

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«КОРОБКА ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ»

Дипломный проект  
по направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение  
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 869

Екатеринбург 2016

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  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«КОРОБКА ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ»**

Пояснительная записка к дипломному проекту  
по направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение  
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 869

Исполнитель  
студент гр. ЗТО-411С

Е. В. Озеров

Руководитель  
доцент, к.п.н.

Т. Б. Соколова

Екатеринбург 2016

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 127 листа печатного текста, 27 иллюстраций, 16 слайдов, 35 таблиц, 16 использованных источников, 3 приложения.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, РАСЧЕТ СИЛ ЗАЖИМА, ВЫБОР КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

Совершенствование технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства достигнуто за счёт применения современного обрабатывающего центра с ЧПУ.

Выбраны элементы режима резания для всех операций, выполняемых на ОЦ с ЧПУ и нормы времени на изготовление одной детали.

Составлена управляющая программа.

Выбрано контрольное приспособление.

Выполнен расчет сил зажима детали в приспособлении

Приведено экономическое обоснование использования ОЦ с ЧПУ.

Разработан урок повышения квалификации операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ			
<i>Из</i>	<i>Лис</i>	<i>№</i>	<i>Подп</i>	<i>Дата</i>	Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Коробка гидравлическая»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листо</i>
Разраб.	Озеров						2	127
Пров.	Соколова							
Н. Контр.	Суриков							
Зав. каф.	Бородина							
						ФГАОУ ВПО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-411С		

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1. Анализ исходных данных.....	7
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	7
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	10
1.1.3. Анализ заводского технологического процесса обработки детали.....	14
1.1.4. Определение типа производства.....	22
1.2. Разработка технологического процесса обработки детали.....	23
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	23
1.2.2. Выбор технологических баз.....	25
1.2.3. Составление технологического маршрута обработки детали «Коробка гидравлическая».....	26
1.2.4. Выбор средств технологического оснащения.....	29
1.2.4.1. Выбор и описание оборудования.....	29
1.2.4.2. Предлагаемый вариант ТП и содержание тех. операций.....	31
1.2.4.3. Выбор и описание технологической оснастки.....	46
1.3. Технологические расчеты.....	47
1.3.1. Расчет припусков.....	47
1.3.2. Расчет технических норм времени.....	52
1.4. Проверочный расчет зажимного приспособления (расчет сил зажима).....	60
1.5. Выбор контрольного приспособления.....	63
1.6. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Коробка гидравлическая».....	64
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	72
2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	72
2.2. Расчёт капитальных затрат.....	72

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

2.3. Расчет технологической себестоимости детали .....	77
3. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.....	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	122
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	123
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задания по дипломному проектированию.....	125
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень листов графических документов.....	126
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Комплект технологической документации.....	127

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших отраслей промышленности считается машиностроение. Оно создает наиболее активную часть основных производственных фондов - орудия труда, следовательно, ускорение темпов его роста основа научно-технического процесса во всех отраслях хозяйства страны.

Разработка технологического процесса представляет собой сложную комплексную задачу, для которой характерна много вариантность возможных решений. Выбор наилучшего решения для конкретных условий является важным условием повышения эффективности производства и его совершенствования. Выбранный оптимальный вариант технологического процесса должен быть осуществим в конкретных условиях производства в кратчайшие сроки с минимальными потерями материальных и трудовых ресурсов и обеспечить в дальнейшем минимальную трудоемкость и себестоимость, при стабильном высоком уровне качества продукции.

Выбранный вариант технологического процесса должен соответствовать высокой категории уровня с технически обоснованными средствами автоматизированных систем управления производством.

В современных условиях широкое распространение получает технологическое оборудование с числовым программным управлением, позволяющее производить весь комплекс обработки на одном станке. Оно отличается высокой производительностью, повышенной точностью, высокой концентрацией обработки и снижением участия человека в процессе работы.

Целью дипломного проекта является совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Коробка гидравлическая» в условиях крупносерийного производства для повышения эффективности обработки.

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- проанализировать исходные данные;
- спроектировать новый технологический процесс;
- разработать операцию механической обработки;
- разработать управляющую программу;
- рассчитать силу зажима;
- выбрать схему и средства контроля;
- выполнить экономическое обоснование проекта;
- выполнить методический раздел.

В предлагаемом варианте тех. процесса предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный режущий и мерительный инструмент, что позволит повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость изготовления детали.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Анализ исходных данных

Исходными данными, согласно заданию, являются рабочий чертёж детали со всеми техническими требованиями и годовая программа выпуска деталей.

### 1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Коробка гидравлическая» относится к корпусным деталям, входит в состав буровой установки.

Буровая установка — это комплекс буровых машин, механизмов и оборудования, смонтированный на точке бурения и обеспечивающий с помощью бурового инструмента самостоятельное выполнение технологических операций. Современные буровые установки подразделяются на следующие составные части: буровое оборудование; буровые сооружения; оборудование для механизации трудоемких работ; оборудование для приготовления, очистки и регенерации промывочного раствора; манифольд; устройства для обогрева блоков буровой установки.

