020
300		9	11.7		0.67	2120
400		10	12.56		0.712	2140
500			13.82		0.795	
600			15.49		0.879	
Т	$E 10^{-5}$	$\alpha 10^6$	λ	ρ	С	$R 10^9$

1.2. Анализ технологичности детали

Основной технологической задачей при обработке клапана является обеспечение:

1) точности размеров ($\varnothing 80f9$, $\varnothing 2H14$, $\varnothing 15H14$, $\varnothing 45h14$, $\varnothing 57H12$, $\varnothing 60h14$, $\varnothing 64h14$, $\varnothing 110H11$, $\varnothing 118h11$, $2,5 \pm 0,2$, $18 \pm 0,5$, $24 \pm 0,2$, $55 \pm JT14/2$, $66_{0,5}$, $72_{-0,5}$, $78H12$, фаска $0,6 \times 45^\circ$);

2) допусков формы и расположения поверхности нет;

3) качества поверхностного слоя - $R_a=6,3$.

Качественная оценка:

1) Конфигурация детали и материал позволяет применять заготовки поковки штампованные, прокат.

2) При конструировании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные

методы производства. Есть удобные и надежные технологические базы в процессе обработки. Деталь средних размеров, имеются отверстия $\varnothing 2$ мм.

3) Обоснованы заданные требования к точности размеров и формы детали.

4) Использована унификация элементов детали (имеются шестнадцать одинаковых отверстий $\varnothing 15$ и шесть отверстий $\varnothing 2$ мм).

5) Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки.

По качественным показателям деталь не является технологичной.

Количественная оценка:

1) Коэффициент использования материала

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}} = \frac{2,3}{5,1} = 0,45$$

2) Коэффициенту точности обработки детали

$$K_{\text{т}} = \frac{T_{\text{н}}}{T_{\text{о}}} = 0,$$

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

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

2) Коэффициенту шероховатости поверхности детали

$$K_{\text{ш}} = \frac{\text{Ш}_{\text{н}}}{\text{Ш}_{\text{о}}} = 0,$$

где $\text{Ш}_{\text{н}}$ – число поверхностей детали, не обоснованной шероховатости, шт;

$\text{Ш}_{\text{о}}$ – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке.

б) В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что деталь технологична.

1.3. Определение типа производства

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{\text{з.о.}}$, который определяется по формуле [5, с. 33]:

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.814.ПЗ				

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P},$$

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

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

Годовая программа выпуска равна $N=500$ шт. в год.

Установим соотношение между трудоемкостью выполнения операций и производительностью рабочих мест (оборудования) в соответствии с нормативными коэффициентами загрузки оборудования.

Зная штучное время $T_{шт}$, определим количество станков [5, с. 34]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт} \text{ (ш - к)}}{60 \cdot Fg \cdot \eta_{з.н.}},$$

где $Fg = 4029$ ч – действительный годовой фонд времени (при двухсменной работе);

$\eta_{з.н.} = 0,65 - 0,75$ – нормативный коэффициент загрузки для серийного производства.

Фактический коэффициент загрузки $\eta_{ф.н.}$ определяется по формуле [5, с. 35]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{p}$$

Определим количество операций по формуле [5, с. 35]:

$$O = \eta_{з.н.} / \eta_{з.ф.}$$

Все данные для расчета $K_{з.о.}$ занесем в таблицу 6.

Коэффициент закрепления операций

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{36}{4} = 9$$

$$1 < 3,75 < 10$$

$1 < K_{з.о.} < 10$ – характеристика серийного производства.

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определение организационно-технологической характеристики типа производства

Форма организации производственного процесса – групповая.

Определим количество деталей в партии по формуле [5, с. 36]:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}$$

где a – периодичность запуска в днях,

254 – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{500 \cdot 6}{254} = 12 \text{ шт.}$$

12 шт. – размер партии деталей.

Таблица 5 – Данные для расчета $K_{з.о}$

Операция	$T_{шт.}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
Токарная	23,01	0,07	1	0,07	10
Токарная	397,63	1,17	2	0,59	2
Радиально-сверлильная	482,96	1,42	2	0,71	1
Вертикально-сверлильная	10,5	0,03	1	0,03	23
	$\sum T_{шт.(ш-к)} = 914,1$ МИН		$\sum P = 6$		$\sum O = 36$

1.4. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления

При выборе заготовки необходимо:

- установить способ получения заготовки;
- рассчитать припуски на обработку каждой поверхности;
- рассчитать размеры и указать допуски на заготовку;
- разработать чертеж заготовки.

1.4.1. Заготовка – поковка-штампованная на горизонтально-ковочных машинах

Точность поковки Т3 (ГОСТ 7505-89)

Таблица 6 – Данные для расчета заготовки поковки - штамповки

Размер поверхности, мм	Класс точности	Ряд припусков	Допуски на заготовку, мм	Припуски на сторону, мм	Расчетный размер, мм	Размер заготовки с допуском
Ø 118h11	3	12	2,5(^{+1,6} _{-0,9})	1,8	118+2·1,8=121,6	Ø121,6 ^{+1,6} _{-0,9}
Ø 64h14			2,2(^{+1,4} _{-0,8})	1,7	64+2·1,7=67,4	Ø67,4 ^{+1,4} _{-0,8}
Ø 57H12			2,2(^{+1,4} _{-0,8})	1,7	57-2·1,7=53,6	Ø53,6 ^{+1,4} _{-0,8}
52 JT14/2			2,2(^{+1,4} _{-0,8})	1,7	52+1,7-1,7=52	52 ^{+1,4} _{-0,8}
53 h14			2,2(^{+1,4} _{-0,8})	1,7	53+2·1,7=56,4	56,4 ^{+1,4} _{-0,8}
78H12			2,2(^{+1,4} _{-0,8})	1,7	78+1,7-1,7=78	78 ^{+1,4} _{-0,8}

1.4.2. Заготовка – прокат

Точность проката ГОСТ 2590-71

Таблица 8 – Данные для расчета заготовки прокат

Размер поверхности, мм	Класс точности	Ряд припусков	Допуски на заготовку, мм	Припуски на сторону, мм	Расчетный размер, мм	Размер заготовки с допуском
118 _{-0,22}	B1	-	2,6(^{+0,6} ₋₂)	3	118+3,5·2 = 125	Ø125 ^{+0,6} ₋₂
105	js16	-	2,2 (±1,1)	3	105+2,5·2 = 110	110±1,1

1.4.3. Экономическое обоснование выбора заготовки

1.4.3.1. Экономический расчет заготовки – поковки штампованной

$$m_{заг} = V \cdot \rho \cdot 10^{-6} \quad \rho = 7,8$$

$$m_{заг} = 648641,51 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 5,1 \text{ кг - масса заготовки}$$

$$k_{и.м} = \frac{m_{дет}}{m_{заг}} = \frac{2,3}{5,1} = 0,45 \text{ - коэффициент использования материала}$$

$$C_з = M \cdot Ц_M - M_о \cdot Ц_о + C_{з.ч} \cdot T_{шт} \left(1 + \frac{C_у}{100}\right) \text{ - стоимость заготовки}$$

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.814.ПЗ				

$$C_3 = \frac{5,1 \cdot 470000}{1000} - \frac{2,8 \cdot 9460}{1000} + 150 \cdot 6,74 \left(1 + \frac{100}{100}\right) = 4392,5 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки поковки равна 4392,5 руб.

1.4.3.2. Экономический расчет заготовки - проката

$$m_{заг} = V \cdot \rho \cdot 10^{-6} \quad \rho = 7,8$$

$$m_{заг} = 1349903,1 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 10,5 \text{ кг - масса заготовки}$$

$$K_{и.м} = \frac{m_{дет}}{m_{заг}} = \frac{2,3}{10,5} = 0,22 \text{ - коэффициент использования материала}$$

$$C_3 = M \cdot C_M - M_o \cdot C_o + C_{з.ч} \cdot T_{шт} \left(1 + \frac{C_y}{100}\right) \text{ - стоимость заготовки}$$

$$C_3 = \frac{10,5 \cdot 359000}{1000} - \frac{8,2 \cdot 17300}{1000} + 150 \cdot 6,74 \cdot \left(1 + \frac{100}{100}\right) = 5649,6 \text{ руб}$$

Стоимость заготовки проката равна 5649,6 руб.

Полученный данные для расчета стоимости заготовки поковки на горизонтально-ковочных машинах и заготовки проката сведем в таблицу 7.

Таблица 7 – Данные для расчета стоимости заготовки по вариантам

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-й вариант	2-й вариант
Материал детали – Сталь ВТ6	Вид заготовки	Штамповка покованная	Прокат
Масса детали – 2,3 кг	Группа стали	М2	М2
Годовая программа – 20000 шт.	Степень сложности	С3	-
Такт выпуска – 12 шт.	Класс точности	3	Б1
Тип производства – среднесерийное	Исходный индекс	12	-
	Масса заготовки, кг	5,1	10,5
	Стоимость 1 т заготовок	470000	359000
	Стоимость 1 т стружки	9460	17300
	Коэффициент использования материала $K_{и.м}$	0,45	0,22

$\Delta_3 = (C_{31} - C_{32}) \cdot N$ - экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовок, при которых технологический процесс механической обработки не меняется.

$$\mathcal{E}_3 = (5649,6 - 4392,5) \cdot 40000 = 50284000 \text{ руб.}$$

Вывод: исходя из экономических расчетов, выбираем заготовку – штамповку, т.к. она является более экономичной.

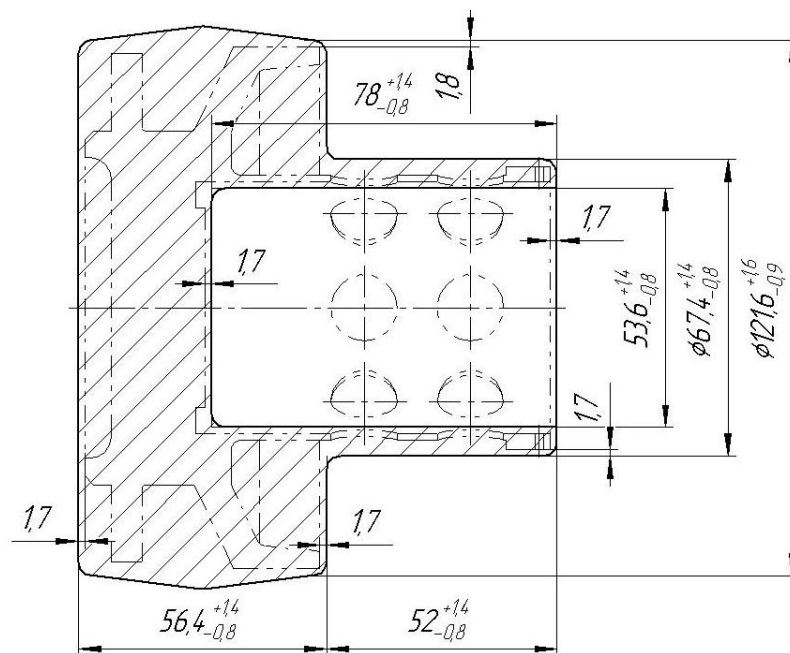


Рисунок 1 - Эскиз заготовки – поковки-штампованной детали «Клапан»

1.5. Выбор технологических баз

Основные принципы и требования к выбору технологических баз:

- принцип совмещения баз, когда в качестве технологических баз принимают основные базы, т.е. конструкторские базы, используемые для определения положения детали в изделии. В случае несовпадения технологических и конструкторских баз возникает необходимость пересчета допусков, заданных конструктором, в сторону их уменьшения;
- принцип постоянства баз, когда на всех основных операциях используют одни и те же базы. Для соблюдения этого принципа часто создают базы, не имеющие конструктивного назначения (например, центровые гнезда у валов и т. п.);
- требование хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

Следует иметь в виду, что наибольшая точность достигается при условии использования на всех операциях механической обработки одних и тех же комплектов баз, т.е. при соблюдении принципа их единства.

Оценку точности базирования при выполнении каждой операции рекомендуется производить в следующем порядке:

1. Установить соблюдается ли принцип совмещения баз при выдерживании заданных размеров. При этом следует рассмотреть основные размеры или группы идентичных размеров детали по различным координатным направлениям (например, для цилиндрической детали – осевые размеры, радиальное биение поверхностей и др.). Если указанный принцип соблюдается, погрешность базирования равна нулю, а анализ точности базирования на этом заканчивается.

2. Если принцип совмещения баз не соблюдается, установить оказывает ли это влияние на точность обработки по данным параметрам. Следует иметь в виду, что в ряде случаев точность размеров обеспечивается за счет наладки инструментов относительно друг друга и от базирования не зависит.

Операция 005 Комплексная с ЧПУ

Обработывающий центр фирмы OKUMA- LT2000EX

Переходы 1,2,3,4,5,6,7

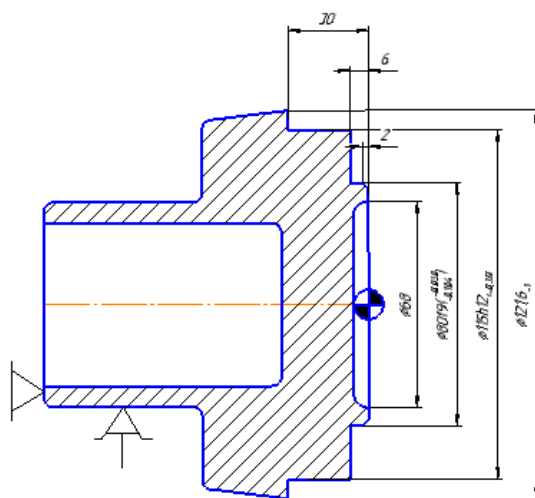


Рисунок 2 – Операция комплексная установ А

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.814.ПЗ					

$\Delta E_6 = 0 \text{ мм}$

Конструкторская и технологическая базы совпадают.

Переходы 8-24

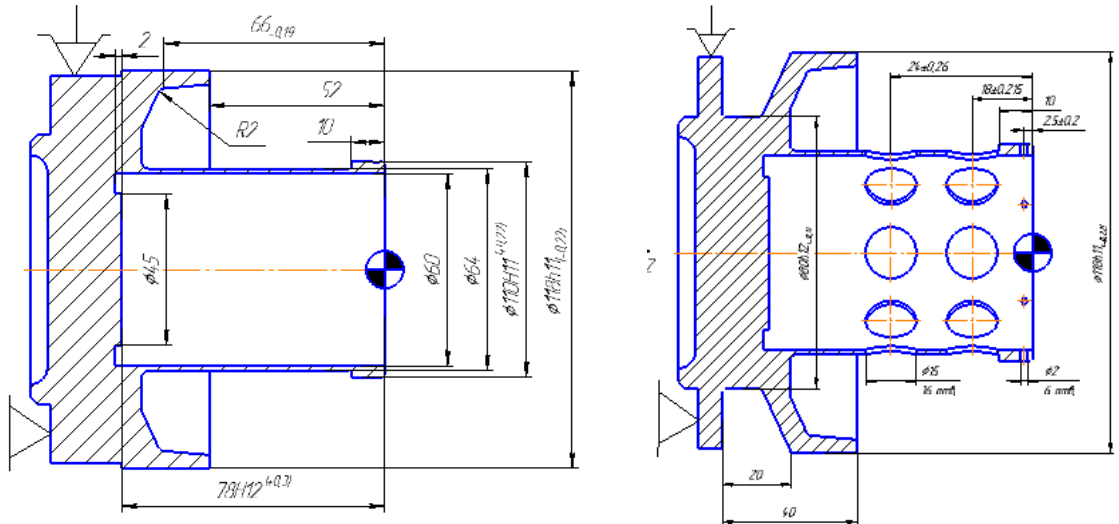


Рисунок 3 – Операция комплексная установ Б

$\Delta E_6 = 0 \text{ мм}$

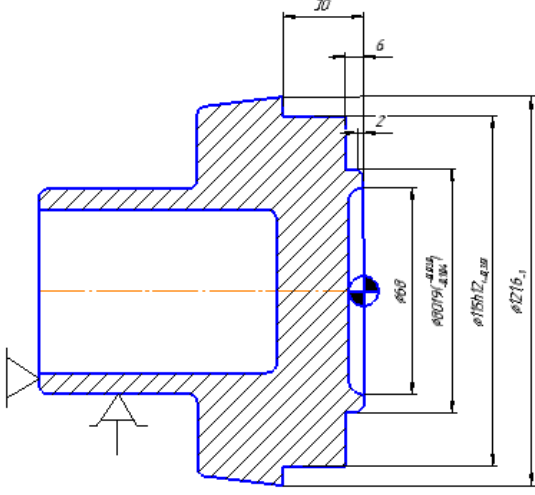
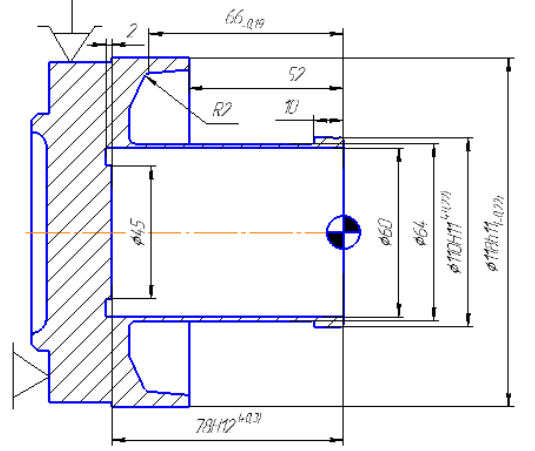
Конструкторская и технологическая базы совпадают.

1.6. Разработка технологического маршрута обработки детали

В связи с переводом изготовления детали на станки с ЧПУ предлагается следующий технологический процесс изготовления детали «Клапан». Усовершенствованный технологический процесс представлен в таблице 8.

