

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

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

**Выпускная квалификационная работа**

по направлению 44.03.04. Профессиональное обучение (по отраслям),  
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 149

Екатеринбург 2017

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ

Заведующая кафедрой \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г

### **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

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

Идентификационный код ВКР: 149

Исполнитель:

студент группы ТО-402

С.Ю. Васильев

Руководитель:

доцент, к.п.н

Д.Г. Мирошин

Нормоконтролер:

доцент, к.т.н

В.П. Суриков

Екатеринбург 2017

## АННОТАЦИЯ

Работа выполнена на основании данных АО ЕВРАЗ НТМК.

Дипломный проект содержит 95 листов машинописного текста, 48 таблиц, 10 рисунков, 30 используемых источников, приложения на 3 листах, графическую часть на 6 листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

В дипломном проекте совершенствуется технологический процесс механической обработки детали «Корпус привода».

Направление совершенствования – изменения формы заготовки, применения современного высокотехнологичного оборудования, прогрессивного инструмента и оснастки.

Так же в работе приведено экономическое обоснование предлагаемого технологического процесса, разработка управляющей программы и методика проведения учебного занятия в учебном центре предприятия.

					<b>ДП 44.03.04.149 ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Выполнил</i>	<i>Васильев С.Ю.</i>				Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус привода»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Мирошин Д..Г.</i>							95
<i>Н. Контр.</i>	<i>Суриков В.П.</i>					ФГАОУ ВО РГПТУ ИИПО Гр. ТО-402		
<i>Утверд.</i>	<i>Бородин Н.В.</i>							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ .....	7
1.1. Назначение и технические характеристики детали .....	7
1.2. Анализ технологичности конструкции .....	8
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ.....	11
2.1. Определение типа производства .....	11
2.2. Анализ заводского технологического процесса обработки детали.....	12
2.3. Выбор заготовки и метод ее получения .....	14
2.4. Выбор технологических баз и разработка схем базирования.....	16
2.5. Разработка технологического маршрута обработки детали .....	18
2.6. Выбор и описание оборудования.....	22
2.7. Выбор и описание металлорежущего инструмента.....	24
2.8. Расчет припусков на механическую обработку .....	34
2.9. Назначение режимов резания.....	38
2.10. Расчет технических норм времени .....	40
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	43
4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ .....	50
4.1. Размер капитальных вложений .....	50
4.2. Расчет технологической себестоимости детали .....	52
4.3. Затраты на электроэнергию .....	60
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	74
5.1. Вводная часть.....	74

5.2. Анализ профессионального стандарта .....	75
5.3. Составление учебно-тематического плана переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на базе «ЦПП Евраз-Урал».....	81
5.4. Анализ содержания темы «Допуски и посадки, технические измерения» .....	83
5.5. Разработка занятия теоретического обучения .....	85
5.5. Заключение методической части .....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	92
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ А Перечень графических материалов .....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Презентация нового материала.....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ В Комплект технической документации.....	104









Таблица 4 – Определение коэффициента шероховатости

Ши	ni	Ши*ni
2,5	4	10
6,3	11	69,3
12,5	13	162,5
$\sum ni=28$		$\sum Ши*ni=241,8$

$$Ш_{ср} = \frac{\sum Ши \cdot ni}{\sum ni} = \frac{241,8}{28} = 8,63 \quad (3)$$

$$КШ = 1 - \frac{1}{Ш_{ср}} = 1 - \frac{1}{8,63} = 0,88 \quad (4)$$

Коэффициент шероховатости также близок к единице (0,88), что в свою очередь говорит о сравнительно невысоких требованиях к шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Коэффициент использования материала:

$$K_M = \frac{K_{ДЕТ}}{K_{ЗАГ}} = \frac{1,7}{2,7} = 0,63 \quad (5)$$

В целом к детали предъявляются невысокие требования по точности геометрических параметров и шероховатости, деталь является технологичной.





Общее число операций 21, в том числе разметочных 2, фрезерных 8, слесарных 7, сверлильных 3, токарных 1, клеймение 1, контрольная 2, консервация 1.

В таблице 6 приведены все операции механической обработки заводского процесса изготовления детали

Таблица 6 - Обработка заводского процесса изготовления детали.

Операция	Количество установов	Вспомогательное время
20 Фрезерная	1	2,26
30 Фрезерная	1	6,0
50 Фрезерная	1	1,71
70 Фрезерная	1	1,99
80 Фрезерная	1	1,73
90 Фрезерная	1	1,34
120 Сверлильная	1	5,41
130 Сверлильная	1	1,03
150 Токарная	1	6,3
155 Фрезерная	1	1,4
170 Сверлильная	1	1,34
190 Фрезерная	1	1,6
Всего	12	32,11

В базовом технологическом процессе для изготовления детали «корпус привода» предусмотрено 12 операций механической обработки, вспомогательное время равно 32,11 мин, что составляет 27% от общего времени изготовления детали.

В проектируемом технологическом процессе планируется сокращение количества операций и вспомогательного времени.

### 2.3. Выбор заготовки и метод ее получения

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из основных и ответственных этапов проектирования технологического процесса изготовления детали. От верного выбора заготовки, установления ее форм, размеров, точности размеров, припусков на обработку и твердости материала в значительной степени зависит характер и число операций или переходов, трудоемкость изготовления детали, величина расхода материала и инструмента и в итоге, стоимость изготовления детали.

Исходные данные:

- масса детали 1,7 кг;
- габариты детали: 226x194x90 мм;
- материал – сплав АЛ-19 ГОСТ 1583-93;
- годовое число деталей 10000 шт.

Сегодня в машиностроении для получения заготовок деталей используются разнообразные способы их изготовления [3]:

- способы литья (в землю, в опоках, кокильное, центробежное, по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, под давлением и др.);
- способы пластического деформирования металлов (свободная ковка, ковка в подкладных штампах, штамповка на молотах и прессах, периодический и поперечный прокат, высадка, выдавливание и др.);
- резка;
- комбинированные способы штамповки – сварки, литья – сварки;
- порошковая металлургия и пр.

Главными факторами, от которых зависит выбор технологического процесса получения заготовки, являются следующие [3]:

- конструктивные формы готовой детали;
- материал, из которого должна быть изготовлена деталь;
- размеры и масса заготовки;

					<i>ДП 44.03.04.149 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14











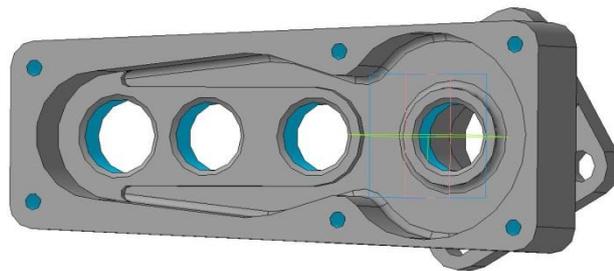
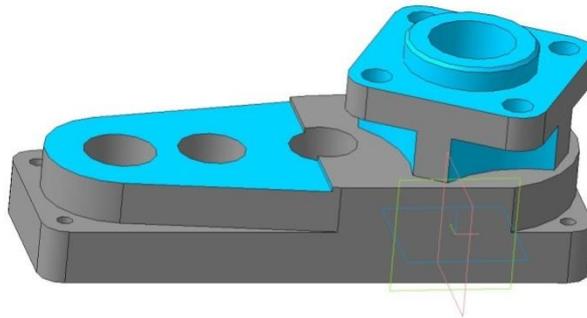
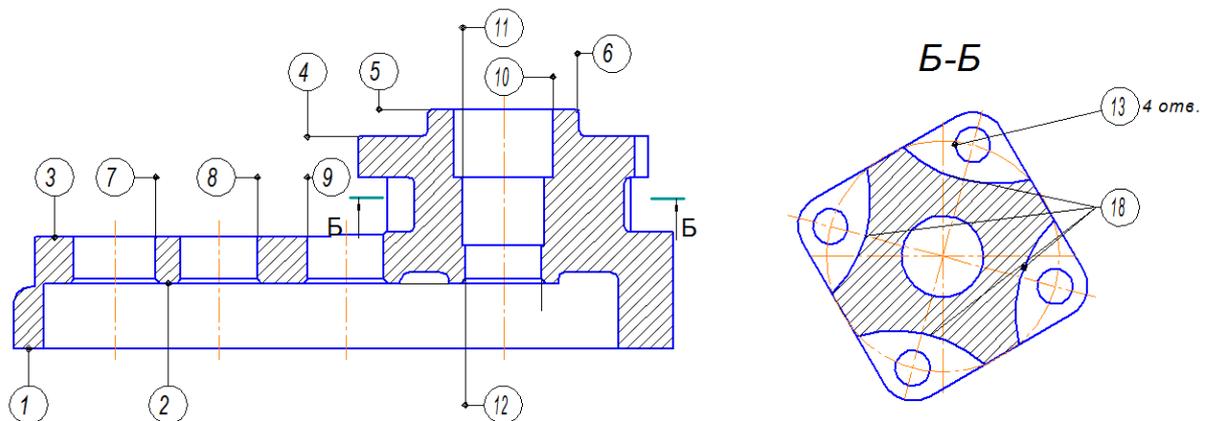