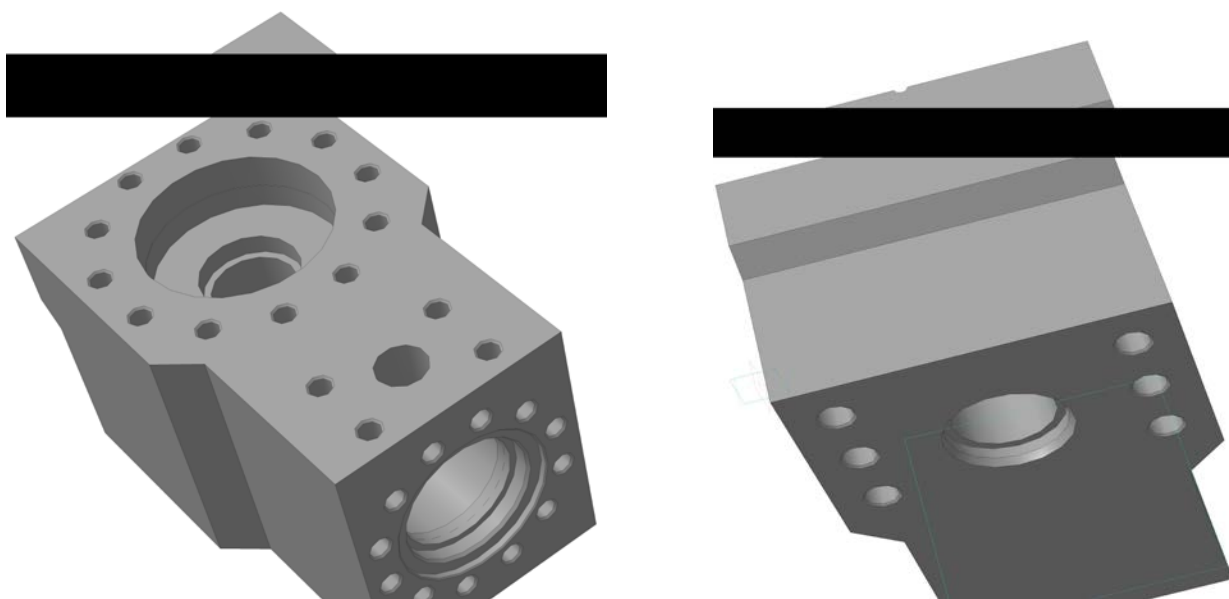


Рисунок 1 – 3D модель детали «Коробка гидравлическая»

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7





Коробка гидравлическая предохраняет находящиеся внутри механизмы от внешних воздействий, таких как удары, вибрации, попадание влаги.

Коробка гидравлическая одно клапанная, с одним соленоиды вентилем, предназначенным для управления гидравлическими цилиндрами одностороннего действия. Электрогидравлический распределитель состоит из: корпуса, крышек, штока, поршня, клапанов и включающего вентиля, все детали и узлы крепятся к корпусу крепежными винтами.

Материал, из которого изготавливается деталь – сталь конструкционная легированная марки 34ХН1М ГОСТ 8479-70. Данный материал широко применяется в машиностроении для сложных отливок.

Химический состав приведен в таблице 1, а механические свойства – в таблице 2.

Таблица 1 - Химический состав стали 34ХН1М, % [29]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo
0,3-0,4	0,17-0,37	0,5-0,8	1,3-1,7	0,035	0,03	1,3-1,7	0,2-0,3

Таблица 2 - Механические свойства стали 34ХН1М [29]

$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\varphi$ , %	КСУ, кДж/м <sup>2</sup>	НВ
570	315	12	30	290	187-229

Технологические свойства:

Температураковки - начала 1240, конца 780. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101-400 мм - в яме.

Свариваемость - ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, ЭШС.

Обработываемость резанием - после отжига при НВ 210-230

$\sigma_B=650$ МПа  $K_u.tв.спл.=0,8$ .

Склонность к отпускной способности – мало склонна.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Флокеночувствительность - сильно чувствительна.

Деталь имеет корпусную форму. Исходя из формы и предъявляемых требований повышенной прочности, наиболее рациональной заготовкой для этой детали является штамповка на прессе.

В условиях крупносерийного производства рационально использование заготовок максимально приближенных к форме готовой детали, повышенной точности, за счет чего возможно снизить величину припусков. При изготовлении штамповок это достигается использованием оснастки (штамп).

### **1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали**

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства.