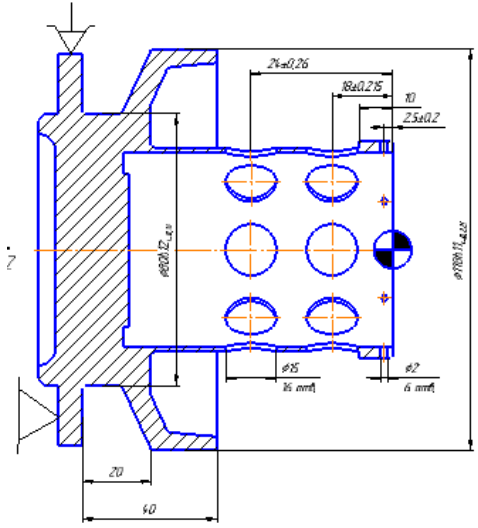
									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.814.ПЗ				

Таблица 8 – Технологический маршрут механической обработки клапана

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Операционный эскиз
1	2	3
005	<p align="center"><u>Комплексная с ЧПУ</u> <u>Установ А</u></p> <p>А. Установить, закрепить деталь</p> <p>1. Точить торец 1, выдерживая размер $55,4^{+1,4}_{-0,8}$, точить пов. 2 предварительно, выдерживая размер $\phi 119h13$, $30h14$ и шероховатость $Ra12,5$</p> <p>2. Фрезеровать отверстие $\phi 68$</p> <p>2. Точить пов. 2 окончательно, выдерживая размер $\phi 115h11$, $30h14$ и шероховатость $Ra6,3$.</p> <p>Б. Снять деталь</p>	
	<p align="center"><u>Установ Б</u></p> <p>Переустановить, закрепить деталь</p> <p>1. Точить торец 3 и пов. 2 предварительно, выдерживая размеры: $72\pm 0,5$, $\phi 119h13$ и шероховатость $Ra12,5$</p> <p>2. Точить торец 3 и пов. 2 окончательно, выдерживая размеры: $50,3\pm 0,37$, $\phi 118h11$ и шероховатость $Ra6,3$</p> <p>3. Сверлить отв. пов. 5, расточить отв. пов. 5 предварительно, выдерживая размеры: $53,7_{-1,2}$, $\phi 118h11$, $\phi 55,6H14$ и шероховатость $Ra12,5$</p> <p>4. Точить торец 4, расточить отв. пов. 5 окончательно, выдерживая размеры: $52\pm 0,14/2$, $53,7_{-0,74}$, $\phi 57H12$, $78H12$ и шероховатость $Ra6,3$</p> <p>5-6. Точить пов. 6, 7 предварительно, точить канавку в отв. пов. 5, выдерживая размеры: $\phi 65,4h14$, $\phi 106H14$, $70_{-0,74}$, $66_{-0,5}$, $\phi 45h14$, $2\pm 0,15$ и шероховатость $Ra12,5$ и $Ra6,3$</p> <p>7. Точить пов. 6, 7 окончательно, точить фаску, выдерживая размеры: $\phi 64h14$, $\phi 110H11$, $72_{-0,5}$, $66_{-0,5}$, $0,6 \times 45^\circ$ и шероховатость $Ra6,3$</p> <p>8. Точить канавку шириной 10 мм под дальнейшее точение пов. 8, выдерживая размеры: $10h14$, $\phi 60h14$ и шероховатость $Ra6,3$</p>	

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

Продолжение таблицы 8

1	2	3
010	9. Точить пов. 8, выдерживая размеры: $\phi 60h14, 72_{-0,5}$	 <p>The drawing shows a cross-section of a mechanical part. It features a central rectangular block with a 3x3 grid of circular holes. The overall width is 60 mm, and the height is 40 mm. The central block has a width of 24 mm and a height of 12 mm. The holes have a diameter of 15 mm. The drawing includes various dimensions and tolerances, such as $24_{\pm 0,25}$, $12_{\pm 0,25}$, $15_{\pm 0,2}$, $6_{\pm 0,2}$, 20, 40, $\phi 60h14$, $\phi 15h14$, and $\phi 2$. The part is shown with a hatched section on the left side.</p>
	9. Сверлить последовательно 2 отверстия $\phi 5h14$.	
	10. Повернуть деталь на 45°	
	11. Сверлить последовательно 2 отверстия $\phi 5h14$.	
	12. Повернуть деталь на 45°	
	13. Сверлить последовательно 2 отверстия $\phi 5h14$.	
	14. Повернуть деталь на 45°	
	15. Сверлить последовательно 2 отверстия $\phi 5h14$.	
	16. Повернуть деталь на 45°	
	17. Сверлить последовательно 2 отверстия $\phi 5h14$.	
	18. Повернуть деталь на 45°	
	19. Сверлить последовательно 2 отверстия $\phi 5h14$.	
	20. Повернуть деталь на 45°	
	21. Сверлить последовательно 2 отверстия $\phi 5h14$.	
	22. Повернуть деталь на 45°	
	23. Сверлить последовательно 2 отверстия $\phi 5h14$.	
	24. Фрезеровать последовательно отверстия $\phi 15h14$.	
	25. Повернуть деталь на 45°	
	26. Фрезеровать последовательно отверстия $\phi 15h14$.	
	27. Повернуть деталь на 45°	
	28. Фрезеровать последовательно отверстия $\phi 15h14$.	
	29. Повернуть деталь на 45°	
	30. Фрезеровать последовательно отверстия $\phi 15h14$.	
	31. Повернуть деталь на 45°	
	32. Фрезеровать последовательно отверстия $\phi 15h14$.	
	33. Повернуть деталь на 45°	
	34. Фрезеровать последовательно отверстия $\phi 15h14$.	
	35. Повернуть деталь на 45°	
	36. Фрезеровать последовательно отверстия $\phi 15h14$.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Окончание таблицы 8

1	2	3
010	37. Повернуть деталь на 45° 38. Фрезеровать последовательно 2 отверстия $\varnothing 15h14$. 39. Сверлить отверстие $\varnothing 2h14$. 40. Повернуть деталь на 60° 41. Сверлить отверстие $\varnothing 2h14$. 42. Повернуть деталь на 60° 43. Сверлить отверстие $\varnothing 2h14$. 44. Повернуть деталь на 60° 45. Сверлить отверстие $\varnothing 2h14$. 46. Повернуть деталь на 60° 47. Сверлить отверстие $\varnothing 2h14$. 48. Повернуть деталь на 60° 49. Сверлить отверстие $\varnothing 2h14$. 50. Снять деталь 51. Контроль ОТК	

1.7. Выбор средств 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. Серия LB является базовой в группе токарных станков с ЧПУ корпорации OKUMA. Данные обрабатывающие центры предназначены для обработки деталей, в конфигурации которых преобладают элементы тел вращения. Сочетание высокой жесткости конструкции, мощного мотора-шпинделя и прецизионности станков позволяют успешно сочетать силовое резание с чистовой обработкой и производить обработку стальных деталей в закаленном состоянии. Токарные обрабатывающие центры LB оснащены одной револьверной головкой с возможностью выполнения как токарных, так и сверлильно-фрезерных, резьбонарезных операций с использованием

						Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.814.ПЗ	

вращающегося и стационарного инструмента, который устанавливается на револьверную головку.



Рисунок 4 - Токарный обрабатывающий центр LT2000-EX

Таблица 9 – Технические характеристики станка

Наименование показателей		LT2000-EX	
Производительность	Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	400	
	Расстояние между центрами, мм	960-990	
Револьверная голова	тип	Многофункциональная V16	
	Скорость вращения приводного инструмента, мин ⁻¹	45~6000	
Поворот шпинделя по оси С		0 - 360°	
Диапазоны скоростей шпинделя		2 автоматич. (привод VAC coil switching)	
Габариты	Высота, мм	2260-2410	
	Занимаемая площадь, мм	3216*2452	
		Вес, кг	8500-9000

Функциональные возможности:

Максимальный диаметр обработки, мм 210

Максимальная длина обработки, мм 130

Шпиндель

Скорость шпинделя, мин⁻¹ 6000 [5500]

Диаметр отверстия шпинделя, мм 62 [80]

Мощность шпинделя, кВт 11,5/7,5 [22/15]

Быстрая подача, м/мин X:30/ Z:40 [Y:15] (W:32)

Емкость инструментального магазина V16

1.8. Выбор режущего и мерительного инструмента

Для обработка детали выбираем режущий инструмент фирмы Sandvik Coromant.

1. Подрезать торец в размер 123-1 и точить $\Phi 72-0,3$ на длину $52\pm 0,5$ предварительно, Точить $\Phi 120$ на длину $83\pm 0,5$ окончательно

Резец MWLNR 2525M08 Пластина WNMG 080408-MF1 TS2000

2. Подрезать торец в размер 114-1 и точить $\Phi 72-0,3$ на длину $49\pm 0,5$ окончательно

Резец MWLNR 2525M08 Пластина WNMG 080408-MF1 TS2000

3. Сверлить отв. $\Phi 32$

Сверло $\Phi 32$ SD503-32-96-40R7-SP11

Пластина SPGX11T3-C1.T400D

Пластина SCGX09T308-P1 T250D

4. Расточить $\Phi 50\pm 0,5$

Резец MWLNR 2525M08 Пластина WNMG 080408-MF1 TS2000

5. Подрезать торец в размер 65,5-0,5; точить $\Phi 15\pm 1$ на глубину $6\pm 0,5$; $\Phi 118h11$ предварительно

Резец MWLNR 2525M08 Пластина WNMG 080408-MF1 TS2000

6. Фрезеровать торец на глубину 5

Фреза CoroMill R216-10-T3-02M-STM

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

7. Точить канавку в размеры $\Phi 87-1$; $20-0,3$; $8\pm 0,5$; 25°

Комплект KIT-G1011.2525R-4T21-UF4

Или Державка G1011.2525R-4T21GX24

Пластина GX24-3E400N040-UF4 WSM33

8. Подрезать торец в размер $57,5-0,3-0,5$ расч.+ $52\pm 0,3$; точить $\Phi 64-0,46$ $0,6 \times 45^\circ$; $\Phi 118h11$; угол 50° - предварительно

Резец DCLNR 2020K12-M

Пластина CNMG 120408-MF1 TS2000

9. Сверлить отв. $\Phi 25$ на глубину 78H12

Сверло $\Phi 25$ SD504-25-100-32R7

Пластина SPGX0703-C1.T400D

Пластина SCGX070308-P1 T250D

10. Расточить $\Phi 57H12$ предварительно на глубину 78H12 окончательно

Резец A25R-PWLNR08

Пластина WNMG 080408-MF1 TS2000

11. Подрезать торец в размеры $57,5-0,3-0,5$ $+52\pm 0,3$; точить $\Phi 64-0,46$ фаску $0,6 \times 45^\circ$; $\Phi 60-0,46$; $\Phi 118h11$; угол 50° - окончательно

Резец DVJNR 2020 M16

Пластина VNGM 160404-MF4 TS2000

12. Точить $\Phi 60-0,46$ подобрать остаток

Резец DVJNL 2020 M16

Пластина VNGM 160404-MF4 TS2000

13. Центровать и сверлить $\Phi 5+0,18$ (16 отв. $\Phi 15$ предварительно)

Сверло $\Phi 5,05$ 51P-469W

Удлинитель 264-35137 D20L100ER11

14. Центровать и сверлить 6 отв. $\Phi 2+0,14$

Сверло $\Phi 2,1$ 51P-459W

15. Фрезеровать 16 отв. $\Phi 15+0,27$

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Фреза Ф10 Z=3

S1000.86XLW 010-02.06

Пластина ВНМХ 060204R.S52

16. Расточить Ф57Н12; Ф45-0,39 на глубину 2±0,15

Локатор RAF 151.37-40-036A50 дораб. 11P-653

Пластина N151.3-600-50-7G 1125

17. Точить торцевую канавку предварительно до Ф65 (верх)

Локатор LAK220.7595.04

Державка R220.2020.K2

Пластина S229.0400.A2 T125

18. Точить Ф60-0,46 до Ф65 (низ)

Резец FSVPC 1610R-08A (117°30′)

Пластина VCMТ 080204-MV VP15TF

19. Ф110Н11; Ф107Н11 - ШЦ-300-0.01 Mahr №4112704 (ц.101)

Ф45: 32M-2768 (ц.101/20)

72-0,5: 16 EWR 0-150 мм Штангенциркуль 4103066 (ц.101)

66-0,5 обеспечивается УП при выполнении размера 72-0,5

углы 5°; 25°; R2 - обеспечиваются УП

Мерительный инструмент: образцы шероховатости ГОСТ 2789-73, штангенциркуль ШЦ-I-160-0,05 ГОСТ 166-89, шаблоны, штангенфаскомер, угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88.

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

2.1. Расчет припусков

Расчет припусков расчетно–аналитическим методом

Деталь – клапан. Деформируемый титановый сплав ВТ6

$\varnothing 118_{h11} (-0,22)$ – размер вала после механической обработки

$\varnothing 121,6 (+1,6 / -0,9)$ – размер вала в заготовке

Шероховатость размера после мехобработки – Ra6,3

Шероховатость размера заготовки – Ra12,5

Максимальная длина детали – 105 мм

Заготовка – поковка штампованная

Масса детали – 2,5кг

Таблица 10 – Расчет припусков расчетно–аналитическим методом

№	Название перехода	Ra	Элементы припуска, мкм				$2Z_{\min}$, мкм	Допуск, мкм	Предельные размеры, мм		Предельные припуски, мкм		Расчетный размер с допуском, мм
			Rz	h	ρ	ε_y			D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$	
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	Заготовка	-	200	250	1327	-	-	2500	119,6 9	123,7 44	-	-	$\varnothing 119,69$ +1,6 -0,9
1	Точение черновое	12,5	50	50	79,62	0	2·177 7	540	118,1 4	118,6 8	2·177 7	2·202 7	$\varnothing 118,14$ 0,54
2	Точение чистовое	6,3	25	25	53,08	0	2·179,6 2	22	117,78	118	2·179,6 2	2·449,6 2	$\varnothing 118_{-0,22}$

Графа 5 - [9, с. 186, табл. 12].

Графа 6 - [9, с. 186, табл. 12].

Графа 7 - определяются пространственные отклонения заготовки по [9, с.185-189]. Для данного вида поковок пространственные отклонения определяются по формуле:

где $\Delta_{\text{см}}$ – отклонение от симметричности поверхностей, $\Delta_{\text{см}} = 0,45$ мм;
 $\Delta_{\text{к}}$ - коробление поковки, $\Delta_{\text{к}} = 1,248$ мм.

Пространственные отклонения составят:

$$\rho_3 = \sqrt{\Delta_{\text{см}}^2 + \Delta_{\text{к}}^2} = \sqrt{0,45^2 + 1,248^2} = 1,327 \text{ мм.}$$

$\rho_1 = 1327 \cdot 0,06 = 79,62$ мкм $\rho_2 = 1327 \cdot 0,04 = 53,08$ мкм [9, с. 190, табл. 29].

Графа 8 - [9, с. 43, табл. 14].

Графа 9, 13 - [4, с. 88].

$$2Z_{i \text{ min}} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2})$$

$$2Z_{1 \text{ min}} = 2(200 + 250 + 1327) = 2 \cdot 1777 = 1554 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2 \text{ min}} = 2(50 + 50 + 79,62) = 2 \cdot 179,62 = 359,24 \text{ мкм}$$

Графа 14 - [8, с. 88]

$$2Z_{i \text{ max}} = 2Z_{i \text{ min}} + T_i.$$

$$2Z_{1 \text{ max}} = 1554 + 2500 = 4054 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2 \text{ max}} = 359,24 + 540 = 899,24 \text{ мкм}$$

Графа 10 - [9, с. 192, табл. 32].

Графа 11

$$D_{\text{min } 2} = 117,78 \text{ мм} \quad D_{\text{min } 1} = 117,8 + 2Z_{2 \text{ min}} = 118,14 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min } 0} = 118,14 + 2Z_{1 \text{ min}} = 119,69 \text{ мм}$$

Графа 12

$$D_{\text{max } 2} = 118 \text{ мм} \quad D_{\text{max } 1} = 118,14 + 0,540 = 118,68 \text{ мм}$$

$$D_{\text{max } 0} = 119,69 + 4,054 = 123,744 \text{ мм}$$

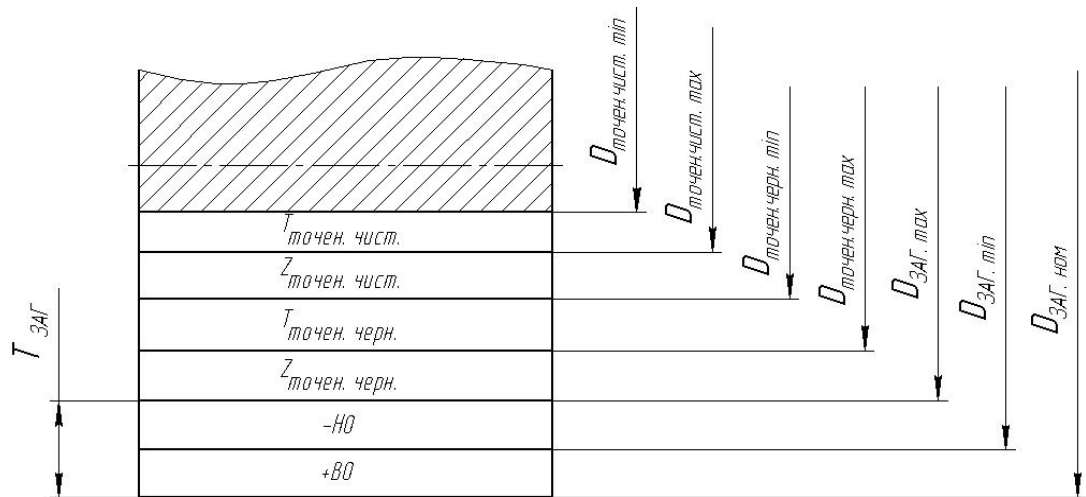


Рисунок 5 – Графическое расположение припусков и допусков Ø118h11

2.2. Расчет точности обработки

1. Определим величину погрешности Δ_u (на радиус), вызванную размерным износом резца по [9, с.73-74]

$$\Delta_u = \frac{L}{1000} \cdot U_0 = \frac{81231}{1000} \cdot 0,7 = 46 \text{ мкм}$$

L – длина пути резания при обработке партии N деталей определяется, мм;

U_0 – относительный износ резцов при чистовом точении, мкм/км.

$$L = \frac{\pi[d_1 \cdot l_1 + d_2 \cdot l_2] \cdot N}{1000 \cdot s} = \frac{3,1416 \cdot [118 \cdot 53,7 + 64 \cdot 72] \cdot 945}{1000 \cdot 0,5} = 64985 \text{ мм}$$

2. Определим колебания отжатий системы Δ_y вследствие изменения силы P_y из-за непостоянных глубины резания и податливости системы при обработке согласно [9, с.27]

$$\Delta_y = W_{\max} \cdot P_{y \max} - W_{\min} \cdot P_{y \min},$$

где W_{\max} и W_{\min} - наибольшая и наименьшая податливости системы;

$P_{y \max}$ и $P_{y \min}$ - наибольшее и наименьшее значения составляющей силы резания, совпадающей с направлением выдерживаемого размера.