Рисунок 4 - Поверхности детали, подлежащие механической обработке



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

20

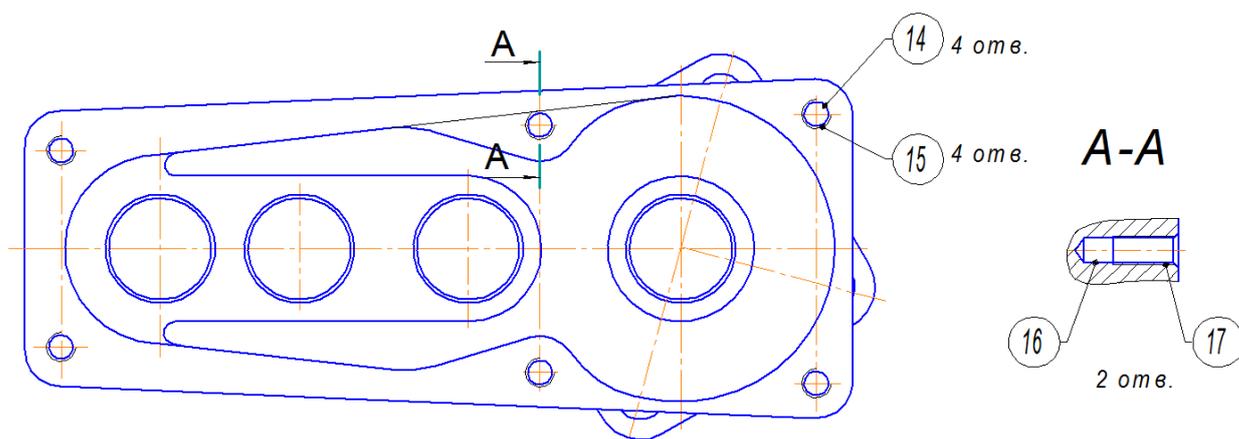


Рисунок 5 - Нумерация поверхностей

Для получения заданной формы детали с определенными характеристиками поверхностей назначаем следующие технологические переходы:

Таблица 7 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус привода»

Наименование операции, установ	Метод обработки	Обрабатываемая поверхность
010 Комплексная с ЧПУ	Фрезеровать поверхности однократно	1,2
	Расверлить отверстие Ø26 предварительно	7
020 Комплексная с ЧПУ	Фрезеровать поверхности однократно	3,4,5,6
	Фрезеровать поверхности однократно	18
	Расверлить отверстие Ø36	10
	Расверлить отверстие Ø30	11
	Сверлить 4 отверстия Ø13	13
030 Комплексная с ЧПУ	Расверлить 3 отверстия Ø26 предварительно	8,9,12
	Расточить 4 отверстия Ø27	7,8,9,12
	Расточить 3 отверстия Ø28H7 окончательно	8,9,12
	Расточить отверстие Ø30H7 окончательно	7
	Сверлить 6 отверстий Ø6,7	14,16
	Нарезать резьбу М8 – 6 отверстий	15,17

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

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

21



качеством большое число практически идентичных деталей. Кроме того, ЧПУ позволяет обрабатывать такие детали, которые крайне трудно или совершенно невозможно изготовить на обычном оборудовании. Это детали со сложной пространственной формой.

Также стоит обратить внимание на то, что сама методика работы по программе позволяет более точно предсказывать время обработки некоторой партии деталей и соответственно более полно загружать оборудование.

Станки с ЧПУ стоят достаточно дорого и требуют больших затрат на установку и обслуживание, чем обычные станки. Тем не менее их высокая производительность легко может перекрыть все затраты при грамотном использовании и соответствующих объемах производства.

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр OKUMA MA-650V.

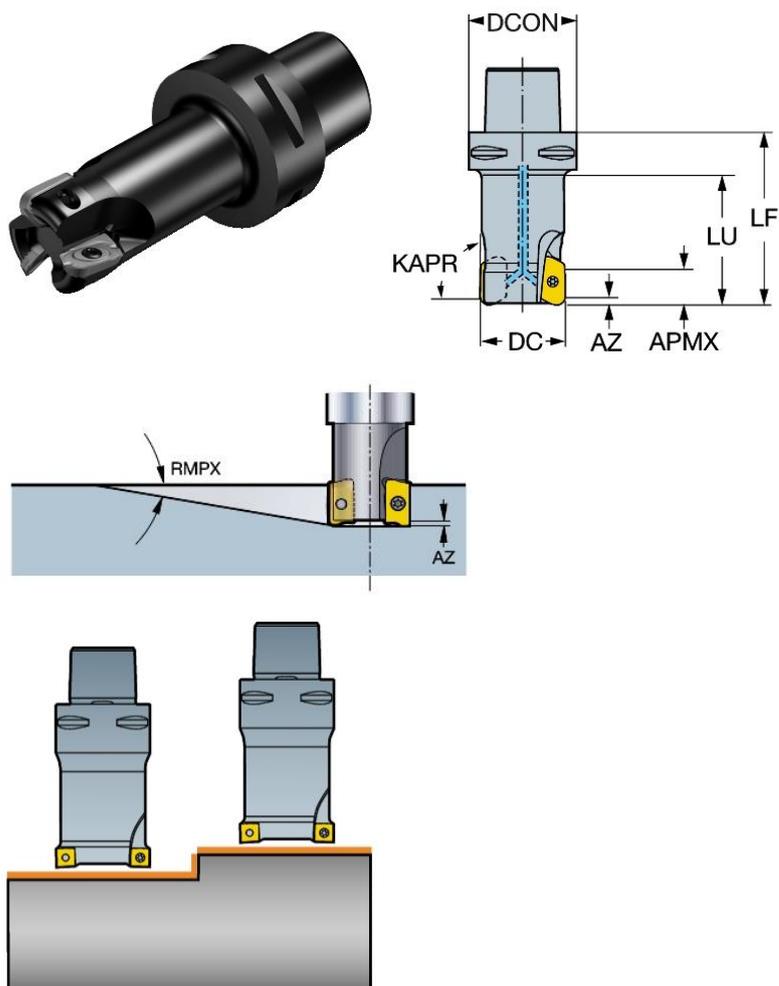


Рисунок 6 - Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр

Серия вертикально-фрезерных обрабатывающих центров MA-V оснащена системой двойных направляющих и комбинирует возможность тяжелой обработки на роликовых направляющих с высокоскоростной на линейных направляющих. Такой подход позволил специалистам корпорации OKUMA создать универсальные станки, которые способны решить любые производственные задачи заказчиков.



1. фреза Ø31,75 мм RA790-032M32S2-16L



Данные о продукции

Диаметр резания (DC) 31,75 mm

Число режущих элементов (СИСТТОТ) 3

Мах глубина резания (APMXPFW) 12 mm

Мах угол врезания (RMPXFFW) 13 deg

Мах глубина врезания (AZ) 2 mm

Рабочая длина (LU) 38,1 mm

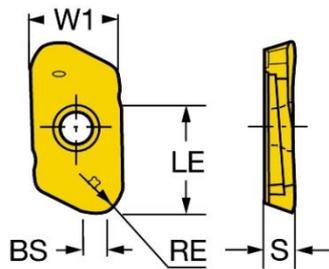
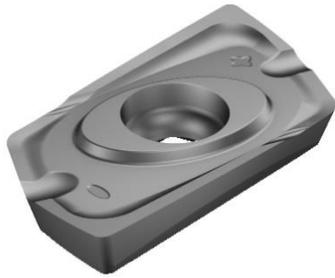
Для данной фрезы будет использована пластина R790-160408PH-NMH13A

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

25



Ширина пластины (W1) 11 mm

Эффективная длина режущей кромки (LE) 12 mm

Длина кромки Wiper (BS) 1 mm

Радиус при вершине (RE) 0,8 mm

Угол между главной режущей кромкой и wiper (KRINS) 90 deg

Исполнение (HAND) R

Сплав (GRADE) H13A

Толщина пластины (S) 4 mm

fz 0.3 mm(0.1-0.5)

vc 935 m/min(1000-875)

2. фреза Ø63,5 мм RA790-063R25S1-22M

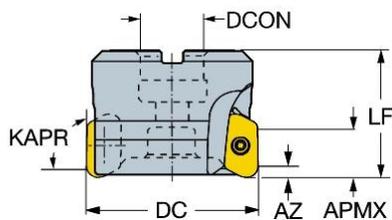


Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

26



Данные о продукции

Диаметр резания (DC) 63,5 mm

Число режущих элементов (СИСТТОТ) 5

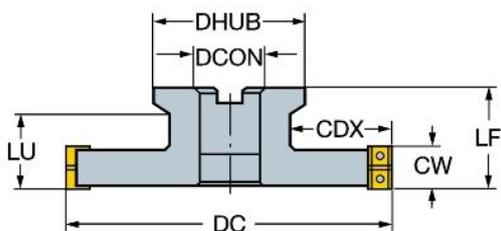
Мах глубина резания (APMXPFW) 18 mm

Мах угол врезания (RMPXFFW) 9 deg

Мах глубина врезания (AZ) 3 mm

Функциональная длина (LF) 57,15 mm

3. фреза Ø101,5 mm R331.32-101R25FM0.472



Ширина резания (CW) 12 mm

Min ширина резания (CWN) 12 mm

Мах ширина резания (CWX) 15 mm

Диаметр резания (DC) 101,6 mm

Мах глубина резания (CDX) 21,996 mm

Число режущих элементов (СИСТТОТ) 8

Функциональная длина (LF) 62,992 mm

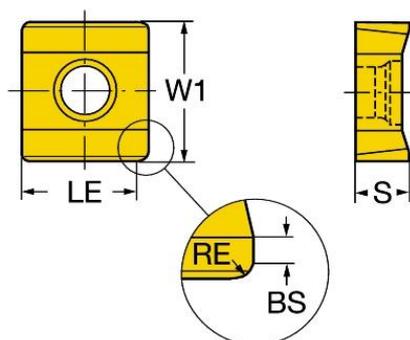
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