*Качественный анализ детали.*

Достоинства конструкции детали:

- конфигурация детали и её материал позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объём механической обработки (штамповка);
- при конструировании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы механической обработки;
- предусмотрена удобная и надёжная технологическая база в процессе обработки (плоскости уступа детали имеет достаточную по размерам и расстоянию поверхность для базирования);
- материал детали при необходимости, возможно, заменить на 38Х2НМ, 34ХН3М, 38Х2Н2МА, 40Х2Н2МА;
- деталь допускает обработку поверхностей на проход;
- предусмотрена возможность удобного подвода жёсткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали;
- отверстия, возможно, обрабатывать одновременно;

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки;
- для снижения объема механической обработки предусмотрены допуски только точных поверхностей (отверстия  $\varnothing 190H9$ ,  $\varnothing 150H9$ ,  $\varnothing 265H9$ ).

Недостатки конструкции детали:

- внутренние отверстия имеют ступенчатую и конусную форму, что потребует изготовления специальной оснастки;
- наличие глухих резьбовых отверстий, что потребует применения специальной оснастки.

При качественной оценке положительных характеристик больше чем отрицательных, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

*Количественный анализ.*

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей. Данные по деталям сведём в таблицы 3 и 4, в которых  $T_i$  – качества,  $Ш_i$  – значение параметра шероховатости,  $n_i$  – количество размеров или поверхностей для каждого качества или шероховатости.

Определим коэффициент точности по [4, с. 29], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 - Определение коэффициента точности

$T_i$	$n_i$	$T_i \cdot n_i$
7	34	238
9	4	36
11	4	44
12	3	36
14	89	1246
	$\Sigma n_i = 134$	$\Sigma T_i \cdot n_i = 1600$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{1600}{134} = 11,94 \quad (1)$$

$$R_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{11,94} = 0,916 \quad (2)$$

т.к.  $R_{Tч} > 0,8$  то деталь по данному показателю технологична.

Определим коэффициента шероховатости по [4, с. 29], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 - Определение коэффициента шероховатости

$\text{Ш}_i$	$n_i$	$\text{Ш}_i \cdot n_i$
3,2	4	12,8
6,3	44	277,2
12,5	13	162,5
	$\sum n_i = 61$	$\sum \text{Ш}_i \cdot n_i = 452,5$

$$\text{Ш}_{cp} = \frac{\sum \text{Ш}_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{452,5}{61} = 7,42 \quad (3)$$

$$R_{\text{Ш}} = 1 - \frac{1}{\text{Ш}_{cp}} = 1 - \frac{1}{7,42} = 0,865 \quad (4)$$

т.к.  $R_{\text{Ш}} = 0,865 > 0,32$  следовательно, деталь технологична.

Коэффициент использования материала:

$$K_M = \frac{m_{DET}}{m_{ЗАГ}} = \frac{630}{840} = 0,75 \quad (5)$$

В целом деталь является технологичной. Коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки оптимален (поковка).

*Формулировка основных технологических задач.*

- Обеспечить точность обработки: резьбовые отверстия М30 по 7Н, отверстия  $\varnothing 150$ ,  $\varnothing 190$ ,  $\varnothing 150$ ,  $\varnothing 265$  по 9-му качеству, отверстия  $\varnothing 141$ ,  $\varnothing 170$  и размер 170мм по 11-му качеству, отверстия  $\varnothing 150$ ,  $\varnothing 159$  и  $\varnothing 230$  по 12-му качеству, остальные размеры по 14-му качеству.
- Обеспечить качество поверхностей: отверстия  $\varnothing 190H9$ ,  $\varnothing 150H9$ ,  $\varnothing 141H11$  и правый торец по Ra3,2мкм; отверстия М307Н, верхний и левый торцы, отверстия  $\varnothing 230H12$ ,  $\varnothing 170H11$ ,  $\varnothing 70$ ,  $\varnothing 90$ ,  $\varnothing 118$ ,  $\varnothing 150H12$ ,  $\varnothing 265H9$ ,  $\varnothing 190H9$ ,  $\varnothing 141H11$ ,  $\varnothing 150H9$  по Ra6,3мкм; остальных поверхностей по Ra12,5мкм.
- Обеспечить позиционный допуск отверстий М30-7Н в пределах 0,8мм на радиус;
- Обеспечить допуск соосности отверстий  $\varnothing 230H12$ ,  $\varnothing 170H11$  в пределах 0,1 мм на радиус относительно базы Б;
- Обеспечить допуск соосности отверстий  $\varnothing 141H11$ ,  $\varnothing 150H9$  в пределах 0,1 мм на радиус относительно базы У;
- Обеспечить допуск соосности отверстия  $\varnothing 159$  в пределах 0,3 мм на радиус относительно базы Б;
- Обеспечить допуск параллельности левого торца в пределах 0,15 мм относительно базы Р;
- Обеспечить допуск перпендикулярности отверстия  $\varnothing 190H9$  в пределах 0,1 мм относительно базы В;
- Обеспечить допуск перпендикулярности отверстия  $\varnothing 265H9$  в пределах 0,1 мм относительно базы Р;
- Обеспечить допуск перпендикулярности отверстия  $\varnothing 150H9$  в пределах 0,1 мм относительно базы Е;
- Обеспечить допуск перпендикулярности осей отверстий  $\varnothing 90$  и  $\varnothing 120$  в пределах 0,3 мм;

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

- Обеспечить допуск пересечения осей отверстий Ø90-Ø120 и Ø70-Ø170 в пределах 0,15 мм и 0,5 соответственно;
- Обеспечить опрессовку детали давлением 35МПа.
- Обеспечить проверку конусной поверхности Д по краске. Прилегание по сплошному кольцу шириной не менее 30мм.