Для станка 16К20 нормальной точности наибольшее и наименьшее допустимые перемещения продольного суппорта под нагрузкой 9,3кН составляют соответственно 30 и 120 мкм [9, с.30]. При установке детали в патроне минимальная податливость системы будет при положении резца в конце обработки, т. е. у передней бабки станка. Исходя из этого, можно принять:

$$W_{\min} = \frac{30}{9,3} = 3,2 \text{ мкм/кН}$$

Приближенно можно считать, что максимальную податливость система имеет при расположении резца посередине вала, когда его прогиб под действием силы P_y достигает наибольшей величины. Поэтому

$$W_{\max} = W_{\text{ст. max}} + W_{\text{заг. max}},$$

где $W_{\text{ст. max}} = \frac{30 + 120}{2 \cdot 9,3} = 8,1 \text{ мкм/кН}$ - наибольшая податливость станка;

$W_{\text{заг. max}}$ - наибольшая податливость заготовки.

$$d_{\text{пр}} = \frac{1}{\frac{\sum_{i=1}^n d_i l_i}{\sum_{i=1}^n l_i}};$$

$d_{\text{пр}}$ - приведенный диаметр вала

Имея в виду, что $W = Y/P_y$, после соответствующих преобразований

$$W_{\text{заг. max}} = \frac{2}{d_{\text{пр}}} \cdot \left(\frac{1_D}{d_{\text{пр}}} \right)^3.$$

получим

При консольной установке заготовки в патроне

$$W_{\text{заг. max}} = \frac{32}{d_{\text{пр}}} \cdot \left(\frac{1_D}{d_{\text{пр}}} \right)^3.$$

Приведенный диаметр обрабатываемой заготовки:

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

$$d_{np} = \frac{118 \cdot 53,7 + 64 \cdot 72}{105,7} = 103,5 \text{ мм,}$$

а величина ее наибольшей податливости

$$W_{заг. max} = \frac{32}{103,5} \cdot \left(\frac{105,7}{103,5} \right)^3 = 0,3 \text{ мкм/кН,}$$

тогда максимальная податливость технологической системы

$$W_{max} = 3,2 + 0,3 = 3,5 \text{ мкм/кН}$$

Наибольшая $P_{y \max}$ и наименьшая $P_{y \min}$ – составляющие силы резания определяются согласно [9, с.271-275], исходя из условия задачи. На предшествующей операции (черновом точении) заготовка обработана с допуском по JT13, т. е. возможно колебание припуска на величину $\frac{1}{2} JT13$, что для диаметра $d_{пр} = 119$ мм составит

$$\frac{0,54}{2} = 0,27 \text{ мм,}$$

а колебание глубины резания $t_{\min} = z_{\min} = 0,7$ мм, $t_{\max} = 0,7 + 0,27 = 0,97$ мм. В этом случае

$$P_{z,y,x} = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$P_{y \min} = 2,43 \cdot 0,7^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 187^{-0,3} = 0,242 \text{ кН}$$

$$P_{y \max} = 2,43 \cdot 0,97^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 187^{-0,3} = 0,325 \text{ кН}$$

Изменение обрабатываемого размера вследствие упругих деформаций

$$\Delta_y = 3,5 \cdot 0,325 - 3,2 \cdot 0,242 = 0,36 \text{ мкм}$$

3. Определим погрешность, вызванную геометрическими неточностями станка $\sum \Delta_{cm}$. Согласно [9, с.53-55]

$$\sum \Delta_{cm} = \frac{C \cdot l}{L},$$

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

где C - допустимое отклонение от параллельности оси шпинделя направляющим станины в плоскости выдерживаемого размера на длине L , мкм;

l - длина обрабатываемой поверхности.

Для токарных станков нормальной точности при наибольшем диаметре обрабатываемой поверхности до 160 мм $C = 25$ мкм на длине обработки $L = 150$ мм [9, табл. 23]. При длине обработки $l = 24$ мм.

$$\sum \Delta_{см} = \frac{25 \cdot 24}{150} = 4 \text{ мкм}$$

4. В предположении, что настройка резца на выполняемый размер производится по эталону с контролем положения резца с помощью металлического щупа, определим погрешность настройки в соответствии с [9, с.70-73]:

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

где Δ_p - погрешность регулирования положения резца;

$k_p=1,73$ и $k_u=1,0$ - коэффициенты, учитывающие отклонение закона

распределения величин Δ_p и $\Delta_{изм}$ от нормального закона распределения;

-погрешность измерения размера детали.

Для заданных условий обработки [8, с. 71 - 72] $\Delta_p=1$ и $\Delta_{изм}=100$ при измерении $d_1=119h13$ мм. Тогда погрешность настройки

$$\Delta_n = \sqrt{(1,73 \cdot 1)^2 + \left(1 \cdot \frac{100}{2}\right)^2} = \sqrt{2503} = 50 \text{ мкм}$$

5. Определим температурные деформации технологической системы, приняв их равными 15% от суммы остальных погрешностей

										Лист
										29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.814.ПЗ					

$$\Sigma \Delta_m = 0,15 \cdot (46 + 0,36 + 4 + 50) = 15,1 \text{ мкм}$$

6. Определим суммарную погрешность обработки по уравнению

$$\Delta_{\Sigma} = 2 \cdot \sqrt{0,36^2 + 50^2 + (1,73 \cdot 46)^2 + (1,73 \cdot 4)^2 + (1,73 \cdot 15,1)^2} = 2\sqrt{9563} = 196 \text{ мкм.}$$

Полученная суммарная погрешность не превышает заданную величину допуска на $d_1=118\text{мм}$ ($Td=220\text{мкм}$).

2.3. Расчет технологических размерных цепей

Размерной цепью называют совокупность размеров, расположенных по замкнутому контуру, определяющих взаимное расположение поверхностей или осей поверхностей одной детали или нескольких деталей сборочного соединения.

Технологические размерные цепи, которые образуются при механической обработке деталей, определяют связь операционных размеров, допусков и припусков на всех стадиях технологического процесса изготовления. Для каждого этапа последовательно выполняемой обработки необходимо рассчитать операционные размеры, которые вместе с операционными припусками образуют размерные цепи. Составляющие их звенья имеют отклонения в пределах допуска. Поэтому необходимо определить, какие размеры и с какой точностью необходимо выдержать при обработке, чтобы обеспечить заданный размер. [4, с. 90]

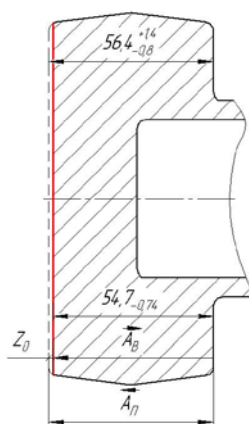


Рисунок 6 – Размерная цепь с припуском

Уравнение размерной цепи:

$$Z_0 = \overset{\rightarrow}{A_{\Pi}} - \overset{\leftarrow}{A_B}$$

где $\overset{\rightarrow}{A_{\Pi}}$ – размер на предшествующую операцию;

$\overset{\leftarrow}{A_B}$ – размер на выполняемую операцию;

Z_0 – припуск на обработку.

Для расчета операционных размеров в размерных цепях можно принять припуск Z за составляющее звено, а окончательный размер детали A_B – за замыкающее. Тогда размерная цепь будет иметь следующий вид:

$$[A_B] = A_{\Pi} - Z. \quad [4, \text{ с. 92-95}]$$

$A_B = 56,4 - 1,7 = 54,7$ мм, но т.к. середина поля допуска является $\Delta A_B = -0,37$, то среднее значение размера $54,7_{-0,74}$ равно $54,33 \pm 0,37$, величина допуска $T_{A_B} = 0,74$ мм.

При $A_{\Pi \max} = 56,4 + 1,4 = 57,8$ мм: $Z_{0\min} = 3,1$ мм $A_{B\max} = 54,7$ мм

$Z_{0\text{ср}} = 3,47$ мм $A_{B\text{ср}} = 54,33$ мм

$Z_{0\max} = 3,84$ мм $A_{B\min} = 53,96$ мм

При $A_{\Pi \min} = 56,4 - 0,8 = 55,6$ мм: $Z_{0\min} = 0,9$ мм $A_{B\max} = 54,7$ мм

$Z_{0\text{ср}} = 1,27$ мм $A_{B\text{ср}} = 54,33$ мм

$Z_{0\max} = 1,64$ мм $A_{B\min} = 53,96$ мм

В заключение можно сказать, что, исходя из реально полученного размера заготовки, мы можем определить какой припуск можно снять так, чтобы выдержать заданный размер с допуском.

2.4. Расчет режимов резания

Для одного из переходов комплексной операции посчитаем режимы резания, мощность резания

Операция 010. Комплексная с ЧПУ

Оборудование: Обрабатывающий центр OKUMA

На данной операции выполняется сверление отверстия диаметром 2мм.

										Лист
										31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.814.ПЗ					

Длина обработки составляет 2 мм. Отверстие сверлится в сплошном материале без рассверливания, диаметр сверла совпадает с диаметром отверстия: $D_{св} = 2$ мм. Исходя из всего выше приведённого, выбираем спиральное сверло для обработки сталей 2300-0001 Р6М5 ГОСТ 886-77.

Параметры режимов резания:

Глубина резания t равна радиусу сверла и составляет

$$t = \frac{D_{св}}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ мм,}$$

а подача на оборот S в соответствии с данными справочника [10, табл. П.6.15, П.6.16, стр. 113] 0,07 мм/об.

На основании паспортных данных станка принимаем $S = 0,1$ мм/об.

Для расчёта скорости резания согласно [10, стр. 382] используется следующая зависимость:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

где C_V – коэффициент [10, табл. 28, стр. 278];

D – диаметр сверла (отверстия), мм;

T – стойкость сверла, мин [9, табл. 30, стр. 279];

S – подача на оборот, мм/об;

K_V – поправочный коэффициент, равный:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV}$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество материала, [10, табл. 1-4, стр. 262];

K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента, [10, табл. 6, стр. 263].

K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления, [10, табл. 31, стр. 280];

					ДП 44.03.04.814 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Показатели степеней определяются по [10, табл. 28, стр. 278].

$$C_V = 7, m = 0,2, y = 0,7, q = 0,4, T = 20 \text{ мин}$$

$$K_V = 1,0 \cdot 0,4 \cdot 0,5 = 0,2$$

Тогда

$$V_{расч} = \frac{7 \cdot 2^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 0,2 = 5,1 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя определяется по следующей зависимости:

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

Подставим числовые значения:

$$n = \frac{1000 \cdot 5,1}{3,14 \cdot 2} = 812 \text{ об/мин}$$

На основании паспортных данных станка принимается ближайшая меньшая по значению, частота вращения: $n = 710$ об/мин. Тогда действительная скорость резания, определяемая по следующей зависимости

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

составит

$$V = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 710}{1000} = 4,46 \text{ м/мин}$$

$$T_0 = \frac{L}{s_0 \cdot n} \cdot i = \frac{6}{0,1 \cdot 710} \cdot 6 = 0,51 \text{ мин} - \text{основное время};$$

Для расчёта мощности резания (эффективной) согласно [10, стр. 386] используется следующая зависимость:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

в которой на основании [10, стр. 277]

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где C_M – коэффициент [5, табл. 32, стр. 281];

D – диаметр сверла (отверстия), мм;

S – подача на оборот, мм/об;

K_P – поправочный коэффициент, равный

$$K_P = K_{MP}$$

где K_{MP} – поправочный коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала [9, табл. 9, стр. 264].

Показатели степеней определяются по [9, табл. 32, стр. 386].

$$C_M = 0,0345, q = 2, y = 0,8, K_P = 1,0$$

Тогда

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,0 = 0,22 \text{ Нм}$$

$$N_e = \frac{0,22 \cdot 710}{9750} = 0,02 \text{ кВт}$$

Выбранный станок имеет номинальную мощность двигателя 37 кВт, с учётом КПД: $N_{ст.} = 37 \cdot 0,85 = 31,45$ кВт. Мощность резания меньше мощности станка.

Расчёт окончен.

Для остальных переходов режимы резания выбираем по каталогу и сведем в таблицу 13.

Таблица 13 - Параметры режимов резания остальных переходов

Наименование операции, перехода позиции	t, мм	S_0 , мм/об	n, об/мин	V, м/мин	L, мм	Ne, кВт
1	2	3	4	5	6	7
Операция 005 Токарная						
1. Точить торец 1 предварительно	1	0,5	500	191	67	2,3
2. Точить пов. 2 предварительно	1	0,5	500	191	33	2,3
3. Точить пов. 2 окончательно	0,8	0,25	650	243	33	1,33

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7
Операция 005						
Установ А						
1. Точить торец 1 предварительно	1	0,5	500	191	67	2,3
Точить пов. 2 предварительно	1	0,5	500	191	33	2,3
2. Точить пов. 2 окончательно	0,8	0,25	650	243	33	1,33
Установ Б						
1. Точить торец 3 предварительно	1	0,5	850	180	13	2,2
Точить и пов. 2 предварительно	1	0,5	500	191	33	2,3
2. Точить торец 3 окончательно	0,7	0,25	1100	233	13	1,12
Точить пов. 2 окончательно	0,8	0,25	650	243	33	1,33
3. Точить торец 4 предварительно	1	0,5	500	191	28,3	2,3
4. Расточить отв. пов. 5 предварительно	1	0,5	950	160	76,3	2
5. Точить торец 4 окончательно	0,7	0,25	650	241	28,3	0,94
6. Расточить отв. пов. 5 окончательно	0,7	0,25	1200	210	78	1,03
7. Точить пов. 6, 7 предварительно	1	0,5	500	191	75	2,3
8. Точить торцевую канавку в отв. пов. 5	6	0,1	1150	206	2	4,4
7. Точить пов. 6, 7 окончательно	0,7	0,25	650	134	75	0,7
Точить фаску	0,6	0,25	650	131	3,6	0,6
8. Точить канавку шириной 10 мм	10	0,1	950	191	2	6,8
9. Точить пов. 8						
10-17. Сверлить последовательно 2 отверстия ø5h14.	2	0,25	1000	201	52	2,83
	4	0,1	350	9	10	0,13
17-24. Фрезеровать последовательно 2 отверстия ø15h14	3,5	0,1	500	13	10	0,02

2.5. Расчет технических норм времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени [5, стр. 99]

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

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

n – количество деталей в партии, шт.;

$T_{шт.} = T_0 + t_v + t_{об} + t_{от}$, где

T_0 – основное время, мин;

t_v – вспомогательное время, мин;

$$t_B = t_{yc} + t_{з.о.} + t_{уп} + t_{изм} ,$$

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

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

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

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

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

$$t_B = t_{тех} + t_{орг.}$$

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

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

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

Основное время [5, стр. 100]

$$t_0 = (l/S_m) \cdot i,$$

где l – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм;

i – число рабочих ходов;

S_m – минутная подача, мм/мин.

Расчетная длина

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер}$$

$l_{вр}$ – величина врезания, мм;

$l_{пер}$ – величина перебега, мм;

l_0 – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Определим Тш-к для токарной операции.

Основное время

$$t_0 = 90/0,12 = 1,05 \text{ мин}$$

Вспомогательное время

$$t_{уст} = 0,17 \text{ мин} \quad [5, \text{ с. 199, табл. 5.5 }]$$

$$t_{закр} = 0,094 \text{ мин} \quad [5, \text{ с. 202, табл. 5.7 }]$$

$$t_{упр} = 0,02 + 0,08 + 0,08 + 0,11 = 0,29 \text{ мин} \quad [5, \text{ с. 202-205, табл. 5.8, 5.9 }]$$

$$t_{изм} = 0,2 \text{ мин} \quad [5, \text{ с. 209, табл. 5.16 }]$$

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$t_{\text{орг}} = 1,2 \cdot 0,5 = 0,6 \text{ мин} \quad [5, \text{ с. 212, табл. 5.21 }]$$

$$t_{\text{отд}} = 0,09 \cdot 0,5 = 0,045 \text{ мин} \quad [5, \text{ с. 214, табл. 6.1 }]$$

$$t_{\text{в}} = 0,17 + 0,094 + 0,29 + 0,2 + 0,6 + 0,045 = 1,4 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 18 + 2 + 10 = 30 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 1,05 + 1,4 + 0,3 + 0,1 = 2,85 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ш-к}} = T_{\text{п.з.}} + \frac{T_{\text{шт.}}}{N} = 30 + \frac{478,35}{12} = 69,86 \text{ мин}$$

Таблица 14 - Сводная таблица технических норм времени по операциям, мин

Операция, переход	T_0	$t_{\text{в}}$	$t_{\text{об}}$	$t_{\text{от}}$	$T_{\text{шт.}}$	$T_{\text{п.з.}}$	n, шт	$T_{\text{ш-к}}$
Операция 010 Комплексная с ЧПУ	478,35	13,3	2,9	0,4	494,95	30	472	31,97

3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

3.1. Система ЧПУ «Okuma»

Корпорация Okuma производит широкий спектр оборудования для металлообработки. Это обычные токарные станки, и многофункциональные обрабатывающие центры, которые подходят для выполнения различного рода задач — от самых простых до самых сложных.