27

## Применяемые пластины N331.1A-08 45 08H-WM530



Ширина пластины (W1) 9,5 mm

Эффективная длина режущей кромки (LE) 7,7 mm

Радиус при вершине (RE) 0,8 mm

Угол между главной режущей кромкой и wiper (KRINS) 90 deg

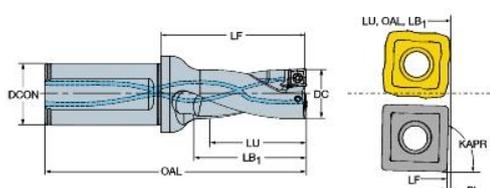
Сплав (GRADE) 530

Толщина пластины (S) 4,45 mm

fz 0.18 mm(0.08-0.25)

vc 1015 m/min(1040-990)

4. для сверления отверстий диаметром 36 мм будет использоваться сверло 880-D3600L40-02



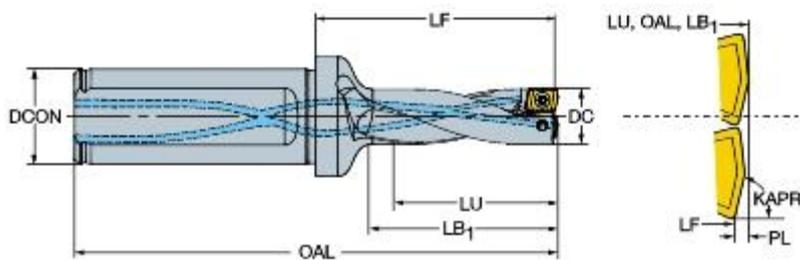
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

28





Диаметр резания (DC) 13 mm

Рабочая длина (LU) 65 mm

Главный угол в плане (KAPR) 79 deg

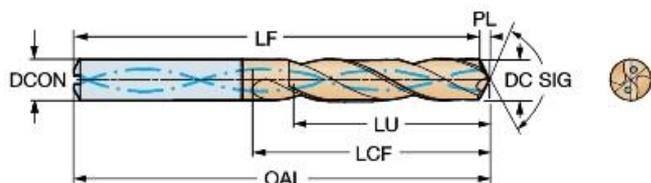
Высота режущей части (PL) 0,385 mm

Общая длина (OAL) 131 mm

Функциональная длина (LF) 80,615 mm

Длина корпуса (LB1) 68 mm

6. для сверления отверстий диаметром 6,7 мм будет использоваться сверло 860.1-0670-040A0-PM 4234



Данные о продукции

Диаметр резания (DC) 6,7 mm

Рабочая длина (LU) 34,6 mm

Отношение рабочей длины к диаметру (ULDR) 5,164

Сплав (GRADE) 4234

Общая длина (OAL) 91 mm

скорость резания 144 m/min

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

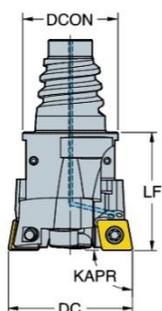
ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

30

подача на оборот 0.18 mm

7. Для черновой расточки отверстий будет использована расточная головка BR20-29CC06F-EH20



in диаметр резания (DCN) 23 mm

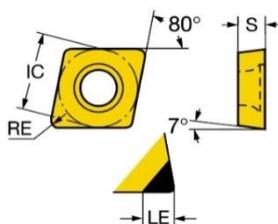
Мах диаметр резания (DCX) 29 mm

Главный угол в плане (KAPR) 90 deg

Число режущих элементов (СИСТ) 2

пластина

CCMW060204FP CD05



Эффективная длина режущей кромки (LE) 2,9 mm

Радиус при вершине (RE) 0,397 mm

Наличие кромки Wiper (WEP) false

Сплав (GRADE) CD05

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

31



Форма пластины (SC) T

Эффективная длина режущей кромки (LE) 6,22 mm

Радиус при вершине (RE) 0,397 mm

Сплав (GRADE) H10

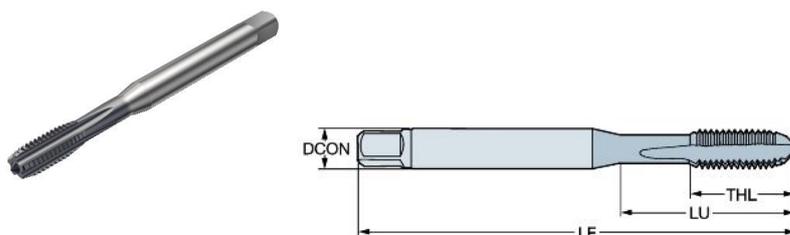
Толщина пластины (S) 1,98 mm

ap 1 mm(0.5-2)

fn 0.2 mm/r(0.1-0.3)

vc 2000 m/min(2500-250)

6. для нарезания резьбы будет использован метчик T100-КМ100АА-М8 D210



Размер резьбы (TDZ) M 8

Шаг резьбы (TP) 1,25 mm

Диаметр резьбы (TD) 8 mm

Диаметр предварительно обработанного отверстия (PHD) 6,7 mm

Способность выполнения/наличие глухих отверстий (BHFP) true

Класс точности резьбы (TCTR) 6HX

Рабочая длина (LU) 33,5 mm

Сплав (GRADE) D210

Функциональная длина (LF) 90 mm

Число стружечных канавок (NOF) 5

Нарезание резьбы метчиком

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

33

## 2.8. Расчет припусков на механическую обработку

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

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

### Расчет припусков аналитическим методом

Определим припуск на размер отверстия  $\varnothing 30H7(30_{+0}^{+0,021})$ .

Технологический маршрут обработки отверстия  $\varnothing 30H7(30_{+0}^{+0,021})$ .

- сверление;
- полустоговое растачивание;
- чистовое растачивание

Определим элементы припуска [23, с. 186 табл. 12; с. 188 табл. 25] и занесем их в таблицу 9.

Определим пространственные отклонения заготовки [4, с 67 табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{пер}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (7)$$

где  $\rho_{\text{см}}$  - смещение расположения отверстия, примем 0,5мм;

$\rho_{\text{пер}}$  - перекос оси отверстия, примем 2,5 мм

Тогда:

$$\rho_3 = \sqrt{0,5^2 + 2,5^2} = 2,55\text{мм} = 2550\text{мкм} \quad (8)$$

Остаточные пространственные отклонения [4, с. 37]:

- после черного растачивания:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 2550 = 127 \text{ мкм} \quad (9)$$

- после полустогового растачивания:

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho_3 = 0,04 \cdot 2550 = 102 \text{ мкм} \quad (10)$$

					ДП 44.03.04.149 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34



Таблица 9 - Расчет припусков и допусков на отверстие  $\text{Ø}30\text{H}7(30_{+0}^{+0,021})$ .

Технологические переходы обработки отверстия $\text{Ø}30\text{H}7(30_{+0}^{+0,021})$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2 \cdot Z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мм	
	$R_Z$	$h$	$\rho$	$\varepsilon$				$D_{\min}^{\text{np}}$	$D_{\max}^{\text{np}}$	$2 \cdot Z_{\min}^{\text{np}}$	$2 \cdot Z_{\max}^{\text{np}}$
Заготовка	20 0	10 0	255 0	-	-	23,4	0,80	23,4	24,2	-	-
Сверление	50	70	127	13 0	2*2853	29,18	0,33	29,1 8	29,51	5,31	5,78
Зенкерование	20	25	102	10 0	2*282	29,69	0,052	29,6 9	29,74	0,232	0,51
Развертывание	10	10	-	40	2*155	30,0	0,021	30,0	30,02 1	0,279	0,31

$$2 \cdot Z_{0\min} = 5,8 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{0\max} = 6,6 \text{ мм}$$