### **1.1.3. Анализ заводского технического процесса обработки детали**

#### *Характеристика технологического процесса.*

По признакам технологический процесс относят [4, с. 40-42]:

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

#### *Анализ методов обработки поверхностей.*

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. На рисунках 3 и 4 обозначим обрабатываемые поверхности, проанализируем методы обработки поверхностей с точки зрения экономической точности и результаты занесем в таблицу 5.

В большинстве своем методы обработки в базовой технологии верны.

#### *Анализ выбора технологических баз.*

По технологическим картам выявим технологические черновые и чистовые базы в станочных операциях, а результаты занесем в таблицу 6.

Базы на операциях выбраны, верно, соблюдается правило базирования: принцип постоянства и совмещения баз.

#### *Анализ маршрута обработки*

При изучении маршрута обработки установлено, что обработка технологических баз ведется параллельно с обработкой исполнительных поверхностей, маршрут обработки составлен оптимально и оформлен по всем нормам ЕСКД.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

## Анализ станочных операций

Проанализируем операции мех. обработки, а результаты занесем в таблицу 7.

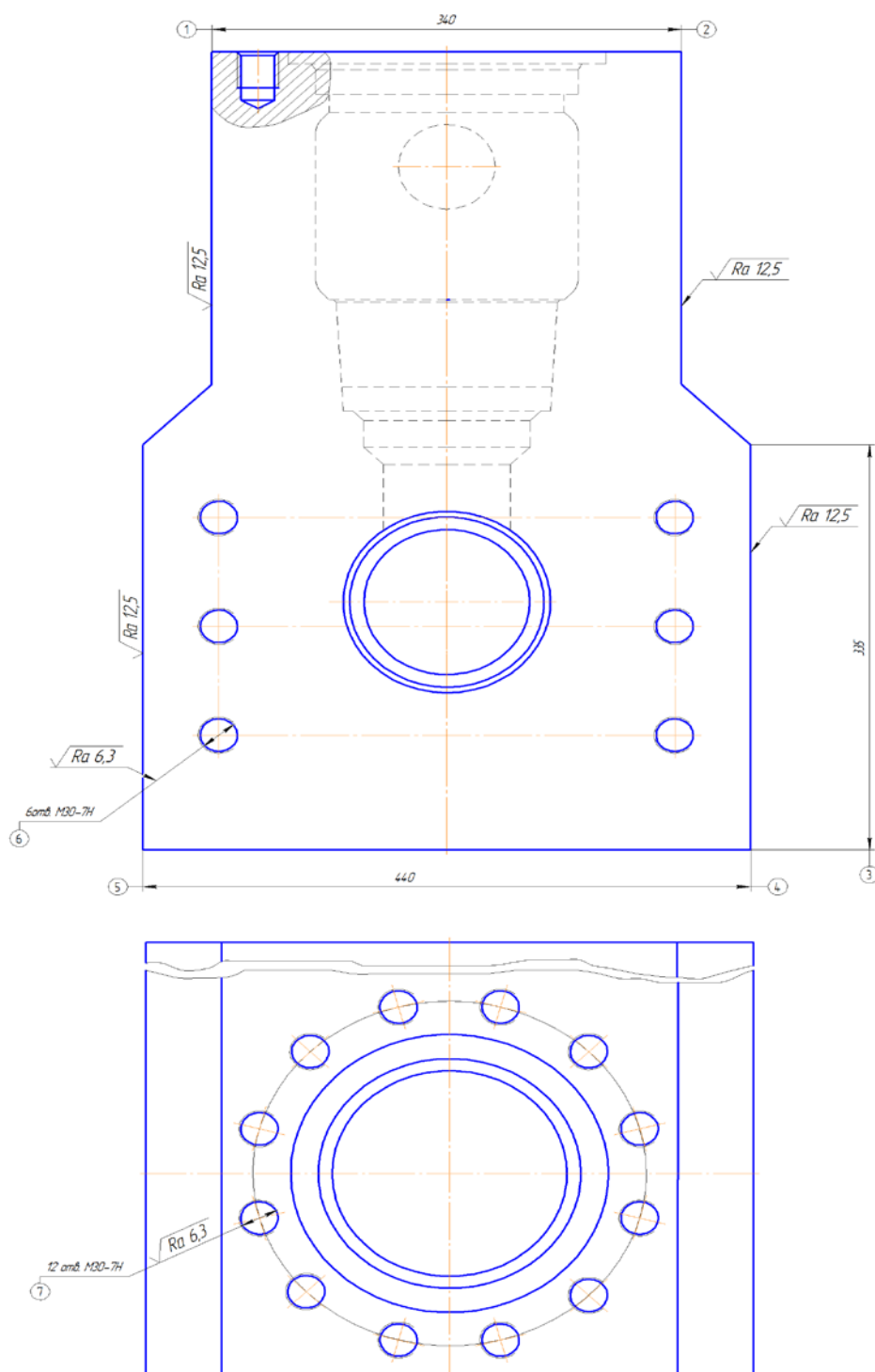


Рисунок 3 – Эскиз детали «Коробка гидравлическая»