Станки фирмы «Okuma» обеспечивают высокую производительность и качество. Основные их преимущества — точность, надежность, долговечность и «умные» технологии. В развитии своей линейки оборудования японская корпорация всегда большое внимание уделяет именно «интеллекту» станков, в разное время разработав и внедрив такие эксклюзивные разработки:

CAS (Collision Avoidance System) — система предупреждения столкновений движущихся частей станка;

TFC (Thermo Friendly Concept) — концепция обеспечения компенсации тепловой деформации станка для достижения очень высокой точности обработки.

Датчики, расположенные на шпинделе и станине станка в режиме реального времени передают на управляющий компьютер данные о температурных изменениях с последующей автоматической коррекцией на инструмент.

Machining Navi — опция, позволяющая определять оптимальные условия резания для высокоэффективной обработки.

Absolute encoder — датчик абсолютного положения, сохраняет и запоминает местоположение ходового винта в рабочем или отключенном состоянии и обеспечивает немедленное возвращение к работе в случае перезапуска обрабатывающего центра.

Программное обеспечение системы ЧПУ ориентировано

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

непосредственно на пользователя. ЧПУ «Okuma OSP» — уникальная и удобная в работе система управления, обеспечивающая высокую производительность станка и качество выполнения технологических операций.

Основные конструктивные элементы станка с системой «Okuma OSP»

DD Encoder (Direct Detection) - прямой датчик положения, размещенный на мотор-шпинделе токарных станков (ось — «С») с разрешающей способностью 36 000 000 импульсов на оборот ходового винта.

Navi Mg/Mi/Lg - система контроля и предупреждения возникновения вибраций при фрезерной и токарной обработке посредством микрофона встроенного в станок. Программа сравнивает уровень шума при обработке с заданным уровнем и в случае отклонения значений в большую сторону автоматически меняет режимы резания на оптимальные.

Tool Posture Manipulation Function - функция оптимального позиционирования инструмента при 5 осевой обработке. Исключает ненужные ускорения и замедления инструмента по линии контура, за счет чего сокращается время обработки детали и повышается качество чистоты поверхности.

High gain control - система контроля «сверхбыстрого реагирования» для выявления погрешностей, возникающих вследствие ухудшения условий обработки. С помощью быстрых рабочих циклов системы серводвигателей позволяет получать очень высокую точность обработки и зеркальную чистоту поверхности.

Variable spindle speed control - программа для предупреждения возникновения вибраций при токарной обработке прутков и осей с соотношением диаметр/длина до 1:18. Движение по осям оптимально синхронизировано и согласовано с изменением скорости вращения шпинделя.

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

3D virtual monitor - виртуальная трехмерная графическая система для обеспечения визуального контроля управления станком (в том числе длины инструмента и защитного кожуха). В режиме «Симуляция» можно предварительно просмотреть все функции, включая нулевые точки позиционирования детали, компенсацию инструментов и другие параметры, выявить все возможные ошибки и выполнять программу обработки не используя опцию «блок» — «блок» с остановкой станка для проверки детали.

Program restart - запуск программы с любой, требуемой в данный момент, строки. После перезапуска оборудования можно продолжить непрерывный цикл обработки — во время нового пуска ЧПУ использует все необходимые данные для обработки из ранее уже запущенной программы.

Bending Compensation Control - система для контроля и компенсации деформации ходового винта (удлинение, изгиб, скручивание), проявляющихся вследствие температурных расширений во время его ускорения/торможения.

PFC II — Projection Flatness Control - функция, уменьшающая неточность обработки контура. Компенсирует неточности, возникающие вследствие появления внезапных нагрузок на ходовых винтах во время движения.

0.1 mkm control function - функция контроля десятой доли микрона (0,0001 мм) позволяет выполнить сверхточную обработку, если в программе в требуемых местах указаны значения с 4-мя знаками после запятой. *Nov function* - функция, позволяющая вести фрезерование и долбежку зубчатых колес без смены оборудования, сразу после их предварительной токарной обработки, инструментами, предназначенными для изготовления зубчатых колес. Она присутствует на всех токарно-фрезерных станках серий LB, LU, MULTUS, MACTURN.

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Load monitor - активная защита станка и инструментов путем ввода параметров максимальных нагрузок по всем осям, в момент превышения которых станок автоматически останавливается, что предотвращает поломку инструмента и брак детали.

Turning cut - реализация возможности токарной обработки фасонных отверстий и наружных поверхностей деталей сложной формы на горизонтально-фрезерном станке путем синхронизации угла поворота шпинделя и движения по трем осям (X, Y, Z). Положение режущей кромки контролируется таким образом, чтобы она располагалась перпендикулярно поверхности заготовки. Различные виды токарной обработок — ступеньки, конусы, фаски — выполняются одним инструментом без использования поворотного стола.

Application Programming Interface – возможность превратить станок из обрабатывающего центра в координатно-измерительную машину СММ.

Фиксирование информации о ранее уже выполненных операциях является одним из важнейших параметров для быстрой и эффективной работы, когда возникает необходимость вернуться к производству детали и требуется повторная наладка станка. Все данные по сохранению информации наладки станка (SETUP) могут быть оформлены в удобном для оператора формате.

В частности, для поддержания высокого уровня точности при высоких инерционных нагрузках (на крупногабаритных станках с заготовкой большого веса) применяется Feed Axis Inertia Identification. С ее помощью задаются различные параметры для системы серводвигателей. Посредством двойного движения — вперед и назад — измеряются инерционные нагрузки на двигатели, после чего оптимизированные данные автоматически заносятся в таблицу и используются в дальнейшем.

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Для всех моделей своих станков Okuma предлагает усовершенствованный режим сохранения информации с использованием программы Microsoft Excel.

Две основные возможности в новом решении:

1. Сохранение всех данных по обработке непосредственно в таблице Excel — чертеж детали, режимы резания, список инструмента. Все необходимые параметры переносятся со стойки управления в таблицу Excel.

2. Реализация различных сложных вычислительных операций непосредственно на стойке управления, с использованием данных, записанных ранее в Excel.

Например, информация по точности обработки: к стойке подключается электронный штангенциркуль, все детали партии замеряются и результаты заносятся в таблицу. Впоследствии, при обработке следующих партий, если выявляются отклонения от указанного поля допуска, на обрабатывающий инструмент автоматически подается команда для корректировки.

3.2. Разработка управляющей программы

Фрагмент управляющей программы представлен в таблице 15, вся управляющая программа приведена в Приложении Б.

Таблица 15 – Фрагмент управляющей программы

Фрагмент УП	Расшифровка кадра
1	2
NAT01	Номер инструмента
N0201 P0040	Установочные параметры
N0202 VLMON[2]=11	Установочные параметры
N0203 G97 S51 M08	Постоянная скорость при вращении, скорость вращения шпинделя, включение СОЖ
N0204 G00 X125 Z2 T010101	Перемещение на быстром ходу, перемещение по координатам
N0205 X124 Z-49.5	Перемещение по координатам
N0206 G96 G110 S20	Постоянная скорость резания при точении, скорость резания
N0207 G85	Вызов цикла растачивания

Окончание таблицы 15

1	2
N0208 D1 F0.12 W0.05	Номер корректора, подача, припуск на чистовую обработку
N0208 G82	Цикл сверления с выдержкой
N0209 G01 X124 Z-52 G41 E0.12	Рабочее перемещение по координатам, коррекция на инструмент левая
N0210 X72.5	Перемещение по координатам
N0211 Z-49.5 E0.18	Перемещение по координатам, припуск на обработку
N0212 G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
N0213 G80	Отмена постоянного цикла
N0214 G00 Z3	Перемещение на быстром ходу по координатам
N0215 VLMON[2]=0	Установочные параметры
N0216 G97 S51 M09	Постоянная скорость при сверлении, скорость резания, выключение СОЖ
M01	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт», если включен режим подтверждения останова
NAT01	Номер инструмента
N0300 VLMON[3]=11	Установочные параметры
N0301 G97 S88 M08	Постоянная скорость при свержении, скорость вращения шпинделя, включение СОЖ
N0302 G00 X72 T010101	Перемещение на быстром ходу, перемещение по координатам
N0303 Z2	Перемещение по координатам
N0304 G96 G110 S20	Постоянная скорость резания при точении, скорость резания
N0305 G85	Вызов цикла растачивания
N0306 D3 F0.18 U0.3 W0.05	Номер корректора, подача, припуск на чистовую обработку
N0306 G81	Цикл сверления с выдержкой
N0307 G00 X62.57	Быстрое перемещение по координатам
N0308 G01 Z0 G42 E0.18	Перемещение по координатам на рабочем ходу, коррекция на инструмент левая, припуск на обработку
N0309 X63.77 Z-0.6	Перемещение по координатам
N0310 Z-52	Перемещение по координатам
N0311 X72 E0.27	Перемещение по координатам, припуск на чистовую обработку
N0312 G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
N0313 G80	Отмена постоянного цикла
N0314 G00 Z3	Перемещение на быстром ходу по координатам
N0315 VLMON[3]=0	Установочные параметры
N0316 G97 S88 M09	Постоянная скорость при свержении, скорость резания, выключение СОЖ
M01	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт», если включен режим подтверждения останова

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

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.

4.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений предприятия по формуле:

$$K = K_{об} + K_{про} \quad (1)$$

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

$K_{про}$ – капитальные вложения в программное обеспечение, руб.;

т.к. предприятие располагает оборудованием для программирования станков с ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

Определяем количество технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [2]:

$$C = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3}, \quad (2)$$

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

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

$N_{год} = 500$ шт. базовый вариант;

$N_{год} = 500$ шт. проектируемый вариант;

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

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

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.814.ПЗ				

производства, $k_3 = 0,75 \div 0,85$.

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [3]:

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (3)$$

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

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

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

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч};$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_n = 1973 \cdot 2 = 3946 \text{ ч.}$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

$$F_n = 1973 \cdot 3 = 5919 \text{ ч.}$$

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

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (2), составляет:

$$F_{об} = 3946 \cdot \left(1 - \frac{2}{100} \right) = 3867 \text{ ч - базовый вариант.}$$

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.814.ПЗ				

$$F_{об} = 5919 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5386 \text{ ч} - \text{проектируемый вариант.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени по формуле (2).

Данные по расчетам сводим в таблицу 14 по базовому варианту.

$$C_{16K20} = \frac{8,09 \cdot 500}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1,2 \text{ шт.};$$

$$C_{2M55} = \frac{9,21 \cdot 500}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1,37 \text{ шт.};$$

$$C_{2H55} = \frac{0,7625 \cdot 500}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,11 \text{ шт.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени, согласно раздела 3.6. по формуле (21).

Данные по расчетам сводим в таблицу 15 по проектируемому варианту.

$$C_{LB45} = \frac{8,4 \cdot 500}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,94 \text{ шт.}$$

После расчета всех операций значений ($T_{шт. (ш-к)}$) и (C_p) определяем принятое число рабочих мест ($C_{п}$), округляя для ближайшего целого полученное значение (C_p) [16].

Таблица 16 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по базовому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
16K20	8,09	1,2	2	0,6
2M55	9,21	1,37	0,685	0,3
2H55	0,763	0,11	1	0,11
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 18,06$	2,68	$\Sigma C_{п} = 4$	

Таблица 17 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
LT2000-EX	8,78	0,94	1	0,94
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 8,78$	1	$\Sigma C_{п} = 1$	

Определение капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 18 по базовому варианту, по проектируемому в таблице 19.

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Токарно-винторезный	16K20	2	11	22	195	19,5	-	429
Радиально-сверлильный	2M55	2	4,5	9	150	17	-	334
Вертикально-сверлильный	2H55	1	6,2	6,2	120	15	-	135
Итого		3		37,2	465	51,5	-	898

Таблица 19 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	LT2000-EX	1	37	37	12600	560	40		13200
Итого		1		48	12795	579,5	40		13414,5

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 94% составляют $0,94 \cdot 13414,5 = 12609,63$ т. руб.

Определение капитальных вложений в приспособления

Размер капитальных вложений в приспособления определяем по формуле [4]:

$$K_{прс} = \Sigma C_p \cdot N_{прс} \cdot Ц_{пр} \cdot K_{осн}, \quad (4)$$

где C_p – расчетное количество оборудования, $C_p = 1$ шт.;

$N_{прс}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, $N_{прс} = 1$ шт.;

$Ц_{пр}$ – стоимость приспособления с учетом транспортно-заготовительных расходов, транспортно-заготовительные расходы составляют 2,5%;

$K_{осн}$ – коэффициент занятости технологической оснастки, $K_{осн} = 0,7$, т.к. возможно использовать для обработки других изделий;

$Ц_{прс}$ – стоимость приспособлений, $Ц_{прс1} = 41500$ руб., (патрон гидравлич.)/

Стоимость приспособления – это стоимость приобретения с учетом транспортно-заготовительных расходов.

Тогда:

$$Ц_{прс} = 41500 \cdot 1,025 = 42537,5 \text{ руб.}$$

Рассчитываем размер капитальных вложений в приспособления по формуле (23):

$$K_{прс} = 0,05 \cdot 42537,5 \cdot 0,7 = 14,89 \text{ т. руб.}$$

$$\text{Итого: } 3715,82 + 14,89 = 3730,71 \text{ т. руб.}$$

4.3. Расчет технологической себестоимости детали

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

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [5]:

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$C = Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_и, \quad (5)$$

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

$Z_э$ – зарплата на технологическую энергию, руб.;

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

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

$Z_и$ – затраты на малоценный инструмент, руб.

Рассчитаем затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [6]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_н + Z_к + Z_{тр}, \quad (6)$$

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

$Z_н$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

$Z_к$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

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

Численность станочников вычисляем по формуле [7]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p}, \quad (7)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, $F_p = 1685$ ч.;

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

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

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

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1685 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (7). Результаты вычислений сводим в таблицу 20, по проектируемому варианту в таблице 21.

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Токарная	4	198,7	8,09	1607,48	2,4
Сверлильная	3	172,8	9,21	1591,49	2,73
Сверлильная	3	172,8	0,763	131,85	0,23
Итого				3330,82	5,36

Определим затраты на заработную плату на годовую программу[16]:

$$Ззп = 3330,82 \cdot 500 = 1665410 \text{ руб.}$$

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

$$Ззп = 1665410 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 2221656,94 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	288,12	8,78	2529,69	2,49
Итого				2529,69	2,49

Определим затраты на заработную плату на годовую программу [16]:

$$З_{зп} = 2529,69 \cdot 500 = 1264846,8 \text{ руб.}$$

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

$$З_{зп} = 1264846,8 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 1687305,63 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [16]:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_{\text{р}} \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{р}}}{N_{\text{год}}}, \quad (8)$$

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 500$ шт.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, $k_{\text{р}} = 1,2$;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $k_{\text{доп}} = 1,23$;

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

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле [16]:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{C_n \cdot n}{N}, \quad (9)$$

где $C_{п}$ – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$$C_{п} = 0,94 \text{ шт.};$$

n – число смен работы оборудования, $n = 2$;

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

$$Ч_{нал} = \frac{0,94 \cdot 2}{8} = 0,1 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{трансп.} = 5,36 \cdot 0,05 = 0,268 \text{ чел.};$$

$$Ч_{контр.} = 5,36 \cdot 0,07 = 0,375 \text{ чел.}$$

По формуле (8) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{нал} = \frac{86,8 \cdot 1685 \cdot 0,1 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{500} = 43,18 \text{ руб.};$$

$$З_{трансп.} = \frac{73,9 \cdot 1685 \cdot 0,268 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{500} = 98,51 \text{ руб.};$$

$$З_{контр.} = \frac{75,1 \cdot 1685 \cdot 0,375 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{500} = 140,08 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу 22 по базовому варианту, по проектируемому в таблицу 23.

Таблица 22 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	73,9	0,268	98,51
Контролер	75,1	0,375	140,08
Итого		0,643	238,59

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 238,59 \cdot 500 = 119295 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (6):

$$Z_{\text{зп}} = 2221656,94 + 119295 = 2340951,94 \text{ руб.}$$

Таблица 23 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	86,8	0,1	43,18
Транспортный рабочий	73,9	0,13	48,56
Контролер	75,1	0,17	63,5
Итого		0,31	155,24

Определим затраты на заработную плату за год:

$$Z_{\text{зп}} = 155,24 \cdot 500 = 77620 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (6):

$$Z_{\text{зп}} = 1687305,63 + 77620 = 1764925,63 \text{ руб.}$$

Отчисления в социальный фонд.

Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы.

$$\text{Базовый вариант } 2340951,94 \cdot 0,3 = 702285,58 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектируемый вариант } 176425,63 \cdot 0,3 = 529477,69 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле [16]:

$$Z_{\text{э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (10)$$

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

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$$k_N = 0,2 \div 0,4;$$

$k_{\text{вр}}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для

среднесерийного производства $k_{\text{вр}} = 0,7$;

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

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

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

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

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

$\text{Ц}_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\text{Ц}_э = 6,38$ руб.

Производим расчеты по вариантам по формуле (10):

$$Z_э(16K20) = \frac{22 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 8,09}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 206,46 \text{ руб.};$$

$$Z_э(2M55) = \frac{9 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 9,21}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 96,18 \text{ руб.};$$

$$Z_э(2H55) = \frac{6,2 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,763}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 5,49 \text{ руб.};$$

$$Z_э(LT2000-EX) = \frac{37 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 8,78}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 376,93 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по вариантам сводим в таблицу 24 по базовому варианту, по проектируемому варианту в таблицу 25.