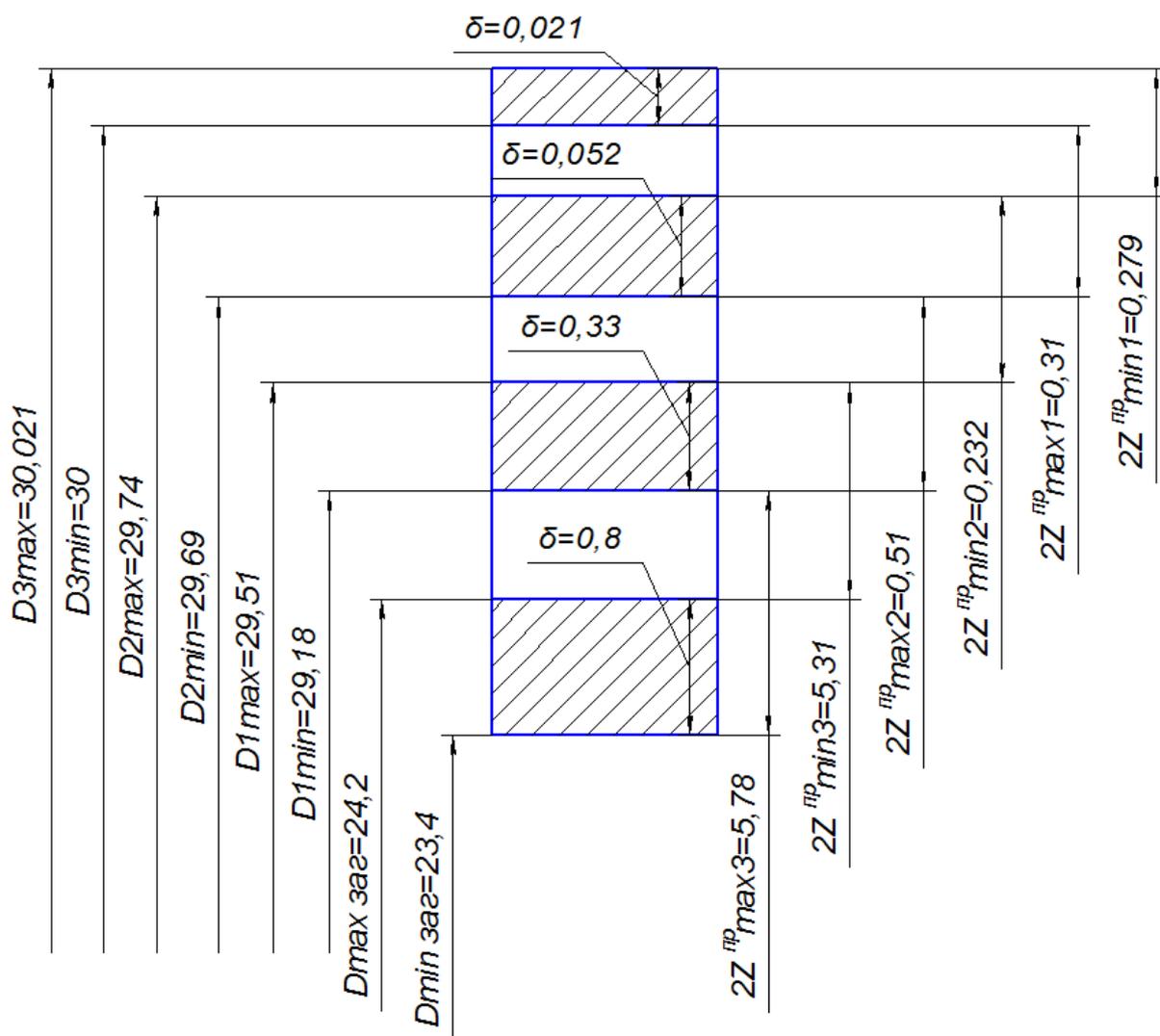


Рисунок 7 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия  $\text{Ø}30\text{H}7(30^{+0,021}_0)$

*Опытно-статистический (табличный) метод расчета припусков*

При определении величины общего припуска следует учитывать основные факторы, способ получения заготовки, форму и размеры, точность и толщину дефектного слоя обрабатываемых поверхностей детали.

Таблица 10 - Расчет припусков на механическую обработку и допусков опытно-статистическим методом

Чертежный размер, мм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск, мм
1	2	3	4
Ø55	2,5	Ø60	2
Ø28	2	Ø24	1,6

Окончание таблицы 10 - Расчет припусков на механическую обработку и допусков опытно-статистическим методом

1	2	3	4
25	3	28	1,8
24	3	24	1.6
41	2	45	2
78	3	84	2,2
88	3	94	2,2

## 2.9. Назначение режимов резания

Режимы резания определяются глубиной резания, подачей на оборот и скоростью резания.

Режимы резания оказывают влияние на точность и качество обработанной поверхности, производительность и себестоимость обработки.

Произведем выбор режимов резания по каталогу фирмы «Сандвик», результаты занесем в таблицу 11.

Таблица 11 - Элементы режима резания по операциям.

Наименование операции, перехода, позиции	ap max, мм	fn, мм/об	V, м/мин
<b>Операция 010 Комплексная с ЧПУ</b>			
Переход 1	3	0,3	935
Переход 2	3	0,25	60
<b>Операция 020 Комплексная с ЧПУ</b>			
Переход 1	3	0,3	935
Переход 2	2,5	0,18	1015
Переход 3	3	0,3	60
Переход 4	3	0,3	60
Переход 5	6,5	0,2	60
<b>Операция 030 Комплексная с ЧПУ</b>			
Переход 1	3	0,3	60
Переход 2	0,5	0,1	2000
Переход 3	0,1	0,2	2000
Переход 4	0,1	0,2	2000
Переход 5	3,35	0,18	144
Переход 6	0,65	1,25	12

Для проверки возможности применения назначенных режимов резания на выбранном оборудовании определяется потребляемая мощность

$$P_c = \frac{V_c \cdot a_p \cdot f_n \cdot k_c}{60 \cdot 10^3} \quad (16)$$

где  $V_c$  – скорость резания, м/мин

$a_p$  – глубина резания, мм

$f_n$  – подача, мм/об

$k_c$  удельная сила резания, Н/мм, выбирается в зависимости от обрабатываемого материала, удельная сила резания составит  $K_c = 700$  Н/мм  
Рассчитаем потребляемую мощность на каждом переходе.

Таблица 12 – Потребляемая мощность на каждом переходе

Наименование операции, перехода, позиции	$a_p$ max, мм	$f_n$ , мм/об	$V$ , м/мин	$P_c$ , кВт
Операция 010 Комплексная с ЧПУ				
Переход 1	3	0,3	935	9,8175
Переход 2	3	0,25	60	0,525
Операция 020 Комплексная с ЧПУ				
Переход 1	3	0,3	935	9,8175
Переход 2	2,5	0,18	1015	5,32875
Переход 3	3	0,3	60	0,63
Переход 4	3	0,3	60	0,63
Переход 5	6,5	0,2	60	0,91
Операция 030 Комплексная с ЧПУ				
Переход 1	2,5	0,3	60	0,63
Переход 2	0,5	0,1	2000	1,166667
Переход 3	0,1	0,2	2000	0,466667
Переход 4	0,1	0,2	2000	0,466667
Переход 5	3,35	0,18	144	1,01304
Переход 6	0,65	1,25	12	0,11375

По паспортным данным станка максимальная мощность главного привода 22 кВт, что больше максимально необходимой мощности при фрезеровании.





$$t_3 = 0,12 \text{ мин}$$

$$t_{\text{уп}} = 0,24 \text{ мин}$$

$$t_{\text{изм}} = 0,64 \text{ мин}$$

$$t_{\text{вс}} = 0,12 + 0,12 + 0,24 + 0,64 = 1,12 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места

$$t_{\text{обс}} = 0,07(0,65 + 1,12) = 0,12 \text{ мин}$$

Время на отдых и личные потребности

$$t_{\text{отд}} = 0,06(0,65 + 1,12) = 0,11 \text{ мин}$$

Штучное время

$$t_{\text{шт}} = 0,65 + 1,12 + 0,11 + 0,12 = 2 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время

$$t_{\text{шк}} = 3,88 + \frac{33}{354} = 2,09 \text{ мин}$$

Для остальных переходов нормы времени определим аналогично, а результаты занесем в таблицу 13.

Таблица 13 - Технические нормы времени по операциям, мин.

Операция, переход	t <sub>о</sub>	t <sub>в</sub>			t <sub>об</sub>	t <sub>от</sub>	t <sub>шт</sub>	t <sub>п.з.</sub>	t <sub>ш-к</sub>
		t <sub>ус</sub>	t <sub>уп</sub>	t <sub>изм</sub>					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Операция 010									
Переход 1	0,34	0,24	0,24	0,65	0,12	0,11	2,00	33	2,09
Переход 2	0,30								
Операция 020									
Переход 1	0,53	0,24	0,24	2,02	0,34	0,29	5,48	33	5,57
Переход 2	1,13								
Переход 3	0,19								
Переход 4	0,16								
Переход 5	0,34								
Операция 030									
Переход 1	0,37	0,24	0,24	4,29	0,39	0,34	6,42	33	6,51
Переход 2	0,05								
Переход 3	0,02								
Переход 4	0,01								
Переход 5	0,21								
Переход 6	0,26								

$$\sum t_{\text{шт.к}} = 14,17$$





программирования обработки. Сегодня программирование в G- и M-кодах является крайне популярным.