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15



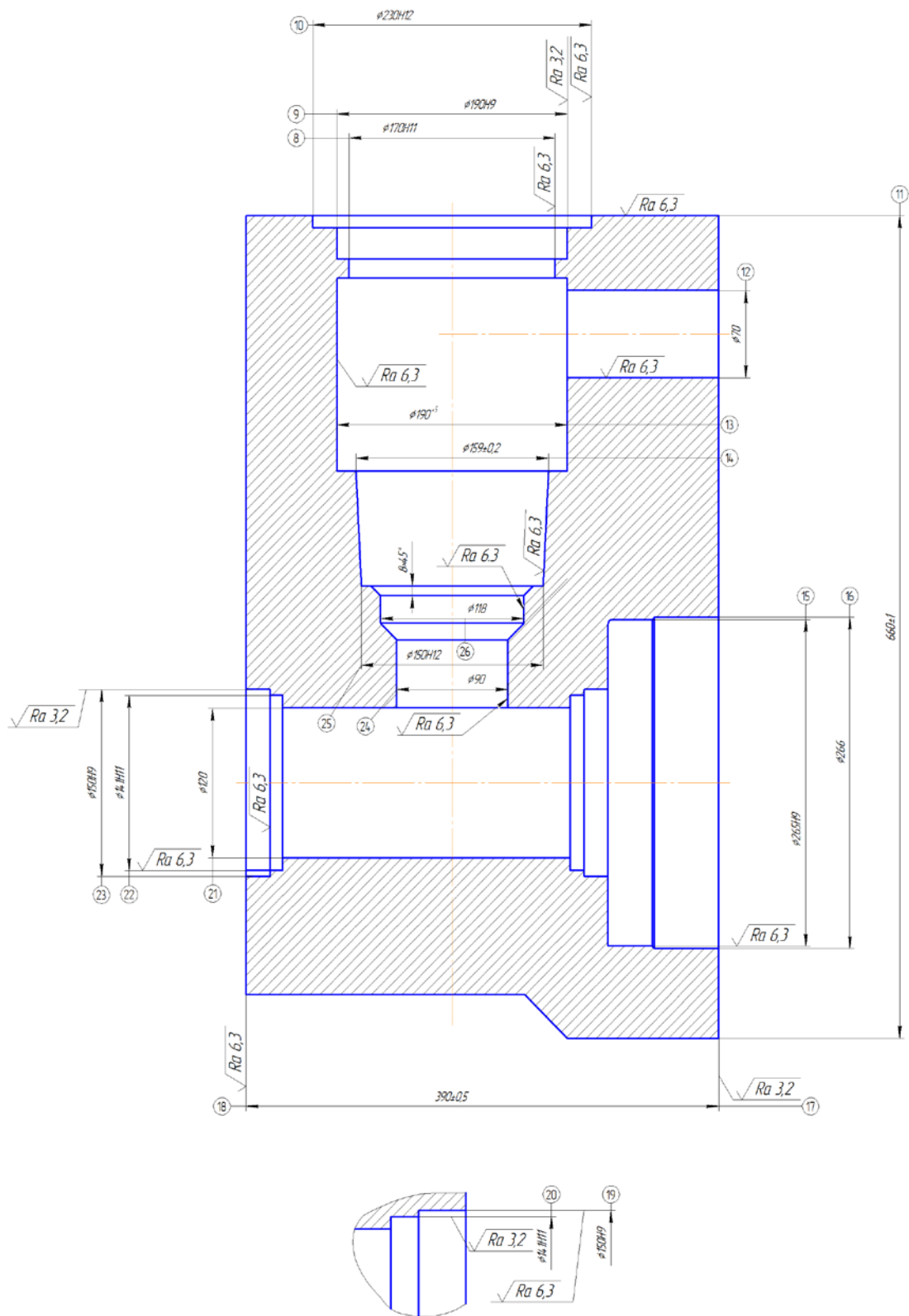


Рисунок 4 – Эскиз детали «Коробка гидравлическая»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.869.ПЗ