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
16K20	22	8,09	206,46
2M55	9	9,21	96,18
2H55	6,2	0,763	5,49
Итого			308,13

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_э = 308,13 \cdot 500 = 154065 \text{ руб.}$$

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, руб.
LT2000-EX	37	8,78	376,93
Итого			376,93

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_3 = 376,93 \cdot 500 = 188465 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [16]:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (11)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [61]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн}}, \quad (12)$$

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

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амБ} = 12\%$ для базового оборудования, $H_{амН} = 6\%$ - для нового оборудования;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

$F_{обБАЗ} = 3867$ ч. и $F_{обНОВ} = 5386$ ч;

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_3 = 0,85$;

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (12):

$$C_{\text{ам}}(16K20) = \frac{214500 \cdot 2 \cdot 0,12 \cdot 8,09}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 207,03 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(2M55) = \frac{167000 \cdot 2 \cdot 0,12 \cdot 9,21}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 110,1 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(2H55) = \frac{135000 \cdot 0,12 \cdot 0,763}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 3,69 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(\text{LT2000-EX}) = \frac{13200000 \cdot 0,06 \cdot 8,78}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1489,14 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{РЕбаз}} = 440 \text{ р.}, C_{\text{РЕнов}} = 980 \text{ руб.}$$

Вычисления производим по формуле [16]:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{РЕ}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{год}}}, \quad (13)$$

где ΣRe - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (32):

$$C_{\text{рем}}(16K20) = \frac{440 \cdot 2}{8,09 \cdot 500} = 0,22 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(2M55) = \frac{440 \cdot 2}{9,21 \cdot 500} = 0,19 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(2H55) = \frac{440 \cdot 1}{0,763 \cdot 500} = 1,15 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(\text{LT2000-EX}) = \frac{980 \cdot 1}{8,78 \cdot 500} = 0,22 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 26 по базовому варианту, по проектируемому в таблицу 27.

Таблица 26 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базовый вариант

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
16К20	429	2	12	8,09	207,03	0,22
2М55	334	2	12	9,21	110,1	0,19
2Н55	135	1	12	0763	3,69	1,15
Итого					320,82	1,56

Таблица 27 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемый вариант

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
LT2000-EX	13414,5	1	6	8,78	1489,14	0,22
Итого					1489,14	0,22

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (11):

$$Z_6 = 320,82 + 1,56 = 321,56 \text{ руб.}$$

$$Z_n = 1489,14 + 0,22 = 1489,36 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле:

$$Z_{и} = \frac{C_{и} + \beta_n \cdot C_n}{T_{см} \cdot N_{год} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{и}, \quad (14)$$

где $C_{и}$ – цена единицы инструмента, руб.;

β_n - число переточек;

Π_{II} – стоимость одной переточки;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента;

T_M – машинное время;

η_{II} - коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_{II} = 0,98$;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 500$ шт.

В таблице 28 укажем инструмент, используемый в базовом технологическом процессе и время работы инструмента.

Таблица 28 – Перечень инструмента базового технологического процесса

№ опер.	Наименование	T_M , мин	№ опер.	Наименование	T_M , мин.
005	Резец подрезной ГОСТ 18880-73	36,8		Резец резьбовой ГОСТ 18885-73	31,5
005	Резец расточной ГОСТ 18883-73	135,2	010	Резец канавочный ГОСТ 18884-73	37,2
005	Резец резьбовой ГОСТ 18885-73	28,5	015	Сверло ГОСТ 10903	552,6
005	Резец канавочный ГОСТ 18884-73	36,4	020	Метчик М12 ГОСТ 17752	27,2
010	Резец подрезной ГОСТ 18880-73	131,6	020	Сверло ГОСТ 10903	45,8
010	Резец расточной ГОСТ 18883-73	48,2			

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по базовому тех. процессу (для стандартного инструмента) по формуле (14):

$$Z_{II} = \frac{1956,1 + 8 \cdot 77}{60 \cdot 500 \cdot 9} \cdot 168,4 \cdot 0,98 + \frac{855,3 + 9 \cdot 68}{60 \cdot 500 \cdot 10} \cdot 183,4 \cdot 0,98 + \frac{1023 + 6 \cdot 92}{50 \cdot 500 \cdot 7} \cdot 28,5 \cdot 0,98 +$$

$$\frac{956,6 + 7 \cdot 84}{45 \cdot 500 \cdot 8} \cdot 73,6 \cdot 0,98 + \frac{1106 + 6 \cdot 88}{50 \cdot 500 \cdot 7} \cdot 31,5 \cdot 0,98 + \frac{1235 + 11 \cdot 81}{39 \cdot 500 \cdot 12} \cdot 598,4 \cdot 0,98 +$$

$$\frac{1180 + 6 \cdot 92}{31 \cdot 500 \cdot 7} \cdot 27,2 \cdot 0,98 = 5871,14 \text{ руб.}$$

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [16]:

$$Z_{\text{эи}} = (C_{\text{пл}} \cdot n + (C_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \cdot C_{\text{компл}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1},$$

где $Z_{\text{эи}}$ - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$C_{\text{пл}}$ - цена сменной многогранной пластины, руб.;

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

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

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

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

Коэффициент эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{\text{компл}} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

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

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя Q рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице;

									Лист
									59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

(для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

$b_{\text{фи}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

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

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

В таблицу 29 внесем параметры инструмента.

Таблица 29 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости ин-та, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
010	Резец MWLNR 2525M08 Пластина WNMG 080408- MF1 TS2000	13,15	1743 385	180	-	0,90	77,73
	Резец GX24- 3E400N04 0-UF4 WSM33	19,58	2026 530	180	-	0,90	139,02
	Резец A25R- PWLNR08	13,5	1560 480	180	-	0,90	76,5
	Резец DVJNL 2020 M16	193,55	1592 320	180	-	0,90	1027,97
	Фреза Coromill R216-10- T3-02M- STM	8,59	1350 380	180	-	0,90	41,23

Окончание таблицы 29

1	2	3	4	5	6	7	8
010	Сверло Ф25 SD504-25- 100-32R7	37,5	563 405	90	-	0,90	403,33
	Сверло 303DS- 10.5-40- A12	19,2	1100	90	-	0,90	234,66
	Фреза Ф10 Z=3 S1000.86X LW 010- 02.06 Пластина ВНМХ 060204R.S 52	210,78	977	240	-	0,90	858,05
Итого							2858,49

Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле [16]:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{C_p \cdot H_{\text{прс}} \cdot Ц_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100},$$

(15)

где C_p – принятое количество оборудования, ($C_p = 1$ шт.);

$H_{\text{прс}}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, ($H_{\text{прс}} = 1$);

$Ц_{\text{прс}}$ – стоимость приспособлений, ($Ц_{\text{прс1}} = 25563$ руб.)

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

$$N_{\text{ам}}^{\text{прс}} = 66\%;$$

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 500$ шт.

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (15):

$$Z_{\text{осн}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 25563 \cdot 66}{500 \cdot 100} = 33,74 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 30.

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Таблица 30 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Заработная плата с начислениями	4681,90	3529,85
Затраты на технологическую электроэнергию	308,13	376,93
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	321,56	489,36
Затраты на эксплуатацию оснастки	168,7	33,74
Затраты на инструмент	5871,14	2858,49
Итого	11351,43	7288,37

Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

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

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

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

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

$$\mathcal{E}_{год} = (11351,43 - 7288,37) \cdot 500 = 2031530 \text{ руб.}$$

Анализ уровня технологии производства

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{оп} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% , \quad (16)$$

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

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (16) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(16K20) = \frac{8,09}{18,06} \cdot 100\% = 44,8\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2M55) = \frac{9,21}{18,06} \cdot 100\% = 51\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2H55) = \frac{0,763}{18,06} \cdot 100\% = 4,2\%;$$

По проектируемому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(\text{LB45II-M}) = \frac{8,78}{8,78} \cdot 100\% = 100\%.$$

Доля прогрессивного оборудования

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле [16]:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{C_{\text{пр}}}{C_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (17)$$

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

C_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $C_{\Sigma}=2$ шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \cdot 100\% = 50\%.$$

Определим производительность труда на программных операциях:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{\text{вн}} \cdot 60}{t},$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе:

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{526,8} = 230,3 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_B = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{1132,38} = 107,14 \text{ шт / чел.год}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{np} - B_B}{B_B} \cdot 100\%,$$

где B_{np} , B_B – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

$$\Delta B = \frac{230,3 - 107,14}{107,14} \cdot 100\% = 115\%$$

В таблице 31 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 31 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	500	500	0
Количество видов оборудования	шт.	5	1	- 4
Количество рабочих	чел.	6	3	- 3
Сумма инвестиций	т. руб.	-	13414,5	+ 13414,5
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	18,06	8,78	- 9,28
Технологическая себестоимость одной детали	руб.	11351,43	7288,37	- 4063,06
Доля прогрессивного оборудования	%	-	100	100
Производительность труда	шт/чел. год	107	230	+113
Рост производительности труда	%	100	215	115
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,34	0,94	
Годовой экономический эффект	тыс. руб.		2031,530	
Срок окупаемости	года		6,6	

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в половину в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Клапан», расчета снижения трудоемкости технологического процесса и роста производительности труда, связанных с внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 2031,530 т. руб. и срок окупаемости проекта 6,6 лет

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Вводная часть

Тема дипломного проекта «Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Клапан». На заводе устанавливается прогрессивное, высокопроизводительное оборудование, такое, как станки с программным управлением, многооперационные станки.

Современный уровень технического прогресса, непрерывное создание новых совершенных высокопроизводительных, автоматизированных и высокоточных машин, основанных на использовании новейших достижений науки, требуют подготовки высокообразованных инженеров, обладающих глубокими теоретическими знаниями и хорошо владеющих новой техникой и технологией производства.

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

Применение станков с ЧПУ позволяют решить ряд социальных проблем:

- улучшение условий работы рабочих;
- автоматизация ручного труда;

Для обслуживания современного оборудования в системе подготовки кадров на предприятии в учебном центре проходят переподготовку рабочие, проработавшие на предприятии определенное время и имеющие опыт работы на производстве по профессии Станочник, на профессию - «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, прошедшие полный курс обучения, сдают квалификационные экзамены, в которые

										Лист
										66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.814.ПЗ					

включаются выполнение производственных работ и проверка технических знаний, после чего им присваивается 3-й разряд. Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, получившие разряд, смогут работать на различных станках с ЧПУ.

Обучение рабочих ведется в Региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования, который является структурным подразделением ПАО "МЗИК". Центр ДПО расположен в административном здании предприятия с общей площадью более 1000 м².

Основной целью деятельности Центра ДПО является подготовка новых рабочих и повышение квалификации кадровых рабочих, руководителей, специалистов и других служащих предприятия на основе системы непрерывного дополнительного профессионального образования, а также обучение, повышение квалификации работников предприятия Уральского и Сибирского регионов для развития их кадрового ресурса в условиях инновационного развития и технологического перевооружения.

Подготовка и обучение ведется по следующим направлениям:

- организация обучения и обучение по договорам с предприятиями ОПК и другими организациями;
- обучение (профподготовка) лиц, стоящих на учете в центрах занятости;
- организация и проведение стажировки, практики студентов и выпускников начальных, средних и высших учебных заведений;
- организация обучения и обучение собственного персонала.

Публичное акционерное общество «Машиностроительный завод имени М.И. Калинина, г. Екатеринбург» - Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования (Центр ДПО) - отдел 391 (ПАО "МЗИК") имеет Лицензию Министерства общего и профессионального образования Свердловской области рег. № 17791 от 10.08.2015 г. на осуществление образовательной деятельности.

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

В Центре ДПО работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики. Центром ДПО поддерживается постоянная связь со службой занятости населения.

Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ДПО имеет учебно-материальную базу в составе:

- учебные кабинеты;
- лаборатории;
- компьютерный класс;
- два интерактивных класса (токарный и фрезерный);
- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;
- учебно-методический кабинет,
- техническую библиотеку, читальный зал;
- кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей;
- медицинский пункт;
- столовую;
- бытовые и другие помещения.

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

Цель разработки методической части: проанализировать учебную программу для переподготовки станочников по профессии «Оператор станков с ЧПУ» третьего разряда и разработать занятие теоретического обучения для данной переподготовки.

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

4.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Профессиональные стандарты внедряются на предприятиях и для этого необходимо вести переподготовку слушателей согласно этим требованиям, для этого необходимо проанализировать профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Проанализируем профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 августа 2014г. № 530н.

Согласно профессиональному стандарту в таблице 32 приведем описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ.

Таблица 32 – Описание трудовых функций профессионального стандарта

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	A/01.2	2
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2

Окончание таблицы 32

1	2	3	4	5
		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
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	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
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	V/04.3	3
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/01.4	4
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/02.4	4

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

ДП 44.03.04.814.ПЗ

Лист

70

Рассмотрим одну из обобщенных трудовых функций подробнее «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», уровень квалификации – 3, код – В.

Возможные наименования должностей по данной обобщенной трудовой функции

- Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд или 3-й квалификации)
- Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд или 3-й квалификации)
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд или 3-й квалификации)

Согласно профессиональному стандарту, к оператору-наладчику обрабатывающих центров с числовым программным управлением предъявляются следующие требования:

- Требования к образованию и обучению: среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих);

- Требования к опыту практической работы: не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

- Особые условия допуска к работе: Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке. Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Профессиональный стандарт для обобщенной трудовой функции «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» предусматривает следующие трудовые функции, которые должен выполнять оператор-наладчик 3 разряда: наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам; программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ); установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях; обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам

Рассмотрим трудовую функцию - Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ), код - В/02.3, подуровень квалификации - 3.

Таблица 33 - Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)

Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали
	Выбор технологических операций и переходов обработки
	Выбор инструмента
	Расчет режимов резания
	Определение координат опорных точек контура детали
	Составление управляющей программы
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
Необходимые знания	Органы управления и стойки ЧПУ станка
	Режимы работы стойки ЧПУ
	Системы графического программирования
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами
Другие характеристики	-

4.3. Анализ учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор станков с ЧПУ» в Региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования ПАО "МЗИК"

Программа переподготовки рабочих включает в себя теоретическое и производственное обучение. Всего на обучение отведено 144 часа, из них на производственное обучение отведено 72 часа.

Программа включает в себя изучение основ технического черчения, резание металлов и режущего инструмента, основы технологии машиностроения, основы программирования и устройство обрабатывающих центров, наладку и настройку станка.

Срок обучения – 2 месяца, т.к. обучение проводится без отрыва от производства. После теоретического обучения рабочие на предприятии проходят производственное обучение, выполняют пробную работу. На основании сдачи квалификационного экзамена по теоретическим вопросам, выполнению пробной работы и заключения с места работы им выдается удостоверение с присвоенным разрядом.

Учебно-тематический план переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 4-ий разряд

Срок обучения - 2 месяца

Таблица 34 - Учебный план переподготовки операторов станков с ЧПУ

№ п/п	Наименование тем	Всего (час)	В том числе (час)		Форма контроля
			Теоретическое обучение	Практическое обучение	
1	2	3	4	5	6
1	Инструктаж по охране труда при работе на станках с ЧПУ и пожарная безопасность	4	4	-	

Окончание таблицы 34

1	2	3	4	5	6
2	Техническое черчение и чтение чертежей	8	4	4	Чертеж
3	Основы резания металлов и режущий инструмент	12	8	4	Задание по подбору РИ
4	Технология обработки деталей	12	4	8	Разработка ТП на обработку детали
5	Классификация систем ЧПУ	4	4	-	Опрос
6	Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ	14	6	8	Разработка УП
7	Устройство обрабатывающих центров и станков с ПУ	6	2	4	Опрос
8	Наладка обрабатывающих центров с ЧПУ	12	4	8	Задание по наладке станка
9	Самостоятельное выполнение работ	72	-	72	Задание по наладке станка и обработке УП
Итого:		144	36	108	

Сравним учебный план с требованиями профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ, данный сравнения сведем в таблицу 35.

Таблица 35 – Сравнения учебно-тематического плана с требованиями профессионального стандарта

Учебно-тематический план	Профессиональный стандарт
Инструктаж по безопасности труда при работе на станках с ЧПУ и пожарная безопасность	Техника безопасности при работе на станках с ЧПУ Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
Техническое черчение и чтение чертежей	Корректировка чертежа изготавливаемой детали
Основы резания металлов и режущий инструмент	Выбор инструмента Расчет режимов резания
Технология обработки деталей	Выбор технологических операций и переходов обработки
Классификация систем ЧПУ	Органы управления и стойки ЧПУ станка

Окончание таблицы 35

Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ	Определение координат опорных точек контура детали
	Составление управляющей программы
	Системы графического программирования
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами
Устройство обрабатывающих центров	Органы управления и стойки ЧПУ станка
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Наладка обрабатывающих центров с ЧПУ	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Режимы работы стойки ЧПУ
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Самостоятельное выполнение работ	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Составление управляющей программы
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей

Учебный план соответствует профессиональным стандартам и может быть реализован в учебном центре ПАО «МЗиК».

Для разработки методической части дипломного проекта выберем тему «Классификация систем ЧПУ».

Данная тема изучается в течении 4 часов.

4.4. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Классификация систем ЧПУ»

Целью изучения темы «Классификация систем ЧПУ» является:

- углубить знание у слушателей об существующих и применяемых системах ЧПУ;
- развить профессиональный интерес и технический кругозор .

Содержание темы занятия «Классификация систем ЧПУ» приведено в таблице 36

Таблица 36 - Содержание темы «Классификация систем ЧПУ»

№	Тема занятия	Виды занятий	
		теоретические	практические
1	Классификации систем ЧПУ по признакам	2	-
2	Возможности систем ЧПУ различных фирм	2	-

Разработаем перспективно-тематических план по теме «Классификация систем ЧПУ» и приведем его в таблице 37.