Системы ЧПУ Fanuc (Япония) были одними из первых, адаптированных под работу с G- и M-кодами ISO и использующими этот стандарт наиболее полно. Стойки ЧПУ и других известных производителей, например Heidenhain и Sinumerik (Siemens), также имеют возможности по работе с G- и M-кодами, но все же некоторые коды могут отличаться. Нет необходимости знать все коды всех систем ЧПУ, обычно достаточно знать набор основных G- и M-кодов, а о возникшей разнице в программировании специфических функций можно узнать из документации к конкретной системе.

Некоторые производители систем ЧПУ предлагают диалоговый язык программирования. Этот язык делает общение с системой проще, особенно для новых операторов, так как основой для него служат англоязычные предложения, сокращения, вопросы и графические элементы, которые вводятся оператором станка в интерактивном режиме.

Таблица 14 – Фрагмент управляющей программы

Операция 010	
1	2
N010	T1 D1 M06 ; perehod 1
N015	G54 G90 G17 G95 G96
N020	M03 M08 S935
N030	G0 G40 X42 Y67 Z0 F0,3 ; obrabotka 42 mm
N035	G1 Y-21.66
N040	G2 X26.30 Y-36.64 CR=15
N045	G1 X-159.31 Y-28.84
N050	G2 X-173.68 Y-13.86 CR=15
N055	G1 Y-13.93
N060	G2 X-159.31 Y28.92 CR=15
N065	G1 X26.30 Y36.72
N070	G2 X41.93 Y21.73 CR=15
N075	G2 X37.17 Y10.77 CR=15
N080	G1 X25.64 Y0; obrabotka 24 mm
N085	G1 Z-24
N090	G1 X11.94 Y-12.79

Продолжение таблицы 14 - Фрагмент управляющей программы

1	2
N095	G2 X-17.5 Y0 CR=17.5
N100	G2 X-3.87 Y-17.06 CR=15
N105	G1 X-35.02 Y-10
N110	G1 G42 X-136.31 Y-26.65
N115	G1 X142 Y-26
N120	G2 Y26 CR=26
N125	G1 X-136.31 Y26.65
N130	G1 G40 X125.59 Y10
N135	G1 X-35.02
N140	G0 Z50
N143	G0 X300 Y300
N145	M05 M09
N150	T2 D2 M06; sverlenie 26 mm
N155	M03 M08 S60
N160	G0 X-142 Y0 Z10
N165	G0 Z-19
N170	G1 Z-47 F0,25
N175	G1 Z-19
N180	G0 Z10
N185	G0 X300 Y300
N190	M05 M09
N195	M2
Операция 020	
N200	T3 D3 M06 ; perehod 1
N205	G54 G90 G17 G95 G96
N210	M03 M08 S935
N215	G0 G40 X-93 Y75; obrabotka 41 mm
N220	G0 Z41
N225	G1 Y-75 F0,3
N230	G0 X148 Y-68
N235	G1 Y68
N240	G0 Z88 ; obrabotka 88 mm
N245	G0 X-29.52 Y13.59
N250	G1 X70.12 Y-27.42
N255	G0 Z78 ; obrabotka 78mm, diametra 55mm
N260	G1 G42 X27.5 Y0
N265	G3 X-27.5 CR=27.5
N270	G3 X27.5 CR=27.5
N275	G0 Z60
N280	M05 M09

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

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

46

Продолжение таблицы 14 - Фрагмент управляющей программы

1	2
N300	T4 D4 M06; perehod 2
N305	M03 M08 S1015
N310	TRANS Z78; obrabotka pazov
N315	G0 G42 Z-21 ;first step
N320	G0 X34.18 Y28.8
N325	G2 X-16.03 Y41.55 CR=50 F0,18
N330	G0 X28.26 Y34.49
N335	G2 X-41.99 Y-15.27 CR=50
N340	G0 X-33.49 Y-29.99
N345	G2 X16.87 Y-41.06 CR=50
N350	G0 X28.33 Y-34.44
N355	G2 X42.19 Y14.91 CR=50
N360	G0 X34.18 Y28.8
N365	G0 Z-29 ; second step
N370	G2 X-16.03 Y41.55 CR=50
N375	G0 X28.26 Y34.49
N380	G2 X-41.99 Y-15.27 CR=50
N385	G0 X-33.49 Y-29.99
N390	G2 X16.87 Y-41.06 CR=50
N395	G0 X28.33 Y-34.44
N400	G2 X42.19 Y14.91 CR=50
N405	G0 X300 Y300
N410	M05 M09
N430	T5 D5 M06; perehod 3 obrabotka diam 36 mm
N435	M03 M08 S60
N440	TRANS Z88
N445	G0 X0 Y0 Z5
N450	G1 Z-25 F0,3
N455	G1 Z5 F
N460	G0 X300 Y300
N465	M05 M09
N485	T5 D5 M06; perehod 4 obrabotka diam 30 mm
N490	M03 M08 S360
N495	G0 X0 Y0 Z5
N500	G0 Z-20
N505	G1 Z-50 F0.3
N510	G1 Z-20
N515	G0 Z5
N520	G0 X300 Y300
N525	M05 M09

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

47

Окончание таблицы 14 – Фрагмент управляющей программы

1	2
N545	T6 D6 M06; perehod 4 obrabotka diam 13 mm
N550	M03 M08 S60
N555	TRANS Z78
N560	G0 X-10.99 Y 41.05 Z15
N565	G0 Z5
N570	G1 Z-20 F0.2
N575	G1 Z5
N580	G0 Z15
N585	G0 X41,05 Y10.99
N590	G0 Z5
N595	G1 Z-20
N600	G1 Z5
N605	G0 Z15
N610	G0 X10.99 Y-41.05
N615	G0 Z5
N620	G1 Z-20
N625	G1 Z5
N630	G0 Z15
N635	G0 X41,05 Y-10,99
N640	G0 Z5
N645	G1 Z-20
N650	G1 Z5
N655	G0 Z15
N660	G0 X300 Y300
N665	M05 M09
N670	M2

Краткий обзор команд, применяемых в программе обработки приведен в таблице 15.

Таблица 15 - Краткий обзор команд, применяемых в программе обработки

Команда	Расшифровка
1	2
G54	Активизация смещения нулевой точки детали №1
G90	Программирование в абсолютных размерах
G17	Выбор плоскости программирования XZ (токарная обработка)
G95	Подача с мм/об
G96	Постоянная скорость резания
G0	Ускоренное перемещение
G40	Коррекция инструмента, отключение
G42	Коррекция инструмента, справа от контура



#### 4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

В данном дипломном проекте производится совершенствование технологического процесса детали «Корпус привода» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 10000 штук в год.

При разработке проекта были учтены: тип производства – среднесерийное; свойства и особенности обрабатываемого материала, применен прогрессивный инструмент, разработана управляющая программа.

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение экономической эффективности разрабатываемого технологического процесса.

Расчет капитальных затрат

##### 4.1. Размер капитальных вложений

*Определяем количество технологического оборудования*

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{ВН}} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (24)$$

где

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

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

$N_{\text{год}} = 10000$  шт.;

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

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

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

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле:

$$F_{об} = F_H \left(1 - \frac{k_p}{100}\right), \quad (25)$$

где  $F_H$  – 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; 117 – количество выходных и праздничных дней; 248 – количество рабочих дней. Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при двусменной работе:

$$F_H = 3968 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9,0% для станка с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, составляет:

$$F_{об} = 3968 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 3610 \text{ ч.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени по формуле (24). Для базового варианта.

$$g(\text{баз}) = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_{360}} = \frac{55,44 \cdot 10000}{3610 \cdot 1,075 \cdot 60} = 3,41 \quad (26)$$

Принимаемое количество станков – 4 шт.

Для проектируемого варианта.

$$g(\text{МА} - 650V) = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_{360}} = \frac{14,17 \cdot 10000}{3610 \cdot 1,075 \cdot 60} = 0,87 \quad (27)$$

Принимаемое количество станков – 1 шт.





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

$$Z_{\text{тр}} = C_{\text{т}} \cdot t \cdot k_{\text{мн}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{есн}} \cdot k_{\text{р}} \quad (31)$$

где  $C_{\text{т}}$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

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

$k_{\text{мн}}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  $k_{\text{мн}}=0,49$ ;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $k_{\text{доп}}=1,2$

$k_{\text{есн}}$  – коэффициент, учитывающий страховые взносы,  $k_{\text{есн}}=1,3$

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент,  $k_{\text{р}}=1,15$

Численность станочников вычисляем по формуле [ ]:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}} 60}, \quad (32)$$

где  $F_{\text{р}}$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1805 ч.;

$k_{\text{мн}}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  $k_{\text{мн}} = 0,49$ ;

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

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{\text{год}} = 10000$  шт.

Для существующего технологического процесса:

Расчет для операции 030 фрезерная:

$C_{\text{т}} = 115,2$  р.;

$t = 0,11$  ч.;

$k_{\text{мн}} = 0,49$ ;

$k_{\text{доп}} = 1,2$

$k_{\text{есн}} = 1,3$

$k_{\text{р}} = 1,15$

$Z_{\text{тр}} = 115,2 \cdot 0,11 \cdot 0,49 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 11,14$  руб.