Лист

16

Таблица 5 - Сравнение методов обработки поверхностей

№ поверх-ности	Вид поверхности	Квалитет	Шероховатость	МОП в М.К.	МОП экономической точности		Примечание
					Квалитет	Шероховатость	
1, 2, 3, 4, 5	Плоскость	14	12,5	Фрезерование однократное	12...14	6,3 ...12,5	Соответствует
6, 7	Отверстие	7Н	6,3	Сверление, нарезание резьбы	5Н...8Н	3,2...6,3	Соответствует
8, 20, 22	Отверстие	11	6,3	Растачивание однократное	11...14	3,2...6,3	Соответствует
9, 15, 19, 23	Отверстие	9	3,2	Растачивание черновое и чистовое	8...10	3,2...6,3	Соответствует
10, 14, 25	Отверстие	12	6,3	Растачивание однократное	11...14	6,3...12,5	Соответствует
12, 13, 16, 21, 24, 26	Отверстие	14	6,3	Растачивание однократное	11...14	6,3...12,5	Соответствует
11, 17, 18	Плоскость	14	12,5	Фрезерование однократное	12...14	6,3...12,5	Соответствует

Таблица 6 – Операции базового технологического процесса

№ операции	Наименование и содержание операции
010	Продольно-фрезерная Станок продольно-фрезерный модели 6М84 Фрезеровать боковые поверхности заготовки под термообработку.
020	Горизонтально-расточная Станок горизонтально-расточной модели РАМА-160. Расточить отверстия под термообработку.
040	Продольно-фрезерная Станок продольно-фрезерный модели 6М84 Фрезеровать боковые поверхности заготовки в чистовые размеры.
050	Горизонтально-расточная Станок горизонтально-расточной модели РАМА-160. Чистовое фрезерование верхней и нижней поверхностей детали, растачивание всех отверстий в чертежные размеры, сверление и нарезание резьбы в отв. М30-7Н
055	Контрольная

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций ( $K_{30}$ ) [4, с. 33]:

Тип производства  $K_{30}$

Массовое.....1

Серийное:

Крупносерийное.....св. 1 до 10

Среднесерийное.....св. 10 до 20

Мелкосерийное.....св. 20 до 40

Единичное.....св. 40

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Таблица 7 - Анализ станочных операций

№ операции	Наименование и содержание операции	Структура операции				Технологическая база	Способ установки и закрепления	Модель станка	Схема построения операции
		Кол-во установок	Кол-во позиций	Кол-во переходов	Кол-во ходов				
010	Продольно-фрезерная Фрезеровать боковые поверхности детали	4	-	8	12	Правый торец	Прихваты, подкладки	6М84	Одноместная, одноинструментальная последовательная обработка
020	Горизонтально-расточная Расточить отверстия под термообработку	1	-	4	10	Левый торец	Прихваты, подкладки	РАМА-160	Одноместная, одноинструментальная последовательная обработка
040	Продольно-фрезерная Фрезеровать боковые поверхности детали в чистовые размеры	4	-	8	12	Правый торец	Прихваты, подкладки	6М84	Одноместная, одноинструментальная последовательная обработка
050	Горизонтально-расточная Обработать отверстия в чертежные размеры	2	-	32	45	Левый торец	Прихваты, подкладки	РАМА-160	Одноместная, многоинструментальная последовательная обработка

ДП 44.03.04.869.ПЗ

Определим тип производства для базового тех. процесса.

Коэффициентом закрепления операций  $K_{з.о.}$  определяемого по формуле [4, с. 33]:

$$K_{з.о.} = \sum O / \sum P, \quad (6)$$

где  $\sum O$  - суммарное число различных операций, закреплённых за каждым рабочим местом;

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

Годовая программа выпуска  $N=200$  шт. (базовый вариант).

Располагая данными о штучном времени, определим количество станков по [4, с. 33]:

$$m_p = N \cdot T_{шт} / (60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.} \cdot K_{ВН}), \quad (7)$$

где  $F_d=3600$  ч. – годовой фонд времени при 2-х сменной работе универсального оборудования;

$\eta_{з.н.} = 0,85$  – нормативный коэффициент загрузки.

$\eta_{з.н.} = 1,02$  – нормативный коэффициент выработки норм.

Установим число рабочих мест  $P$  округляя в большую сторону  $m_p$

Определим фактический коэффициент загрузки  $\eta_{з.ф.}$  по [4, с. 33]:

$$\eta_{з.ф.} = m_p / P$$

Количество операций по формуле [4, с. 33]:

$$O = \eta_{з.н.} / \eta_{з.ф.}$$

Рассчитаем  $K_{з.о.}$  для операций 010 и 040 Продольно-фрезерная:

$$m_p = 200 \cdot 1416 / (60 \cdot 3600 \cdot 0,85 \cdot 1,02) = 1,52; \text{ приму } P=2,0;$$

$$\eta_{з.ф.} = 1,52 / 2,0 = 0,76; O = 0,75 / 0,76 = 1, \text{ примем } O=1.$$

Рассчитаем  $K_{з.о.}$  для операций 020 и 050 Расточная:

$$m_p = 200 \cdot 1800 / (60 \cdot 3600 \cdot 0,85 \cdot 1,02) = 1,92; \text{ приму } P=2;$$

$$\eta_{з.ф.} = 1,92 / 2 = 0,96; O = 0,75 / 0,96 = 0,9 \text{ примем } O=1.$$

Тогда:

$K_{з.о.} = 4/2=2$ , что соответствует крупносерийному типу производства.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Количество деталей в партии [4, с. 36]:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (8)$$

где  $a$  – периодичность поступления заготовок,  $a=12$  дней [4, с. 36]

Тогда:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{200 \cdot 12}{254} = 10 \text{шт}$$

Выводы: технологический процесс обеспечивает точность линейных и диаметральных размеров, качество поверхностей и технических требований предъявляемых к детали. Предлагается заменить универсальное оборудование, на обрабатывающий центр с ЧПУ.