Таблица 37 - Перспективно-тематический план изучения темы «Классификация систем ЧПУ»

№ занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1	2	3	4	5	6
1.1 (2ч)	Признаки классификации систем ЧПУ	<i>Образовательные:</i> - сформировывать у слушателей понятие о классификации систем ЧПУ; <i>Воспитательные:</i> воспитывать культуру общения, культуру речи с использованием специальной предметной терминологии <i>Развивающие:</i> развивать профессиональный интерес и технический кругозор	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации).	Презентация	Фронтальная
1.2 (2ч)	Возможности систем ЧПУ различных фирм	<i>Образовательные:</i> - сформировывать у слушателей понятие возможностях систем ЧПУ, преимуществах этих систем; - <i>Воспитательные:</i> воспитывать культуру общения, культуру речи с использованием специальной предметной терминологии <i>Развивающие:</i> развивать профессиональный интерес и технический кругозор	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации, видео-ролик).	Презентация, видео-ролик	Фронтальная

4.5. Разработка плана проведения занятия

Тема урока: Признаки классификации систем ЧПУ

Цели:

Дидактическая: сформировывать у слушателей понятие о классификации систем ЧПУ;

Развивающая: развивать профессиональный интерес и технический кругозор

Воспитательная: воспитывать культуру общения, культуру речи с использованием специальной предметной терминологии

Тип урока: комбинированный

Метод обучения: рассказ, беседа, демонстрация слайдов.

Оснащение урока: ноутбук, мультимедиа проектор, экран, слайды

Таблица 38 - Ход занятия

№	Этап	Вре- мя	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1	Организационный	3	Приветствует учащихся. Проверяет посещаемость	Приветствуют преподавателя, отзываются на фамилии
2	Сообщение цели и задач урока. Мотивация.	2	Сообщает цели и задачи занятия, мотивирует на получение знаний	Записывают, слушают
3	Актуализация знаний	10	Задаёт вопросы	Отвечают на вопросы
4	Изучение нового материала	60	Излагает новый учебный материал с использованием компьютерной презентации	Слушают, составляют конспект изучаемого материала. Изучают содержимое слайдов, запоминают новый материал.
5	Закрепление нового материала	10	Задаёт ряд вопросов по новому материалу. Отвечает на вопросы учащихся.	Отвечают на задаваемые вопросы.
6	Подведение итогов занятия, выдача домашнего задания	5	Подводит итоги занятия, выдает домашнее задание: повторить пройденный материал	Слушают, Записывают в тетрадь.

Перед изучение нового материала преподаватель задает вопросы обучающимся, для того чтобы определить их уровень знаний.

Таблица 39 - Перечень вопросов для проверки знаний обучающихся

Вопрос	Предполагаемый ответ
Какие основные методы обработки деталей Вы знаете	точение, сверление, фрезерование и шлифование
Какие режимы резания Вы знаете	Глубина резания, подача, скорость, число оборотов шпинделя

Окончание таблицы 39

Соотнесите между собой режимы резания и их определение а) подача - это б) скорость резания V – это в) глубина резания – это а ____, б ____, в ____	1) путь, пройденный режущим лезвием резца относительно обрабатываемой поверхности заготовки за один ее оборот S , мм/об. 2) путь, пройденный обрабатываемой поверхностью заготовки в единицу времени 3) толщина срезаемого слоя металла с обрабатываемой поверхности
Какие режущие инструменты Вы знаете?	Резец, фреза, сверло, зенкер, развертка, метчик

После изучения нового материала преподаватель задает уточняющие вопросы для проверки усвоения полученных знаний. Примерный перечень вопросов представлен в таблице 40.

Таблица 40 - Вопросы для закрепления знаний по теоретической части:

Вопрос	Предполагаемый ответ
Как классифицируют системы ЧПУ по технологическому назначению	Прямоугольные, прямолинейные, позиционные, криволинейные
Как классифицируют системы ЧПУ по принципу задания программы	В абсолютных координатах, в приращениях
Как классифицируют по способу подготовки и вводу управляющей программы	Оперативные, независимые

Конспект урока приведен в приложении В, презентация к уроку приведена в Г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Клапан» в условиях серийного производства.

Предлагаемый технологический процесс обеспечивает экономические показатели выпуска продукции высокого качества, в условиях применения на предприятии современного оборудования и режущего инструмента.

При разработке проекта были учтены требования к материалу детали, к точности и шероховатости поверхностей.

Замена универсального оборудования позволила увеличить производительность труда и снизить себестоимость продукции. На комплексную операцию была разработана управляющая программа

В методической части проанализирован профессиональный стандарт «Оператора-наладчика обрабатывающих центров», учебный план и рассмотрены вопросы связанные с переподготовкой персонала.

Поставленные задачи выпускной квалификационной работы решены, цели достигнуты.

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А., Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.

2. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.

3. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.

4. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие-Екатеринбург: Издательство Урал. Гос. проф.- пед. университета 2012.- 169 с.

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

6. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

7. Могильников В. А. Технология производства. Технологический анализ чертежа детали: методические указания к практическим занятиям, контрольно-курсовым и контрольным работам для студентов машиностроительных специальностей / В. А. Могильников. – Тула: изд-во ТулГУ, 2009. – 18 с.

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

					ДП 44.03.04.730.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

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

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

11. Технология машиностроения [Текст]. Учеб для вузов [Гриф МО РФ] /Л.В.Лебедев и др.- М.: Изд. Центр «Академия», 2006. - 527 с.

12. Технология машиностроения[Текст]: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии машиностроения: учеб.пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – 2-ое изд., доп. – М.: Высш. шк., 2008. – 278 с.

13. Технология машиностроения [Текст]: 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. – 2-ое изд., доп. – М.: Высш. шк., 2008. – 296 с.

14. Технология машиностроения. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / [А. В. Коломейченко и др.]. - Электрон.текстовые дан. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. - 266 с. - (Режим доступа:<http://e.lanbook.com/view/book/67470>)

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

16. Эрганова, Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения[Текст]: учеб.пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова,

										Лист
										81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.814.ПЗ					

Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.

17. Электронный каталог «СКИФ-М», Инструмент для фрезерования и сверления, 2015 г.

18. Электронный каталог «Seco», Фрезерование, 2015 г.

19. Электронный каталог «КОМЕТ», Сверление, 2015 г.

20. [https://www.hoffmann-group.com/DE/ru/hom/Сборный - режущий - инструмент/Сборные-фрезы-GARANT/Фреза-для-обработки-уступов-90°-с-отверстием/p/215715-125@2F9](https://www.hoffmann-group.com/DE/ru/hom/Сборный%20-%20режущий%20-%20инструмент/Сборные-фрезы-GARANT/Фреза-для-обработки-уступов-90°-с-отверстием/p/215715-125@2F9)

21. <http://www.splav.kharkov.com>

22. <http://www.studfiles.ru/preview/5897571/page:20/>

23. <http://ru.dmgmori.com/продукты/фрезерные-станки/универсальные-фрезерные-станки-для-обработки-по-5-осям-5-сторонам/dmu-p-duoblock/dmu-80-p-duoblock-4-generation>

24. <http://www.irlen.ru/catalog/stanki-s-chpu/vertikalno-frezernye/leadwell-v-it/>.

25. <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/>

26. http://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/search/

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Перечень графического материала

Название	Формат
Чертеж детали	1 лист А1
Чертеж заготовки	1 лист А1
Иллюстрации технологического процесса	2 лист А1
Фрагмент управляющей программы	1 лист А1

Управляющая программа
 (----- L1838 LT2000 -----)
 (----- 53T6.0000-620 KN3 DNO -----
 -)
 (----- 28.04.2015 -----)
 G13
 G140
 NOEX VTLIN[1]=3 VTLFN[1]=1
 VTLL[1]=100 VTLA2[1]=3 VTLA1[1]=80
 NOEX VTLIN[13]=2 VTLFN[13]=1
 VTLD[13]=20 VTLL[13]=100
 VTLA2[13]=3 VTLA1[13]=80
 NOEX VTLIN[16]=1 VTLFN[16]=1
 VTLL[16]=100 VTLA2[16]=3
 VTLA1[16]=35
 NOEX VTLIN[3]=10 VTLFN[3]=1
 VTLL[3]=100 VTLA2[3]=3 VTLA1[3]=35
 NOEX VTLIN[11]=21 VTLFN[11]=1
 VTLW[11]=6 VTLL[11]=100
 NOEX VTLIN[6]=27 VTLFN[6]=1
 VTLD[6]=2.1 VTLL[6]=30 VTLA1[6]=120
 NOEX VTLIN[5]=35 VTLFN[5]=1
 VTLD[5]=10 VTLL[5]=40
 NOEX VTLIN[9]=21 VTLFN[9]=1
 VTLW[9]=4 VTLL[9]=100
 NOEX VTLIN[8]=1 VTLFN[8]=3
 VTLL[8]=100 VTLA2[8]=27.5
 VTLA1[8]=35
 G140
 NOEX VWKR=9999.999 VCHKL=0
 VCHKD=0 VCHKX=120 VCHKZ=-109.1
 DEF WORK[M]
 PT LF,LC,[-74,0],[120,120],[24,0]
 PT LF,LC,[-81,0],[87,120],[7,0]
 PT LF,LC,[-109,0],[118,118],[20,0]
 PT LF,LC,[-89,0],[87,87],[8,0]
 PT LF,LC,[-50,0],[72,72],[53,0]
 PT LF,RC,[3,0],[50,50],[79,0],0
 END
 DEF WORKF
 PF 0,[0,0],120,D
 END
 DEF WORKP
 PT LF,LC,[-74,0],[120,120],[24,0]
 PT LF,LC,[-81,0],[87,120],[7,0]
 PT LF,LC,[-109,0],[118,118],[20,0]
 PT LF,LC,[-89,0],[87,87],[8,0]

PT LF,LC,[-50,0],[72,72],[53,0]
 END
 CLEAR
 DRAW
 N0002 G140
 N0003 P0010
 N0004 M216
 N0005 G00 X500 Z50
 N0006 G50 S600
 N0014 G141
 N0101 G140
 (TOREC Z=0 CHERN)
 (\$_1 RG_A)
 NAT01
 N0102 P0020
 N0103 VLMON[1]=11
 N0104 G97 S85 M42 M03 M08
 N0105 G00 Z10 T010101
 N0106 X76
 N0107 X75 Z2.5
 N0108 G96 G110 S20
 N0109 G85 N0110 D1 F0.12 W0.1
 N0110 G82
 N0111 G01 X75 Z0 G41 E0.12
 N0112 X48
 N0113 G40
 N0114 G80
 N0115 G00 Z3
 N0116 VLMON[1]=0
 N0117 G97 S85 M09
 M01
 N0118 P0030
 (TOREC Z=-52 CHERN)
 (\$_1 RG_A)
 NAT01
 N0201 P0040
 N0202 VLMON[2]=11
 N0203 G97 S51 M08
 N0204 G00 X125 Z2 T010101
 N0205 X124 Z-49.5
 N0206 G96 G110 S20
 N0207 G85 N0208 D1 F0.12 W0.05
 N0208 G82
 N0209 G01 X124 Z-52 G41 E0.12
 N0210 X72.5
 N0211 Z-49.5 E0.18
 N0212 G40

N0213 G80
 N0214 G00 Z3
 N0215 VLMON[2]=0
 N0216 G97 S51 M09
 M01
 (NARUGA D=64 CHERN)
 (S_1 RG_1)
 NAT01
 N0300 VLMON[3]=11
 N0301 G97 S88 M08
 N0302 G00 X72 T010101
 N0303 Z2
 N0304 G96 G110 S20
 N0305 G85 N0306 D3 F0.18 U0.3 W0.05
 N0306 G81
 N0307 G00 X62.57
 N0308 G01 Z0 G42 E0.18
 N0309 X63.77 Z-0.6
 N0310 Z-52
 N0311 X72 E0.27
 N0312 G40
 N0313 G80
 N0314 G00 Z3
 N0315 VLMON[3]=0
 N0316 G97 S88 M09
 M01
 (NARUGA D=118 CHERN)
 (S_1 RG_A)
 NAT01
 N0400 VLMON[4]=11
 N0401 G97 S53 M08
 N0402 G00 X121 Z2 T010101
 N0403 X120 Z-50
 N0404 G96 G110 S20
 N0405 G85 N0406 D3 F0.18 U0.3 W0.1
 N0406 G81
 N0407 G00 X111.61
 N0408 G01 Z-52 G42 E0.18
 N0409 X117.89 Z-55.742
 N0410 Z-76
 N0411 X120 E0.27
 N0412 G40
 N0413 G80
 N0414 G00 Z3
 N0415 VLMON[4]=0
 N0416 G97 S53 M09
 N0417 Z3.4
 N0418 X500
 N0419 X500 Z50 T0100
 M01

N0421 P0050
 N0423 P0080
 (RASTOCHKA CHERN)
 (S_1 RG_A)
 NAT13
 N0601 P0090
 N0602 VLMON[5]=11
 N0603 G97 S255 M08
 N0604 G00 Z10 T131313
 N0605 X24
 N0606 X25 Z2
 N0607 G96 G110 S20
 N0608 G85 N0609 D2.4 F0.12 U0.3 W0.05
 M85
 N0609 G83
 N0610 G01 X50 Z0
 N0611 Z-75
 N0612 X25
 N0613 Z-78.15
 N0614 G81
 N0615 G00 X57.55 Z0 G41
 N0616 G01 X57.15 Z-0.2 E0.12
 N0617 Z-78.15
 N0618 X25 E0.18
 N0619 G40
 N0620 G80
 N0621 G00 Z30
 X250
 N0622 VLMON[5]=0
 N0623 G97 S255 M09
 M00 (@@@ UBERI STRUZHKU
 @@@)
 N0624 P0100
 (RASTOCHKA TOREC Z=-78H12
 CHISTO)
 (S_1 RG_A)
 NAT13
 N0701 P0110
 N0702 VLMON[6]=11
 N0703 G97 S187 M08
 N0704 G00 X52 Z2 T131313
 N0705 X51 Z-77
 N0706 G96 G110 S30
 N0707 G87 N0708
 N0708 G81
 N0709 G00 X50
 N0710 G01 Z-78.15 G41 F0.08
 N0711 X0
 N0712 G40

					ДП 44.03.04.730.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

N0713 G80
 N0714 G01 X-0.2 Z-77.1
 N0715 G00 Z3
 N0716 VLMON[6]=0
 N0717 G97 S600 M09
 N0718 Z3.4
 N0719 X500
 N0720 X500 Z50 T1300
 M01
 (NARUGA D=60 NA Z=-52 CHERN)
 (S_1 RG_A)
 NAT16
 N0800 VLMON[7]=11
 N0801 G97 S96 M08
 N0802 G00 Z10 T161616
 N0803 X67
 N0804 X66 Z-11
 N0805 G96 G110 S20
 N0806 G85 N0807 D2 F0.15 U0.3 W0.05
 N0807 G81
 N0808 G00 X63.77
 N0809 G01 Z-9.82 G42 E0.15
 N0810 X59.77 Z-11.498
 N0811 Z-52
 N0812 X64 E0.225
 N0813 G40
 N0814 G80
 N0815 G00 X90 Z2
 N0816 VLMON[7]=0
 N0817 G97 S96 M09
 M01
 (TOREC Z=0 CHISTO)
 (S_1 RG_A)
 NAT16
 N0900 VLMON[8]=11
 N0901 G97 S145 M08
 N0902 G00 Z1 T161616
 N0903 X66
 N0904 G96 G110 S30
 N0905 G87 N0906
 N0906 G82
 N0907 G01 X66 Z0 G41 F0.08
 N0908 X55
 N0909 G40
 N0910 G80
 N0911 G01 X57.1 Z0.1
 N0912 G00 Z3
 N0913 VLMON[8]=0
 N0914 G97 S167 M09
 M01

(NARUGA D=64 + D=60 NA Z-52
 CHISTO)
 (S_1 RG_A)
 NAT16
 N1000 VLMON[9]=11
 N1001 G97 S143 M08
 N1002 G00 X65 T161616
 N1003 Z1
 N1004 G96 G110 S30
 N1005 G87 N1006
 N1006 G81
 N1007 G00 X62.57
 N1008 G01 Z0 G42 F0.1
 N1009 X63.77 Z-0.6
 N1010 Z-9.82
 N1011 X59.77 Z-11.498
 N1012 Z-52
 N1013 X65
 N1014 G40
 N1015 G80
 N1016 G01 X65.2 Z-50.95
 N1017 G00 X70 Z3
 N1018 VLMON[9]=0
 N1019 G97 S149 M09
 M01
 (NARUGA D=118 CHISTO)
 (S_1 RG_A)
 NAT16
 N1100 VLMON[10]=11
 N1101 G97 S89 M08
 N1102 G00 X106 Z2 T161616
 N1103 X107 Z-51
 N1104 G96 G110 S30
 N1105 G87 N1106
 N1106 G81
 N1107 G00 X108
 N1108 G01 Z-52 G42 F0.1
 N1109 X111.61
 N1110 X117.89 Z-55.742
 N1111 Z-76
 N1112 X120
 N1113 G40
 N1114 G80
 N1115 G01 X120.2 Z-74.95
 N1116 G00 Z3
 N1117 VLMON[10]=0
 N1118 G97 S79 M09
 N1119 Z3.4
 N1120 X500 M5