Численность станочников:

$$F_p = 1805 \text{ ч.}$$

$$k_{\text{мн}} = 0,49$$

$$t = 4,38 \text{ мин}$$

$$N_{\text{год}} = 10000 \text{ шт.}$$

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{4,38 \cdot 10000 \cdot 1}{1805 \cdot 60} = 0,404 \text{ чел.}$$

Для остальных операций расчет производится аналогичным методом, результаты приведены в таблице 17 и 18.

Таблица 17 - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих

Наименование операции	t, ч	Ст, руб.	кмн	Кдоп	кесн	кр	Зпр
030 Фрезерная	0,11	115,2	0,49	1,2	1,3	1,15	11,14
050 Фрезерная	0,153	115,2	0,49	1,2	1,3	1,15	15,49
070 Фрезерная	0,058	115,2	0,49	1,2	1,3	1,15	5,87
080 Фрезерная	0,043	115,2	0,49	1,2	1,3	1,15	4,35
090 Фрезерная	0,015	115,2	0,49	1,2	1,3	1,15	1,52
120 Сверлильная	0,141	110,8	0,49	1,2	1,3	1,15	13,73
130 Сверлильная	0,021	110,8	0,49	1,2	1,3	1,15	2,05
150 Токарная	0,267	105,2	0,49	1,2	1,3	1,15	24,69
155 Фрезерная	0,028	115,2	0,49	1,2	1,3	1,15	2,84
170 Сверлильная	0,034	110,8	0,49	1,2	1,3	1,15	3,31
190 Фрезерная	0,054	115,2	0,49	1,2	1,3	1,15	5,47

Суммарная зарплата на фрезерные операции 53,85 руб.

Суммарная зарплата на сверлильные операции 24,69 руб.

Суммарная зарплата на токарные операции 19,09 руб.

Численность производственных рабочих сведем в таблицу 18

Таблица 18 - Численность производственных рабочих

наименование операции	t, ч	N, шт	Кмн	Fp, ч	Чст, чел
1	2	3	4	5	6
030 Фрезерная	0,11	10000	0,49	1805	0,29861
050 Фрезерная	0,153	10000	0,49	1805	0,41535
070 Фрезерная	0,058	10000	0,49	1805	0,15745
080 Фрезерная	0,043	10000	0,49	1805	0,11673







$$Z_{\text{контр}} = \frac{69,7 \cdot 1805 \cdot 0,06 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,3}{10000} = 1,35 \text{ р.}$$

Для проектируемого технологического процесса

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,87 \cdot 2}{8} = 0,22$$

$$Ч_{\text{эл}} = \frac{0,87 \cdot 2}{8} = 0,22$$

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,22 \cdot 0,05 = 0,011 \text{ чел.}$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,22 \cdot 0,07 = 0,015 \text{ чел.}$$

$$Z_{\text{нал}} = \frac{79,5 \cdot 1805 \cdot 0,22 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,3}{10000} = 5,66 \text{ р}$$

$$Z_{\text{эл}} = \frac{79,5 \cdot 1805 \cdot 0,22 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,3}{10000} = 5,66 \text{ р}$$

$$Z_{\text{тр}} = \frac{59,7 \cdot 1805 \cdot 0,011 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,3}{10000} = 0,212 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{контр}} = \frac{69,7 \cdot 1805 \cdot 0,015 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,3}{10000} = 0,34 \text{ р.}$$

Таблица 23 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по существующему технологическому процессу

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	79,5	0,85	21,88
Транспортный рабочий	59,7	0,042	0,81
Контролер	69,7	0,06	1,35
Итого		0,952	24,04

Определим затраты на заработную плату за год:

$$Z_{\text{всп}} = 24,04 \cdot 10000 = 240400 \text{ р.}$$

Таблица 24 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому технологическому процессу

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	79,5	0,22	5,66
Электронщик	79,5	0,22	5,66
Транспортный рабочий	59,7	0,011	0,212
Контролер	69,7	0,015	0,34
Итого		0,466	11,872











Таблица 30 - Затраты на эксплуатацию инструмента базового процесса

наименование инструмента		стоимость, руб.	стойкость, мин	кол-во переточек	стоимость одной переточки, руб	маш.время	коэф.убыли	затраты
Фреза	П-125 2214-0155 ВК-8 ГОСТ 9473-80	700	65	8	80	1,62	1,05	3,8
Фреза	Ø100 ВК6 2214-0153	900	65	8	80	0,67	1,05	1,8
Фреза	34p-1139	700	65	8	80	7,1	1,05	17,1
Фреза	100 34p-1202	920	65	8	80	1,24	1,05	3,4
Фреза	Ø40x140 2223-7005	600	65	8	80	2,78	1,05	6,1
Фреза	Ø20x70 2223-7002	560	65	8	80	0,36	1,05	0,7
сверло	Ø28 2301-0953	800	80	12	30	0,11	1,05	0,1
сверло	Ø26 2301-0865	800	80	12	30	0,5	1,05	0,6
сверло	Ø6,7 2300-08865	200	70	12	30	1,18	1,05	0,7
сверло	Ø9,7 51p-694	200	70	12	30	0,12	1,05	0,1
развертка	10Н7 2363-0821	800	45	1	90	0,72	1,05	7,4
сверло	Ø15 2301-0880	450	70	12	30	0,15	1,05	0,1
Резец	30x30x150 И5-11 2103-7108	320	100	10	40	3,82	1,05	2,6
Резец	30x20x150 И5-9 2102-7107	320	100	10	40	0,77	1,05	0,5
Резец	12x12x125 И5-53 2141-7101	320	100	10	40	1,06	1,05	0,7
Фреза	Ø25 2223-0091 ГОСТ 17026-71	700	65	8	80	0,2	1,05	0,4
сверло	Ø13,1 51p-709	450	70	12	30	0,59	1,05	0,5
Фреза	Ø100 34P-1242	900	65	8	80	4,6	1,05	12,7

Суммарные затраты инструмента на одну деталь составляют

$$Z_{\text{инстр./дет.}} = 60,1 \text{ руб.}$$

Затраты на годовую программу составляют

$$Z_{\text{инстр./год}} = Z_{\text{инстр./дет}} \cdot N = 60,1 \cdot 10000 = 601000 \text{ руб.}$$

Исходные данные расчета затрат проектируемого варианта

Таблица 31 - Исходные данные расчета затрат проектируемого варианта

наименование инструмента		стоимость, руб.	стойкость, мин
пластина	R790-160408PH-NMH13A	600	220
пластина	R790-160408PH-NMH13A	600	220
пластина	N331.1A-08 45 08H-WM530	500	180
пластина	CCMW060204FP CD05	450	360
пластина	TCGX 06 T1 04-AL H10	450	360
пластина		300	200

Таблица 32 - Исходные данные расчета затрат проектируемого варианта

наименование инструмента		стоимость, руб.	стойкость, установок
фреза Ø31,75 мм	RA790-032M32S2- 16L	8500	1300
фреза Ø63,5 мм	RA790-063R25S1- 22M	9700	1300
фреза Ø101,5	R331.32- 101R25FM0.472	10200	1100
расточная головка	BR20-29CC06F-EH20	11500	900
расточная головка	825-36TC06-EH25	10900	550

Таблица 33 - Исходные данные расчета затрат проектируемого варианта

наименование инструмента		стоимость, руб.	стойкость, отв.
сверло Ø36 мм	880-D3600L40-02	5500	5750
сверло Ø30 мм	880-D3000L40-02	5500	4860
сверло Ø26 мм	880-D2600L40-02	4500	4320
сверло Ø13 мм	880-D1300L20-05	3200	4320
сверло Ø6,7 мм	860.1-0670-040A0-PM 4234	3400	1890
метчик	T100-KM100AA-M8 D210	1100	2680



Таблица 34 – Затраты на инструменты

наименование инструмента		стоимость, руб.	стойкость, мин	количество пластин в инструменте, шт.	время работы, мин	количество деталей обработанных одним инструментом, шт	себестоимость, руб
пластина	R790-160408PH-NMH13A	600	220	3	0,34	647	2,9
пластина	R790-160408PH-NMH13A	600	220	5	0,53	415	4,5
пластина	N331.1A-08 45 08H-WM530	500	180	8	1,13	159	9,8
пластина	CCMW060204F P CD05	450	360	2	0,05	7200	0,2
пластина	TCGX 06 T1 04-AL H10	450	360	1	0,03	12000	0,1
пластина		300	200	2	0,19	1052	0,9
пластина		300	200	2	0,16	1250	0,7
пластина		300	200	2	0,67	298	3,1
пластина		300	200	2	0,34	588	1,6

Таблица 35 – Затраты на инструменты

наименование инструмента	стоимость, руб.	стойкость, установок	количество деталей обработанных одним инструментом, шт	себестоимость, руб
фреза Ø31,75 мм RA790-032M32S2-16L	8500	1300	841176	0,2
фреза Ø63,5 мм RA790-063R25S1-22M	9700	1300	539622	0,2
фреза Ø101,5 мм R331.32-101R25FM0.472	10200	1100	175221	0,1
расточная головка BR20-29CC06F-EH20	11500	900	6480000	0,1
расточная головка 825-36TC06-EH25	10900	550	6600000	0,2

Таблица 36 – Затраты на инструменты

наименование инструмента	стоимость, руб.	стойкость, отв.	кол-во отв. в одной детали	количество деталей обработанных одним инструментом, шт	себестоимость, руб
сверло Ø36 мм 880-D3600L40-02	5500	5750	1	5750	1,1
сверло Ø30 мм 880-D3000L40-02	5500	4860	1	4860	1,2
сверло Ø26 мм 880-D2600L40-02	4500	4320	1	4320	1,1
сверло Ø13 мм 880-D1300L20-05	3200	4320	4	1080	3,1
сверло Ø6,7 мм 860.1-0670-040A0-PM 4234	3400	1890	6	315	11,3
метчик T100-KM100AA-M8 D210	1100	2680	6	446	2,6

Суммарные затраты инструмента на одну деталь составляют

$$Z_{инстр./дет.} = 44,5 \text{ руб.}$$







технологического процесса и роста производительности труда, связанных с внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 1000,94 тыс.р и срок окупаемости проекта 3,6 года.