#### 1.1.4. Определение типа производства

Тип производства по предлагаемому варианту тех. процесса определим используя формулы (6) и (7), а результаты занесем в таблицу 8.

Годовая программа по предлагаемому варианту технологического процесса  $N=450$  шт., годовой фонд времени при 3-х сменной работе  $F_d = 5400$  ч.

Таблица 8 – Определение типа производства

Операция	$T_{шт},$ мин.	$m_p$	$P$	$\eta_{з.ф.}$	$O$
Комбинированная на ОЦ с ЧПУ	161,41	0,26	1	0,26	3

Тогда:

$K_{з.о.} = 3/1=3$ , что соответствует крупносерийному типу производств.

Количество деталей в партии по (8):

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{450 \cdot 12}{254} = 21 \text{шт}$$

Крупносерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий изготовленных периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска.

В зависимости от объема выпуска изделий серийное производство делится на: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Широко применяются специальные станки, полуавтоматы, автоматы и станки с ЧПУ. Технологические процессы разрабатываются подробно, следовательно, повышается производительность, и время изготовления детали уменьшаются. Оборудование располагается по ходу технологического процесса. В крупносерийном производстве большая часть оборудования, приспособлений и инструмента специализированы.

Квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве.

## **1.2. Разработка технологического процесса обработки детали**

### **1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения**

Исходные данные:

- масса детали 630кг;
- габариты детали: 660x390x440мм;
- материал сталь 34ХН1М ГОСТ 8479-70 ( $\sigma_b = 315$  МПа);
- годовое число поковок 450 шт.

Для изготовления деталей машиностроительные предприятия используют различные виды проката черных и цветных металлов, стальные слитки, чугун, алюминий, порошковые металлургические материалы и пр.

При избранном конструктором материале детали возможны различные пути превращения полуфабриката в готовую деталь. Чем короче будет путь такого превращения, тем более экономичным оказывается технологический процесс изготовления детали. Поэтому при разработке технологического процесса, прежде всего, необходимо оценить возможность изготовления детали непосредственно из полуфабриката.

Если для изготовления детали нельзя подобрать полуфабрикат, который сразу можно превратить в готовую деталь, то приходится сначала превращать полуфабрикат в заготовку, а затем – заготовку в готовую деталь.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

В таких случаях приходится выбирать полуфабрикат, обеспечивающий экономичное получение заготовки, и изыскать способ получения заготовки, позволяющий превратить ее в деталь с наименьшими затратами труда и материала [1, с. 40]. Учитывая заданный материал – сталь 34ХН1М, требуемой точностью изготовления заготовки - для данной детали «Коробка гидравлическая» мы выбираем способ получения заготовки – поковка на паровоздушных молотах.

Данный способ получения заготовок соответствует серийному типу производства, дает высокую производительность труда, отвечает нормам безопасности.

*Метод получения исходной заготовки [14, 15]:*

При ковке заготовку, которую нужно отковать, кладут, не закрепляя, на неподвижную подставку - наковальню, над которой вниз и вверх ходит молот. Быстро опускаясь и поднимаясь, молот, по предварительно нагретому металлу до температуры 1250°С, наносит удары. При этом металл расплющивается. Ширина и длина заготовки увеличивается, а толщина уменьшается. После того как заготовку обожмут с одной стороны, ее поворачивают на 90° и вновь куют. Такие операции совершаются до тех пор, пока металл не примет нужной формы. Затем прошиваются отверстия (Ø60, Ø80, Ø110, Ø255). Отверстия прошиваются пробойником. Для исправления формы и размеров полученного прошивкой отверстия применяют калибровку. Поковка готова.

Определим исходный индекс заготовки.

- класс точности поковки – Т4 (паровоздушные молоты);
- группа стали – М1 (сталь 34ХН1М ГОСТ 8479-70 – конструкционная легированная сталь с содержанием углерода 0,34%);
- степень сложности – С1;

Исходный индекс по известной группе стали, степени сложности и классу точности поковки определяется из источника [4, с. 50 табл. 3.8].

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23



В данном случае он будет равен 16.

### 1.2.2. Выбор технологических баз и разработка схем базирования

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках. Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления.