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

N1121 X500 Z50 T1600
 M01
 (DORABOTKA D=60 LEVIM REZCOM
 CHERN)
 (S_1 RG_A)
 NAT03
 N1200 VLMON[11]=11
 N1201 G97 S98 M04 M08
 (!!!!!!!M04!!!!!!!)
 N1202 G00 X68 Z10 T030303
 N1205 X65 Z-14
 N1206 G96 G110 S20
 N1207 G85 N1208 D2 F0.15 U0.3 W0.05
 N1208 G81
 N1209 G00 X59.77
 N1210 G01 Z-12 G41 E0.15
 N1211 Z-9.82
 N1212 X63.37 E0.225
 N1213 X63.77 Z-9.62 E0.15
 N1214 G40
 N1215 G80
 N1216 G00 X68 Z-14
 Z3
 N1217 VLMON[11]=0
 N1218 G97 S98 M09
 M01
 (DORABOTKA D=60 LEVIM REZCOM
 CHISTO)
 (S_1 RG_A)
 NAT03
 N1300 VLMON[12]=11
 N1301 G97 S147 M08
 N1302 G00 X68 Z2 T030303
 N1303 X65 Z-16
 N1304 G96 G110 S30
 N1305 G87 N1306
 N1306 G81
 N1307 G01 X59.87 Z-16 G41 F0.1
 N1308 X59.77 Z-11.5
 N1309 Z-9.82
 N1310 X63.37
 N1311 X63.77 Z-9.62
 N1312 G40
 N1313 G80
 N1314 G01 X67 Z-11
 N1315 G00 Z3
 N1316 VLMON[12]=0
 N1317 G97 S149 M09
 N1318 X121
 N1319 Z3.4

N1320 X500 M05
 N1321 X500 Z50 T0300
 M01
 (KANAWA V TORCE D=45 +D=57H12)
 (B=6)
 (!!! UP PISAL VRUCHNUYU !!!)
 (S_1 RG_A)
 NAT11
 N1400 VLMON[13]=11
 N1401 G97 S83 M03 M08
 N1402 G00 X58 Z10 T211121
 N1414 G00 Z2
 N1415 X57.55 T211121
 N1416 G01 Z0 G41 F0.05
 N1417 X57.15 Z-0.2
 N1418 Z-79.75 (Z-80.15)
 G40
 N1420 G01 Z-77 F0.05
 X55 Z-76.5 F2
 (G00 X55)
 N1405 G00 X44.405 T111111
 N1406 G01 Z-78.15 G42 F0.05
 N1407 X44.805 Z-78.35
 N1408 Z-79.75 (Z-80.15)
 G40
 (X45.15) X57.15 Z-80.15 T211121
 Z-78
 G40 X56.5 (X45) Z-77
 N1426 G00 Z3
 N1427 VLMON[13]=0
 N1428 M05 M09
 N1429 Z3.4
 N1430 X500
 N1431 X500 Z50 T1100
 M01
 (SWERLO PRIWODNOE D=2.1
 WALTER)
 (S_1 RG_A)
 NAT06
 N1500 VLMON[14]=31
 N1501 M110
 N1502 G94 M146 M15 M08
 N1503 G00 X68 T0606 SB=1000
 N1504 Z10
 N1505 C0
 N1506 X66 Z-2.5
 N1507 G181 X62 Z-2.5 C0 I0 F20 Q6
 N1508 G180
 N1509 G00 X66 Z-2.5 C0 SB=909

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

N1510 G183 X54.788 Z-2.5 C0 I0 F27.2 Q6
 E0.13 D2 L2
 N1511 G180
 N1512 G00 X68
 N1513 VLMON[14]=0
 N1514 M12 M09
 N1515 Z50
 N1516 X500 Z50 T0600
 M01
 (RASFREZIROVKA OTW. D=15+.27 NA
 Z=-18)
 (D=10 Z=3 *WALTER*)
 (S_1 RG_A)
 NAT05
 N1800 VLMON[17]=159
 N1801 M08
 N1802 G00 X68 T050505 SB=668
 N1803 Z20
 N1804 G138 C0
 N1805 G00 Y0
 N1806 G19
 N1807 G00 C0
 N1808 Z-18
 N1809 M13
 N1810 X31
 N1811 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N1812 G03 X30.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 F60.1
 N1813 X30.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1814 X30.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1815 X30.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1816 X30 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1817 X29.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1818 X29.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1819 X29.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1820 X29.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1821 X29 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1822 X28.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1823 X28.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1824 X28.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1825 X28.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1826 X28 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1827 Y7.567 Z-18 J7.567
 N1828 Y-7.567 Z-18 J-7.567

N1829 Y-5.727 Z-22.443 J6.283
 N1830 G01 Y0 Z-18 G40
 N1831 G00 X34
 N1832 C45 M146
 N1833 X31
 N1834 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N1835 G03 X30.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 F60.1
 N1836 X30.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1837 X30.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1838 X30.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1839 X30 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1840 X29.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1841 X29.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1842 X29.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1843 X29.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1844 X29 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1845 X28.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1846 X28.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1847 X28.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1848 X28.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1849 X28 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1850 Y7.567 Z-18 J7.567
 N1851 Y-7.567 Z-18 J-7.567
 N1852 Y-5.727 Z-22.443 J6.283
 N1853 G01 Y0 Z-18 G40
 N1854 G00 X34
 N1855 C90 M146
 N1856 X31
 N1857 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N1858 G03 X30.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 F60.1
 N1859 X30.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1860 X30.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1861 X30.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1862 X30 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1863 X29.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1864 X29.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1865 X29.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1866 X29.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1867 X29 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1868 X28.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1869 X28.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1870 X28.4 Y-7.567 Z-18 J7.567

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

N1871 X28.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1872 X28 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1873 Y7.567 Z-18 J7.567
 N1874 Y-7.567 Z-18 J-7.567
 N1875 Y-5.727 Z-22.443 J6.283
 N1876 G01 Y0 Z-18 G40
 N1877 G00 X34
 N1878 C135 M146
 N1879 X31
 N1880 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N1881 G03 X30.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 F60.1
 N1882 X30.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1883 X30.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1884 X30.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1885 X30 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1886 X29.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1887 X29.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1888 X29.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1889 X29.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1890 X29 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1891 X28.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1892 X28.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1893 X28.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1894 X28.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1895 X28 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1896 Y7.567 Z-18 J7.567
 N1897 Y-7.567 Z-18 J-7.567
 N1898 Y-5.727 Z-22.443 J6.283
 N1899 G01 Y0 Z-18 G40
 N1900 G00 X34
 N1901 C180 M146
 N1902 X31
 N1903 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N1904 G03 X30.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 F60.1
 N1905 X30.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1906 X30.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1907 X30.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1908 X30 Y-7.567 Z-18 J7.567

N1909 X29.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1910 X29.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1911 X29.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1912 X29.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1913 X29 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1914 X28.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1915 X28.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1916 X28.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1917 X28.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1918 X28 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1919 Y7.567 Z-18 J7.567
 N1920 Y-7.567 Z-18 J-7.567
 N1921 Y-5.727 Z-22.443 J6.283
 N1922 G01 Y0 Z-18 G40
 N1923 G00 X34
 N1924 C225 M146
 N1925 X31
 N1926 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N1927 G03 X30.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 F60.1
 N1928 X30.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1929 X30.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1930 X30.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1931 X30 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1932 X29.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1933 X29.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1934 X29.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1935 X29.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1936 X29 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1937 X28.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1938 X28.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1939 X28.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1940 X28.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1941 X28 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1942 Y7.567 Z-18 J7.567
 N1943 Y-7.567 Z-18 J-7.567
 N1944 Y-5.727 Z-22.443 J6.283
 N1945 G01 Y0 Z-18 G40
 N1946 G00 X34

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

N1947 C270 M146
 N1948 X31
 N1949 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N1950 G03 X30.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 F60.1
 N1951 X30.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1952 X30.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1953 X30.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1954 X30 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1955 X29.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1956 X29.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1957 X29.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1958 X29.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1959 X29 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1960 X28.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1961 X28.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1962 X28.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1963 X28.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1964 X28 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1965 Y7.567 Z-18 J7.567
 N1966 Y-7.567 Z-18 J-7.567
 N1967 Y-5.727 Z-22.443 J6.283
 N1968 G01 Y0 Z-18 G40
 N1969 G00 X34
 N1970 C315 M146
 N1971 X31
 N1972 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N1973 G03 X30.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 F60.1
 N1974 X30.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1975 X30.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1976 X30.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1977 X30 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1978 X29.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1979 X29.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1980 X29.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1981 X29.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1982 X29 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1983 X28.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1984 X28.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1985 X28.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1986 X28.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1987 X28 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-18 J7.567
 N1988 Y7.567 Z-18 J7.567
 N1989 Y-7.567 Z-18 J-7.567
 N1990 Y-5.727 Z-22.443 J6.283
 N1991 G01 Y0 Z-18 G40
 N1992 G00 X35
 Z20
 N1993 VLMON[17]=0
 N1994 M146 M09
 M01
 (RASFREZIROWKA OTW. D=15+.27 NA
 Z=-42)
 (D=10 Z=3 *WALTER*)
 (S_1 RG_A)
 NAT05
 N2000 VLMON[18]=159
 N2001 M08
 N2002 G00 X35 Z20 SB=668
 N2003 G19
 N2004 G00 C0
 N2005 Z-42
 N2006 X31
 N2007 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N2008 G03 X30.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 F60.1
 N2009 X30.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2010 X30.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2011 X30.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2012 X30 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2013 X29.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2014 X29.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2015 X29.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2016 X29.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2017 X29 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2018 X28.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2019 X28.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2020 X28.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2021 X28.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2022 X28 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2023 Y7.567 Z-42 J7.567
 N2024 Y-7.567 Z-42 J-7.567
 N2025 Y-5.727 Z-46.443 J6.283

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

N2026 G01 Y0 Z-42 G40
 N2027 G00 X35
 N2028 C45 M146
 N2029 X31
 N2030 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N2031 G03 X30.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 F60.1
 N2032 X30.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2033 X30.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2034 X30.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2035 X30 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2036 X29.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2037 X29.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2038 X29.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2039 X29.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2040 X29 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2041 X28.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2042 X28.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2043 X28.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2044 X28.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2045 X28 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2046 Y7.567 Z-42 J7.567
 N2047 Y-7.567 Z-42 J-7.567
 N2048 Y-5.727 Z-46.443 J6.283
 N2049 G01 Y0 Z-42 G40
 N2050 G00 X35
 N2051 C90 M146
 N2052 X31
 N2053 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N2054 G03 X30.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 F60.1
 N2055 X30.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2056 X30.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2057 X30.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2058 X30 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2059 X29.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2060 X29.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2061 X29.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2062 X29.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2063 X29 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2064 X28.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2065 X28.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2066 X28.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2067 X28.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2068 X28 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2069 Y7.567 Z-42 J7.567
 N2070 Y-7.567 Z-42 J-7.567
 N2071 Y-5.727 Z-46.443 J6.283
 N2072 G01 Y0 Z-42 G40
 N2073 G00 X35
 N2074 C135 M146
 N2075 X31
 N2076 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N2077 G03 X30.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 F60.1
 N2078 X30.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2079 X30.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2080 X30.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2081 X30 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2082 X29.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2083 X29.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2084 X29.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2085 X29.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2086 X29 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2087 X28.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2088 X28.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2089 X28.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2090 X28.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2091 X28 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2092 Y7.567 Z-42 J7.567
 N2093 Y-7.567 Z-42 J-7.567
 N2094 Y-5.727 Z-46.443 J6.283
 N2095 G01 Y0 Z-42 G40
 N2096 G00 X35
 N2097 C180 M146
 N2098 X31
 N2099 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N2100 G03 X30.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 F60.1
 N2101 X30.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2102 X30.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2103 X30.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2104 X30 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2105 X29.8 Y-7.567 Z-42 J7.567

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

N2106 X29.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2107 X29.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2108 X29.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2109 X29 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2110 X28.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2111 X28.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2112 X28.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2113 X28.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2114 X28 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2115 Y7.567 Z-42 J7.567
 N2116 Y-7.567 Z-42 J-7.567
 N2117 Y-5.727 Z-46.443 J6.283
 N2118 G01 Y0 Z-42 G40
 N2119 G00 X35
 N2120 C225 M146
 N2121 X31
 N2122 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N2123 G03 X30.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 F60.1
 N2124 X30.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2125 X30.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2126 X30.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2127 X30 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2128 X29.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2129 X29.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2130 X29.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2131 X29.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2132 X29 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2133 X28.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2134 X28.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2135 X28.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2136 X28.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2137 X28 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2138 Y7.567 Z-42 J7.567
 N2139 Y-7.567 Z-42 J-7.567
 N2140 Y-5.727 Z-46.443 J6.283
 N2141 G01 Y0 Z-42 G40
 N2142 G00 X35
 N2143 C270 M146
 N2144 X31

N2145 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N2146 G03 X30.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 F60.1
 N2147 X30.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2148 X30.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2149 X30.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2150 X30 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2151 X29.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2152 X29.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2153 X29.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2154 X29.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2155 X29 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2156 X28.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2157 X28.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2158 X28.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2159 X28.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2160 X28 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1825 X27.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2161 Y7.567 Z-42 J7.567
 N2162 Y-7.567 Z-42 J-7.567
 N2163 Y-5.727 Z-46.443 J6.283
 N2164 G01 Y0 Z-42 G40
 N2165 G00 X35
 N2166 C315 M146
 N2167 X31
 N2168 G01 Y-7.567 G41 F400.8 M147
 N2169 G03 X30.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 F60.1
 N2170 X30.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2171 X30.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2172 X30.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2173 X30 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2174 X29.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2175 X29.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2176 X29.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2177 X29.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2178 X29 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2179 X28.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2180 X28.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2181 X28.4 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2182 X28.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2183 X28 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1822 X27.8 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1823 X27.6 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1824 X27.4 Y-7.567 Z-42 J7.567

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

N1825 X27.2 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N1826 X27 Y-7.567 Z-42 J7.567
 N2184 Y7.567 Z-42 J7.567
 N2185 Y-7.567 Z-42 J-7.567
 N2186 Y-5.727 Z-46.443 J6.283
 N2187 G01 Y0 Z-42 G40
 N2188 G00 X35
 N2189 G136
 N2190 VLMON[18]=0
 N2191 G95 M12 M146 M09
 N2192 M109
 N2193 G00 Z50
 N2194 X500 Z50 T0500
 M01
 (KANAWA V TORCE D=95 D=65
 CHERN)
 (B=4)
 (S_1 RG_A)
 NAT09
 N2200 VLMON[19]=11
 N2201 G97 S50 M42 M03 M08
 N2202 G00 Z10 T190919
 N2203 X94
 N2204 Z-51
 N2205 X94.8 T190919
 N2206 G74 X65.2 Z-55 I6 D3 L3 F0.05
 E2.4 T09
 N2207 G00 X94.8 T190919
 N2208 G74 X65.2 Z-58 I6 K3 D3 L3 F0.05
 E2.4 T09
 N2209 G00 X94.8 T190919
 N2210 G74 X65.2 Z-61 I6 K6 D3 L3 F0.05
 E2.4 T09
 N2211 G00 X94.8 T190919
 N2212 G74 X65.2 Z-64 I6 K9 D3 L3 F0.05
 E2.4 T09
 N2213 G00 X94.8 T190919
 N2214 G74 X65.2 Z-67 I6 K12 D3 L3
 F0.05 E2.4 T09
 N2215 G00 X89.469 T190919
 N2216 G74 X65.2 Z-70 I6 K15 D3 L3
 F0.05 E2.4 T09
 N2217 G00 X81.289 T190919
 N2218 G74 X65.2 Z-71.7 I6 K18 D3 L3
 F0.05 E2.4 T09
 N2219 G00 X87.289 T190919
 N2220 G74 X87.289 Z-70.508 K18 D3 L3
 F0.05 E2.4
 N2221 G00 X94.8 T190919
 N2222 G01 Z-51.95 G41
 N2223 Z-68.757
 N2224 X82.98 Z-71.513
 N2225 G03 X81.289 Z-71.7 I-0.846 K1.813
 N2226 G40 G01 I-1
 N2227 G00 Z-51
 N2228 Z3
 N2229 VLMON[19]=0
 N2230 M09
 M01
 (KANAWA V TORCE D=86 D=110
 CHERN)
 (B=4)
 (S_1 RG_A)
 NAT09
 N2300 VLMON[20]=11
 N2301 G97 S43 M08
 N2302 G00 X87 Z2 T090909
 N2303 Z-51
 N2304 X86.2
 N2305 G74 X108.275 Z-55 I6 D3 L3 F0.05
 E2.79 T19
 N2306 G00 X86.2 T090909
 N2307 G74 X106.851 Z-58 I6 K3 D3 L3
 F0.05 E2.79 T19
 N2308 G00 X86.2 T090909
 N2309 G74 X106.326 Z-61 I6 K6 D3 L3
 F0.05 E2.79 T19
 N2310 G00 X86.2 T090909
 N2311 G74 X105.802 Z-64 I6 K9 D3 L3
 F0.05 E2.79 T19
 N2312 G00 X86.2 T090909
 N2313 G74 X102.335 Z-67 I6 K12 D3 L3
 F0.05 E2.79 T19
 N2314 G00 X86.2 T090909
 N2315 G74 X94.8 Z-68.757 I6 K15 D3 L3
 F0.05 E2.79 T19
 N2316 G00 X100.8 T190919
 N2317 G74 X100.8 Z-67.358 K15 D3 L3
 F0.05 E2.79
 N2318 G00 X109.91 T190919
 N2319 G01 Z-51.95 G41
 N2320 X106.94 Z-57.491
 N2321 X105.603 Z-65.135
 N2322 G03 X103.309 Z-66.773 I-1.993
 K0.175
 N2323 G01 X94.8 Z-68.757
 N2324 G40 I-1
 N2325 G00 Z-51
 N2326 Z3