					<i>ДП 44.03.04.149 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73



## 5.2. Анализ профессионального стандарта

В настоящее время с России действует профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.08.2014г. № 530н. Согласно данному стандарту основной вид профессиональной деятельности по данной профессии - Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

В таблице 38 приведем описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 38– Трудовые функции оператора наладчика

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции			
1	2	3	4	5	
Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации	
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/0 1.2	2	
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по техн-кой карте	A/0 2.2	2	
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/0 3.2	2	
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/0 4.2	2	

Окончание таблицы - 38– Трудовые функции оператора наладчика

1	2	3	4	5
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/0 5.2	2
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	A/0 6.2	2
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/0 7.2	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	B/0 1.3	3
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	B/0 2.3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	B/0 3.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	B/0 4.3	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/0 1.4	4
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/0 2.4	4





деталей и поверхностей деталей по 7–14 квалитетам» ее анализ приведен в таблице 41.

Таблица 41 - Анализ трудовой функции А/01.2

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	А/01.2	Уровень (подуровень) квалификации	2
1	2				
Трудовые действия	Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров				
	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 8–14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)				
	Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов				
Необходимые умения	Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции				
	Пользоваться встроенной системой измерения инструмента				
	Пользоваться встроенной системой измерения детали				
	Отслеживать состояние и износ инструмента				
	Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок				
	Рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей				
	Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты				
	Выполнять наладку однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ				
Необходимые знания	Система допусков и посадок, степеней точности; квалитеты и параметры шероховатости				
	Параметры и установки системы ЧПУ станка				
	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов				
	Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых однотипных станков				

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

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

79

Окончание таблицы - 41 - Анализ трудовой функции А/01.2

1	2
	Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ
	Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования
	Устройство, правила проверки на точность однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ
	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей
	Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов
	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента
	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
	Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности
	Правила пользования средствами индивидуальной защиты
	Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ
	Виды брака и способы его предупреждения и устранения
	Требования по рациональной организации труда на рабочем месте
Другие характеристики	Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации
	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки токаря в оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в «ЦПП Евраз-Урал».

### 5.3. Составление учебно-тематического плана переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на базе «ЦПП Евраз-Урал»

Общая трудоемкость программы «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» составляет 144 часа. Учебный план содержит изучение 8 тем, итогом обучения является экзамен с присвоением уровня квалификации оператора после переподготовки – 3 разряд. Учебно-тематический план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» приведен в таблице 42.

Таблица 42 – Учебно-тематический план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»

Раздел, тема	Кол-во учебных часов			Форма контроля
	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение	
Теоретическое обучение	88	46	42	
Охрана труда и пожарная безопасность	4	4	-	Тестирование
Техническое черчение	12	4	8	Проверка чертежей
Допуски и посадки, технические измерения	8	8	-	Тестирование
Устройство металлорежущих станков с ЧПУ	14	6	8	Контрольные задания
Металлорежущие инструменты для станков с ЧПУ	14	6	8	Контрольные задания
Оснастка для станков с ЧПУ	12	6	6	Контрольные задания
Практическое обучение	42	-	42	Контрольные задания
Квалификационный экзамен	6	2	4	Экзамен
ИТОГО по курсу	144	48	88	













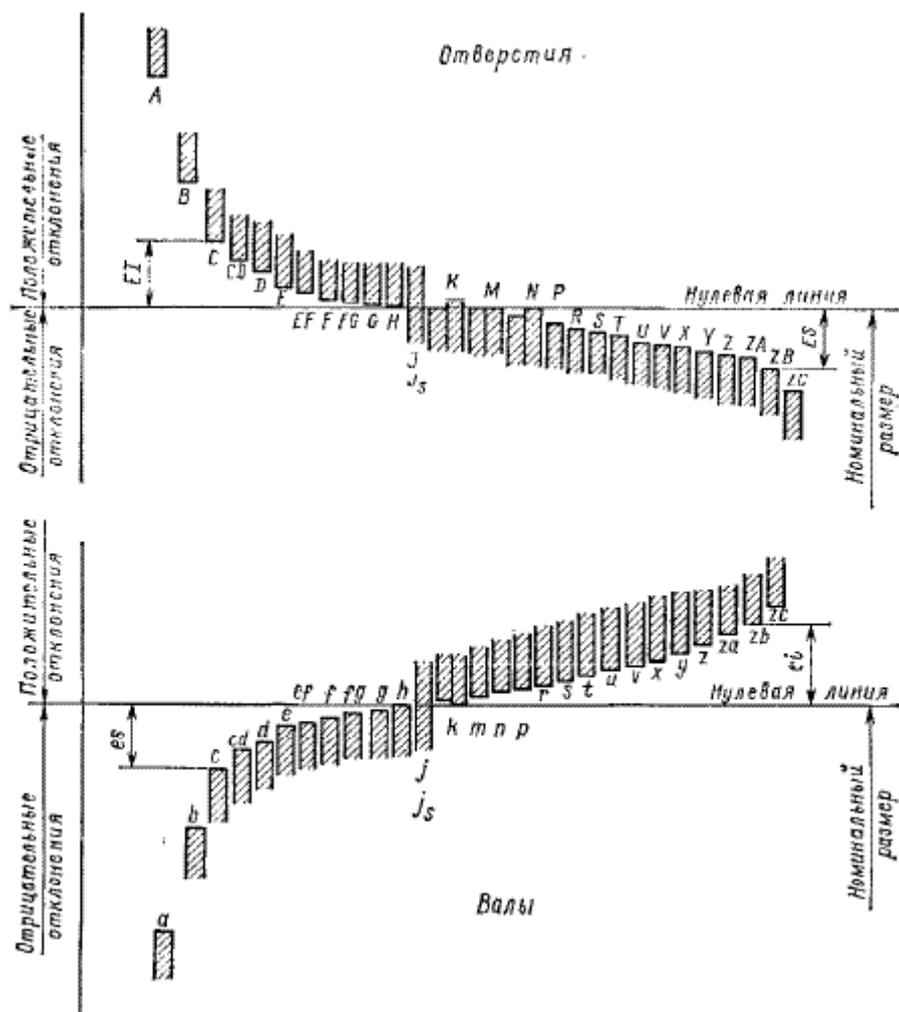


Рисунок 8 – Положение полей допусков относительно нулевой линии

Посадка - характер соединения узлов (деталей), определяемый величиной существующих в нем зазоров или натягов. Различают посадки с зазором, посадки с натягом и переходные (промежуточные) посадки.

Зазор – разность между размерами отверстия и вала до сборки, если размер отверстия больше размера вала.

Натяг - разность между размерами вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. Натяг можно определять как отрицательную разность между размерами отверстия и вала.

Посадка с зазором – посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении, то есть наименьший предельный размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала.

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





## 5.5. Заключение методической части

В методической части был проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», приведена учебная программа повышения квалификации токаря 4 разряда на операторов станка с ЧПУ 3 разряда, разработан учебно-тематический план дисциплины «Допуски и посадки, технические измерения» а также разработан урок теоретического обучения с последующим закреплением новых знаний в виде опроса. Обучение проводится на базе «ЦПП Евраз-Урал» в г.Нижний Тагил, ул.Металлургов,1.

					ДП 44.03.04.149 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе предлагается усовершенствовать технологический процесс механической обработки детали «Корпус привода» путем замены универсальных станков новым современным токарным станком модели Okuma.

Так же предлагается заменить старый инструмент, используемый в базовом тех процессе на новый прогрессивный металлорежущий инструмент фирмы Sandvik Coromant. Для предлагаемого оборудования с системой ЧПУ разработана управляющая программа.

Предлагаемый технологический процесс экономически обоснован и окупится по расчетам за 3.6 года. Так же разработана методическая часть по переподготовки рабочей профессии Токарь 4 разряда на Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ 3 квалификации. Разработан план урока по теме «Допуски и посадки».

					<i>ДП 44.03.04.149 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		92





21. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - 2т- 496с.

22. Стандарт предприятия ОАО «ЕВРАЗ НТМК» Система менеджмента качества управления персоналом. - Н.Тагил, 2013. – 83 с.

23. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах) [Текст]: учеб. пособие /Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО "Рос. гос. проф.-пед. ун-т", 2006. - 66 с.

24. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии маши-ностроения: 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.

25. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей ма-шин.: 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.

26. Токарные станки с ЧПУ: [Электронный ресурс]//Официальный сайт «Станкоинс», 2016-2017. <http://stankoins.ru/product/tokarnyi-standok-s-chpu-t252-2s/>

27. Учебное пособие для машиностроительных вузов / Под общ. ред. К. М. Великанова. 4-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. 285 с.

28. Харламов Г.А., Тарапанов А.С. Припуски на механическую обработку: Справочник. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.:ил.

29. Электронный каталог «Sandvik Coromant», 2015.

30. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: Учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2004. – 150 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Перечень графических материалов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов
Чертеж заготовки	ВКР 44.03.04.149.01	A2	1
Чертеж детали	ВКР 44.03.04.149.02	A2	1
Технологический эскиз			
Операция Комплексная с ЧПУ	ВКР 44.03.04.149	A1	2
Управляющая программа	ВКР 44.03.04.149	A1	1
Технико-экономические показатели	ВКР 44.03.04.149	A1	1



### Слайд 3



### Слайд 4

### Технологические требования к детали

*Обеспечить точность ответственных поверхностей:* отверстий  $\varnothing 28$  и  $\varnothing 30$  по 7-му квалитету, отверстий M8 по квалитету 7H, поверхность  $\varnothing 55$  по 9-му квалитету.

*Обеспечить качество поверхностей:* отверстий  $\varnothing 28H7$ ,  $\varnothing 30H7$  и верхние плоскости по Ra2,5мкм; нижние плоскости разъёма, поверхность  $\varnothing 55e9$ , отв. M8-7H по Ra6,3мкм; остальные поверхности по Ra 12,5мкм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

98

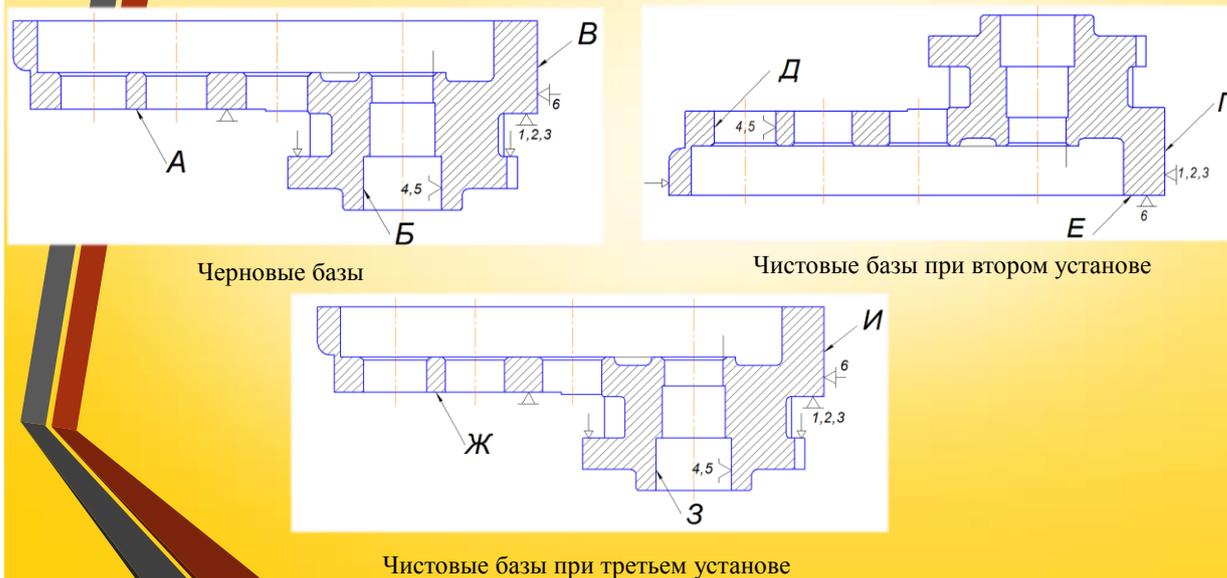
## Слайд 5

Обеспечить следующие допуски:

- допуск параллельности нижней и верхней плоскостей в пределах 0,05 мм на длине 100мм, относительно базы Е.
- допуск перпендикулярности поверхности  $\varnothing 55e9$  в пределах 0,1 мм на диаметр, относительно верхней плоскости.
- допуск симметричности отверстия  $\varnothing 36h14$  в пределах 1 мм на диаметр, относительно базы Д.
- позиционный допуск отверстий  $\varnothing 13$ мм в пределах 0,5мм на диаметр.
- позиционный допуск отверстий М8-7Н в пределах 0,5мм на диаметр относительно базы В

## Слайд 6

### Технологические базы



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

99

Слайд 7

## Сравнение базового и проектируемого вариантов технологических процессов

Базовый технологический процесс		Проектируемый технологический процесс	
Наименование операции	Используемое оборудование	Наименование операции	Используемое оборудование
20, 30, 50, 70, 80, 90, 155, 190 - Фрезерная	ФВ-14	010, 020, 030 – Комплексная с ЧПУ	OKUMA MA-650V
120, 130, 170 – Сверлильная	СР-5-1Б		
150 - Токарная	ТВ-30-15		

Слайд 8

## Оборудование, используемое в новом технологическом процессе



Обработка центр с ЧПУ OKUMA MA-650V

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

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

100

Слайд 9

### Технико-экономические показатели

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	10000	10000	0
Масса заготовки	кг	2,7	2,5	-0,2
Количество видов оборудования	шт.	4	1	-3
Количество основных рабочих	чел.	4	2	-2
Капитальные вложения с учетом коэффициента загрузки	тыс. руб	0	3654	+3654
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,924	0,238	-0,686
Технологическая себестоимость одной детали	руб.	599,351	499,257	-100,094
Доля прогрессивного оборудования	%	0	100%	
Производительность труда	шт/чел.год	2344	9133	+6789
Рост производительности труда	%	100	290	+190
Коэффициент загрузки оборудования		0,85	0,87	-0,02
Годовой условный экономический эффект	тыс.руб.		1000,94	
Срок окупаемости	года		3,6	

Слайд 10

### Анализ трудовой функции

Таблица – Трудовая функция «Программирование станков с ЧПУ»

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	A/01.2	Уровень (подуровень) квалификации	2
1	2				
<b>Трудовые действия</b>	Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 qualitетам (на основе знаний и практического опыта) Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов				
<b>Необходимые умения</b>	Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции Пользоваться встроенной системой измерения инструмента Пользоваться встроенной системой измерения детали Отслеживать состояние и износ инструмента Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок Рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты Выполнять наладку однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ				

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

ДП 44.03.04.149 ПЗ

Лист

101

## Слайд 11

Окончание таблицы

1	2
<b>Необходимые знания</b>	Система допусков и посадок, степеней точности, качества и параметры шероховатости
	Параметры и установки системы ЧПУ станка
	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов
	Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых однотипных станков
	Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ
	Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования
	Устройство, правила проверки на точность однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ
	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей
	Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов
	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента
	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
	Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности
	Правила пользования средствами индивидуальной защиты
	Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ
<b>Другие характеристики</b>	Виды брака и способы его предупреждения и устранения
	Требования по рациональной организации труда на рабочем месте
	Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации
	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности

## Слайд 12

### Учебный план для переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»

Раздел, тема	Кол-во учебных часов			Форма контроля
	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение	
Теоретическое обучение	88	46	42	
Охрана труда и пожарная безопасность	4	4	-	Тестирование
Техническое черчение	12	4	8	Проверка чертежей
Допуски и посадки, технические измерения	8	8	-	Тестирование
Устройство металлорежущих станков с ЧПУ	24	12	12	Контрольные задания
Металлорежущие инструменты для станков с ЧПУ	24	12	12	Контрольные задания
Оснастка для станков с ЧПУ	12	6	6	Контрольные задания
Практическое обучение	42	-	42	Контрольные задания
Квалификационный экзамен	6	2	4	Экзамен
<b>ИТОГО по курсу</b>	<b>144</b>	<b>48</b>	<b>88</b>	

Слайд 13

## Учебный план для переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»

Раздел, тема	Кол-во учебных часов			Форма контроля
	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение	
Теоретическое обучение	88	46	42	
Охрана труда и пожарная безопасность	4	4	-	Тестирование
Техническое черчение	12	4	8	Проверка чертежей
Допуски и посадки, технические измерения	8	8	-	Тестирование
Устройство металлорежущих станков с ЧПУ	24	12	12	Контрольные задания
Металлорежущие инструменты для станков с ЧПУ	24	12	12	Контрольные задания
Оснастка для станков с ЧПУ	12	6	6	Контрольные задания
Практическое обучение	42	-	42	Контрольные задания
Квалификационный экзамен	6	2	4	Экзамен
<b>ИТОГО по курсу</b>	<b>144</b>	<b>48</b>	<b>88</b>	

Слайд 14

Спасибо за внимание!