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

N2328 M09
 M01
 (KANAWA V TORCE D=65 D=110
 CHISTO)
 (B=4)
 (S_1 RG_A)
 NAT09
 N2400 VLMON[21]=11
 N2401 G97 S58 M08
 N2402 G00 X108 Z2 T190919
 N2403 Z-51
 N2404 G00 X110.11
 N2405 G01 Z-52 G41 F0.05
 N2406 X107.14 Z-57.541
 N2407 X105.803 Z-65.185
 N2408 G03 X103.509 Z-66.823 I-1.993
 K0.175
 N2409 G01 X83.18 Z-71.563
 N2410 G03 X81.489 Z-71.75 I-0.846
 K1.813
 N2411 G01 X73.3
 N2412 G40 X73.7 Z-70.75
 N2413 G00 Z-51
 N2414 Z3
 N2415 VLMON[21]=0
 N2416 M05 M09
 N2417 Z3.4
 N2418 X500
 N2419 X500 Z50 T0900
 M01
 (DORABOTKA KANAWI V TORCE
 D=60 DO D=65 CHERN)
 (!!! M04 !!!)
 (S_1 RG_A)
 NAT08
 N2500 VLMON[22]=11
 N2501 G97 S97 M04 M08 (!!!!!!!!!!!!
 M04 !!!!!!!!!!!!!)
 N2502 G00 X67 Z10 T080808
 N2504 Z-50
 G01 X65.5 F2
 N2505 G96 G110 S20
 N2506 G85 N2507 D1.6 F0.12 U0.3 W0.05
 N2507 G81
 N2508 G00 X59.77
 N2509 G01 Z-52 G42 E0.12
 N2510 Z-69.75
 N2511 G02 X63.77 Z-71.75 I2
 N2512 G01 X65.5 E0.18
 N2513 G40

N2514 G80
 N2515 G00 X90 Z3
 N2516 VLMON[22]=0
 N2517 G97 S97 M05 M09
 M01
 (DORABOTKA KANAWI V TORCE
 D=60 DO D=65 CHISTO)
 (!!! M04 !!!)
 (S_1 RG_A)
 NAT08
 N2600 VLMON[23]=11
 N2601 G97 S145 M04 M08
 N2602 G00 X67 Z10 T080808
 N2603 X66 Z-47
 N2604 G96 G110 S30
 N2605 G87 N2606
 N2606 G81
 N2607 G01 X59.87 F2
 N2608 G01 Z-48 G42 F0.08
 N2609 X59.77 Z-52
 N2610 Z-69.75 F0.12
 N2611 G02 X63.77 Z-71.75 I2
 N2612 G01 X65 F0.08
 (N2613 X71 Z-71.65)
 N2614 G40
 N2615 G80
 N2616 G01 (X71.2) Z-70.6
 N2617 G00 Z3
 N2618 VLMON[23]=0
 N2619 G97 S134 M05 M09
 N2620 Z3.4
 N2621 X500
 N2622 X500 Z50 T0800
 N2624 P0140
 N2629 G140
 N2630 M215
 G14
 G140
 NOEX VTLIN[9]=22 VTLFN[9]=1
 VTLD[9]=25 VTLL[9]=100
 VTLA1[9]=180
 N0008 G140
 N0009 P0010
 N0010 M216
 N0011 G00 X500 Z500
 N0012 G50 S600
 N0016 G140
 N0120 G140
 N0121 P0050

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

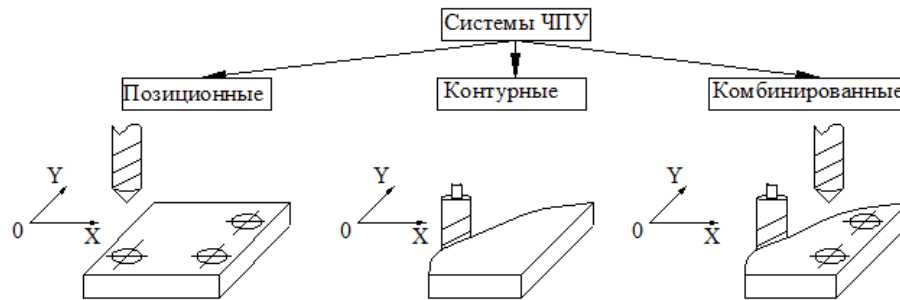
(SWERLO D=25 S PLASTINAMI)
(S_1 RG_B)
NBT09
N0501 P0060
N0502 VLMON[1]=11
N0503 G97 S102 M08
N0504 G00 Z10 T090909
N0505 X0
N0506 Z-72
N0507 G74 X0 Z-78.1 K2.5 D20 L20 F0.08
E1.17
N0508 G00 Z3
N0509 VLMON[1]=0

N0510 M09
N0511 Z3.4
N0512 X500
N0513 X500 Z500 T0900
M01
N0514 P0070
N0516 P0080
N0626 P0120
N2626 P0140
N2627 M215
N2632 G140
N2633 M02

					ДП 44.03.04.814.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

Конспект занятия по теме «Классификация систем ЧПУ по признакам»

По технологическому назначению системы ЧПУ делятся на позиционные, контурные и комбинированные.



Позиционные системы ЧПУ обеспечивают высокоточное перемещение (координатную установку) ИО станка в заданную программой дискретную точку (позицию) за минимальное время. По каждой координатной оси программируется только величина перемещения, а траектория перемещения может быть произвольной. В процессе обработки ИО в определенной последовательности обходит заданные координаты. Позиционные системы используют для автоматизации сверлильных, координатно-сверлильных, координатно-расточных станков, цикловых промышленных роботов.

Контурные системы ЧПУ. Здесь программируется не только величина перемещения по каждой координате, но и закон перемещения. Подача инструмента в каждый данный момент получается сложением подач по отдельным координатным осям. Таким образом, перемещения инструмента по различным координатным осям функционально связаны друг с другом. Системы используют для автоматизации токарных, фрезерных и расточных станков для обработки фасонных поверхностей.

В процессе **прямоугольного** формообразования ИО станка перемещаются по координатным осям поочередно, поэтому траектория инструмента имеет ступенчатый вид, а каждый элемент этой траектории параллелен координатным осям. Чтобы сократить время перемещения ИО из одной позиции в другую, в ряде случаев используют одновременное движение по двум координатам. При грубом позиционировании подход ИО к заданной позиции осуществляется с разных сторон, а при точном позиционировании – с одной. Число управляемых координат в таких системах достигает 5, а число одновременно управляемых координат – 4.

В системах, обеспечивающих **прямолинейное (под любым углом к координатным осям станка)** формообразование и позиционирование, используется двухкоординатный интерполятор, выдающий управляющие импульсы сразу на два привода подач. Т.о., движение инструмента при резании осуществляется одновременно по двум координатным осям (X и Y). Общее число управляемых координат в таких системах 2...5. Указанные системы обладают большими технологическими возможностями (по сравнению с прямоугольными).

Системы ЧПУ, обеспечивающие **криволинейное** формообразование и позиционирование, позволяют управлять обработкой деталей, содержащих участки со сложными криволинейными контурами.

Комбинированные (контурно-позиционные) системы ЧПУ сочетают достоинства позиционных и контурных устройств; применяются, в основном, для управления многоцелевых (сверлильно-фрезерно-расточных) станков или ОЦ.

Также существуют ещё две разновидности систем, которые условно относятся к программным и обеспечивают частичную автоматизацию выполнения отдельных элементов цикла без применения программносителей.

- **системы цифровой индикации положения** (ЦИП, визуализаторы) применяются на обычных универсальных станках практически без их переналадки. На экране такой системы непрерывно указываются численные значения координат ИО станка от датчиков положения

- **системы ЦИП с ручным вводом данных.** Визуализатор комплектуется клавиатурой ,на которой вручную набираются значения координат, на которые должны выйти ИО станка в процессе работы.

По уровню технологических возможностей системы ЧПУ делятся на следующие классы:

NC – покадровое считывание перфоленты на протяжении цикла обработки каждой заготовки. Система читает последующий кадр и заносит его в память во время обработки предыдущего и т.д. Недостаток – постоянное использование внешнего программносителя, возможное возникновение сбоев при чтении информации

SNC – однократное считывание всей перфоленты перед обработкой партии одинаковых заготовок. Имеет увеличенный объём памяти запоминающего устройства.

CNC – системы со встроенной малой ЭВМ (компьютером, микропроцессором)

DNC – прямое числовое управление группой станков от одной ЭВМ.

HNC – оперативные системы с ручным набором программы на пульте управления.

VNC – позволяет вводить информацию непосредственно голосом.

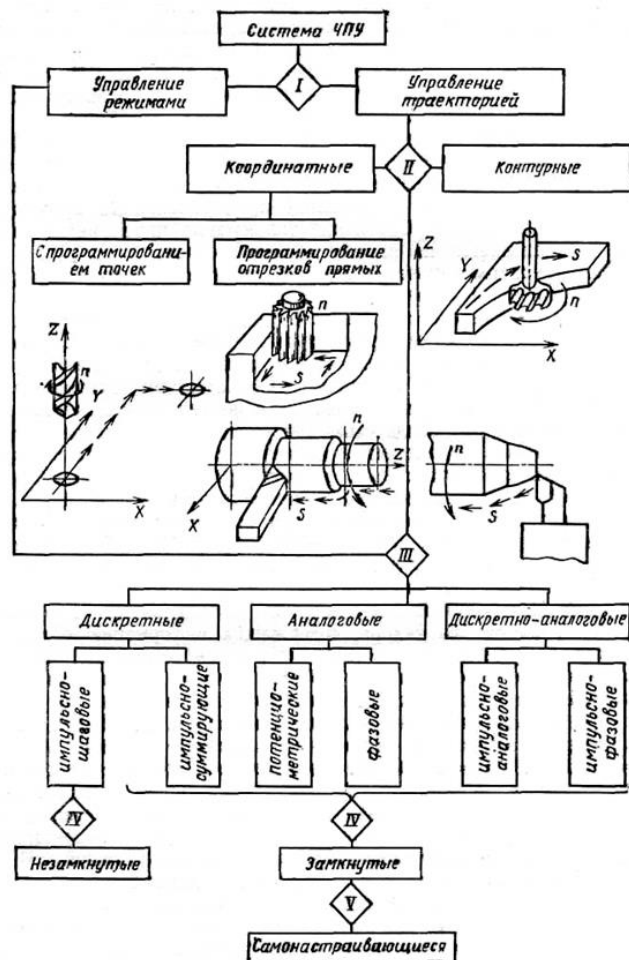
По числу обрабатываемых потоков информации системы ЧПУ подразделяются на:

Разомкнутые системы ЧПУ. Характеризуются наличием одного потока информации, поступающего со считывающего устройства к ИО станка. В такой системе нет датчика обратной связи (ДОС) и поэтому отсутствует информация о действительном положении ИО станка.

Замкнутые системы ЧПУ. Характеризуются двумя потоками информации – от считывающего устройства и обратным – от ДОС. Благодаря обратной связи устраняется рассогласование между заданными и действительными величинами перемещения исполнительных органов.


Адаптивные системы ЧПУ характеризуются тремя потоками информации:

1. От считывающего устройства
2. От ДОС
3. От датчиков, установленных на станке и контролирующих процесс обработки по таким параметрам, как износ режущего инструмента, изменение сил резания и трения, колебание припуска и твердости материала обрабатываемой заготовки и др. Такие системы позволяют корректировать программу обработки с учетом реальных условий резания.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Презентация к занятию по теме «Классификация систем ЧПУ»



Классификация систем ЧПУ (систем числового программного управления)

Системы ЧПУ классифицируют по следующим признакам:

1. По уровню технических возможностей.
2. По технологическому назначению.
3. По числу потоков информации.
4. По принципу задания программы.
5. По принципу привода .
6. По числу одновременно управляемых координат.
7. По способу подготовки и ввода управляющей программы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1. По уровню технологических возможностей

международной классификации системы ЧПУ делятся на следующие классы:

NC — системы с покадровым чтением перфоленты на протяжении цикла обработки каждой заготовки;

SNC — системы с однократным чтением всей перфоленты перед обработкой партии одинаковых заготовок;

CNC — системы со встроенной малой ЭВМ (компьютером, микрокомпьютером);

DNC — системы прямого числового управления группами станков от одной ЭВМ;

HNC — оперативные системы с ручным набором программ на пульте управления.

2. По технологическому назначению системы ЧПУ подразделяются на четыре вида:

а. Позиционные;

б. Обеспечивающие прямоугольное формообразование;

в. Обеспечивающие прямолинейное формообразование;

г. Обеспечивающие криволинейное формообразование.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

А. Позиционные системы ЧПУ

- Позиционные системы ЧПУ обеспечивают **высокоточное** перемещение (координатную установку) ИО станка в заданную программой позицию за **минимальное** время.
- По каждой координатной оси программируется - **только величина перемещения**, а траектория перемещения может быть произвольной.
- Перемещение ИО из позиции в позицию осуществляется с **максимальной скоростью**, а переход к заданной позиции — **минимальной** - «ползучей» скоростью.

А. Позиционные системы ЧПУ

- Точность позиционирования **повышается** в результате подхода ИО к заданной позиции **всегда с одной стороны** (например, слева направо).
- Позиционными системами ЧПУ оснащают : сверлильные и координатно-расточные станки.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Б. Системы ЧПУ, обеспечивающие прямоугольное формообразование


- Системы ЧПУ, обеспечивающие прямоугольное формообразование, в отличие от позиционных систем **позволяют управлять перемещением** ИО станка в процессе обработки.
- В процессе формообразования ИО станка перемещается по координатным осям **поочередно**, поэтому траектория инструмента имеет ступенчатый вид, а каждый элемент этой траектории параллелен координатным осям.
- Чтобы сократить время перемещения ИО из одной позиции в другую, в ряде случаев используют одновременное движение по двум координатам.

Б. Системы ЧПУ, обеспечивающие прямоугольное формообразование

- При грубом позиционировании подход ИО к заданной позиции осуществляется с разных сторон, а при точном позиционировании — **всегда с одной стороны**.
- Число управляемых координат в таких системах достигает **5**, а число одновременно управляемых координат — **4**.
- Указанными системами оснащают токарные, фрезерные, расточные станки.


токарные, фрезерные
и расточные станки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



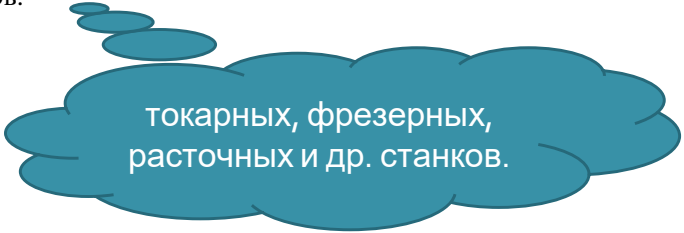
В. Системы ЧПУ, обеспечивающие прямолинейное

- Системы ЧПУ, обеспечивающие прямолинейное (под любым углом к координатным осям станка) формообразование и позиционирование, управляют движением инструмента при резании **одновременно** по двум координатным осям (X и Y).
- В данных системах используют **двухкоординатный интерполятор**, выдающий управляющие импульсы сразу на два привода подач.



В. Системы ЧПУ, обеспечивающие прямолинейное

- Общее число управляемых координат в таких системах 2—5.
- Указанные системы обладают большими технологическими возможностями (по сравнению с прямоугольными)
- применяются для оснащения токарных, фрезерных, расточных и др. станков.



токарных, фрезерных,
расточных и др. станков.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Г. Системы ЧПУ, обеспечивающие криволинейное формообразование

позволяют управлять обработкой плоских и объемных деталей, содержащих участки со сложными криволинейными контурами.

Системы ЧПУ, обеспечивающие прямоугольное и криволинейное формообразование, относятся к контурным (непрерывным системам), так как они позволяют обрабатывать заготовку по контуру. Контурные системы ЧПУ имеют, как правило, шаговый двигатель.

Многоцелевые (сверлильно-фрезерно-расточные) станки

3. По числу потоков информации системы ЧПУ делятся на замкнутые, разомкнутые и адаптивные.

Замкнутые

Разомкнутые

Адаптивные

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Разомкнутые системы ЧПУ

Разомкнутые системы ЧПУ характеризуются наличием **одного потока информации**, поступающего со считывающего устройства к ИО станка.

В механизмах подачи таких систем используют **шаговые двигатели**.

Крутящий момент, развиваемый шаговым двигателем, недостаточен для привода механизма подачи. Поэтому указанный двигатель **применяют в качестве задающего устройства**, сигналы которого усиливаются различными способами, например,

с помощью гидроусилителя моментов (аксиально-поршневого гидродвигателя), вал которого связан с ходовым винтом привода подачи.



Разомкнутые системы ЧПУ



В разомкнутой системе нет датчика обратной связи (ДОС) и поэтому отсутствует информация о действительном положении исполнительных органов станка.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Замкнутые системы ЧПУ

Замкнутые системы ЧПУ характеризуются **двумя потоками информации** — от считывающего устройства и от ДОС по пути.

В этих системах рассогласование между заданными и действительными величинами перемещения исполнительных органов устраняется благодаря наличию **обратной связи**.

Адаптивные системы ЧПУ

Адаптивные системы ЧПУ характеризуются **тремя потоками информации**:

1. От считывающего устройства.
2. От ДОС по пути.
3. От датчиков, установленных на станке и контролирующих процесс обработки по таким параметрам, как износ режущего инструмента, изменение сил резания и трения, колебание припуска и твердости материала обрабатываемой заготовки и др.

Такие системы позволяют корректировать программу обработки с учетом реальных условий резания.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4. По принципу задания программы

По принципу задания программы:
В декорированном виде, т. е. в абсолютных координатах или в приращениях от ЭВМ.

5. По принципу привода

Ступенчатый

Регулируемый

Следящий

Шаговый

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

6. По числу одновременно управляемых координат

По числу одновременно управляемых координат различают от 1 до 5 координат

7. По способу подготовки и ввода управляющей программы

Различают:

Оперативные системы ЧПУ (в этом случае управляющую программу готовят и редактируют непосредственно на станке, в процессе обработки первой детали из партии или имитации ее обработки) и

Независимые системы, для которых управляющая программа готовится независимо от места обработки детали.

Причем независимая подготовка управляющей программы может выполняться **либо** с помощью средств вычислительной техники, входящих в состав систем ЧПУ данного станка, **либо** вне ее (вручную или с помощью системы автоматизации программирования).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