Выделяют основные и вспомогательные технологические базы, черновые и чистовые базы. К основным технологическим базам относят верхний торец и отверстия  $\varnothing 190H9$  и  $\varnothing 230H12$ . К вспомогательным базам относят отверстия  $\varnothing 150H9$ ,  $\varnothing 141H11$ ,  $\varnothing 265H9$ , правый и левый торцы, отверстия М30-7Н на правом и левом торце (рис. 2).

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствует обработанная поверхность. В нашем случае черновой базой будет поверхность **А** (лишает деталь трех степеней свободы), отверстие **Б** (лишает деталь двух степеней свободы) и отверстие **В** (лишает деталь одной степени свободы). Таким образом, базирование полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 5.

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовыми базами будет плоскость **Г** (лишает деталь трех степеней свободы) и поверхность **Д** (лишает деталь двух степеней свободы). Таким образом, базирование не полное. Схема чистового базирования показана на рисунке 6.

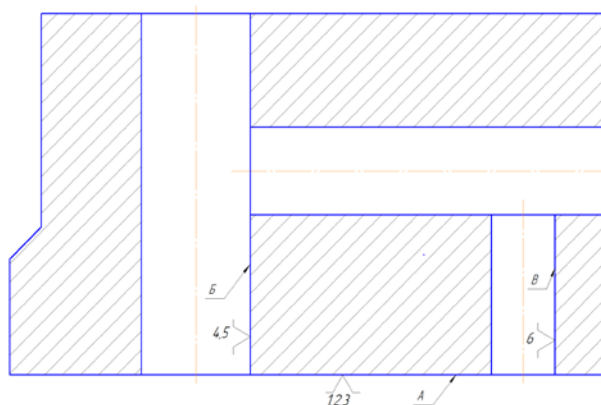


Рисунок 5 - Черновые базы предлагаемого тех. процесса

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

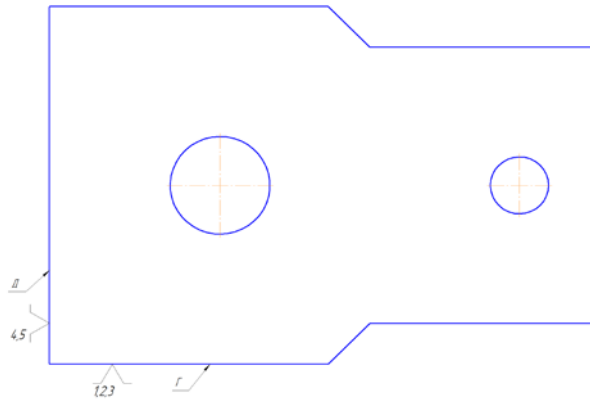


Рисунок 6 - Чистовые базы предлагаемого тех. процесса

### 1.2.3. Составление технологического маршрута обработки детали «Коробка гидравлическая»

Технологический маршрут обработки детали «Коробка гидравлическая» представлен в таблице 9. Поверхности обрабатываемые обозначены на рисунках 7 и 8.

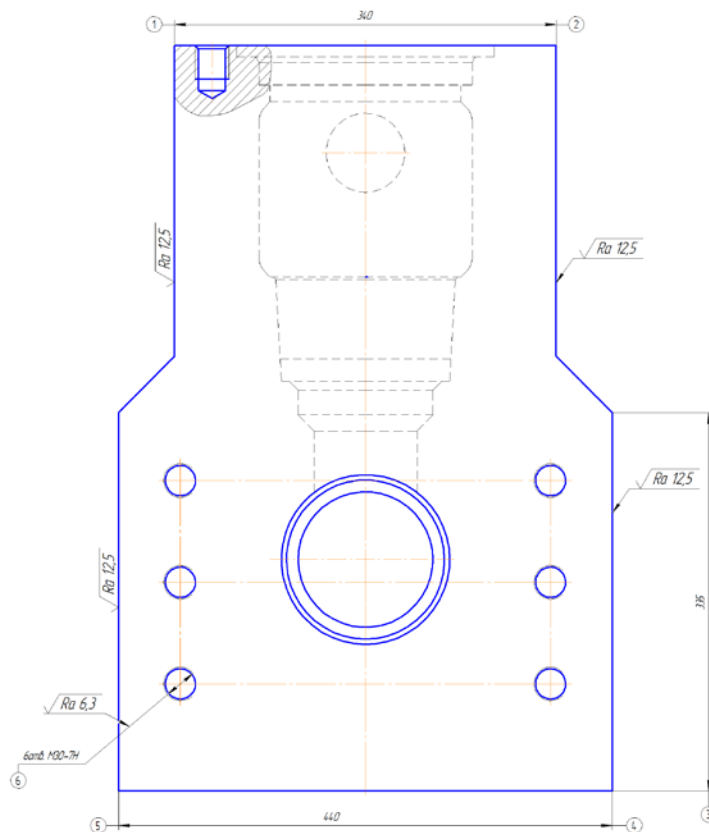


Рисунок 7 – Эскиз детали «Коробка гидравлическая»

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

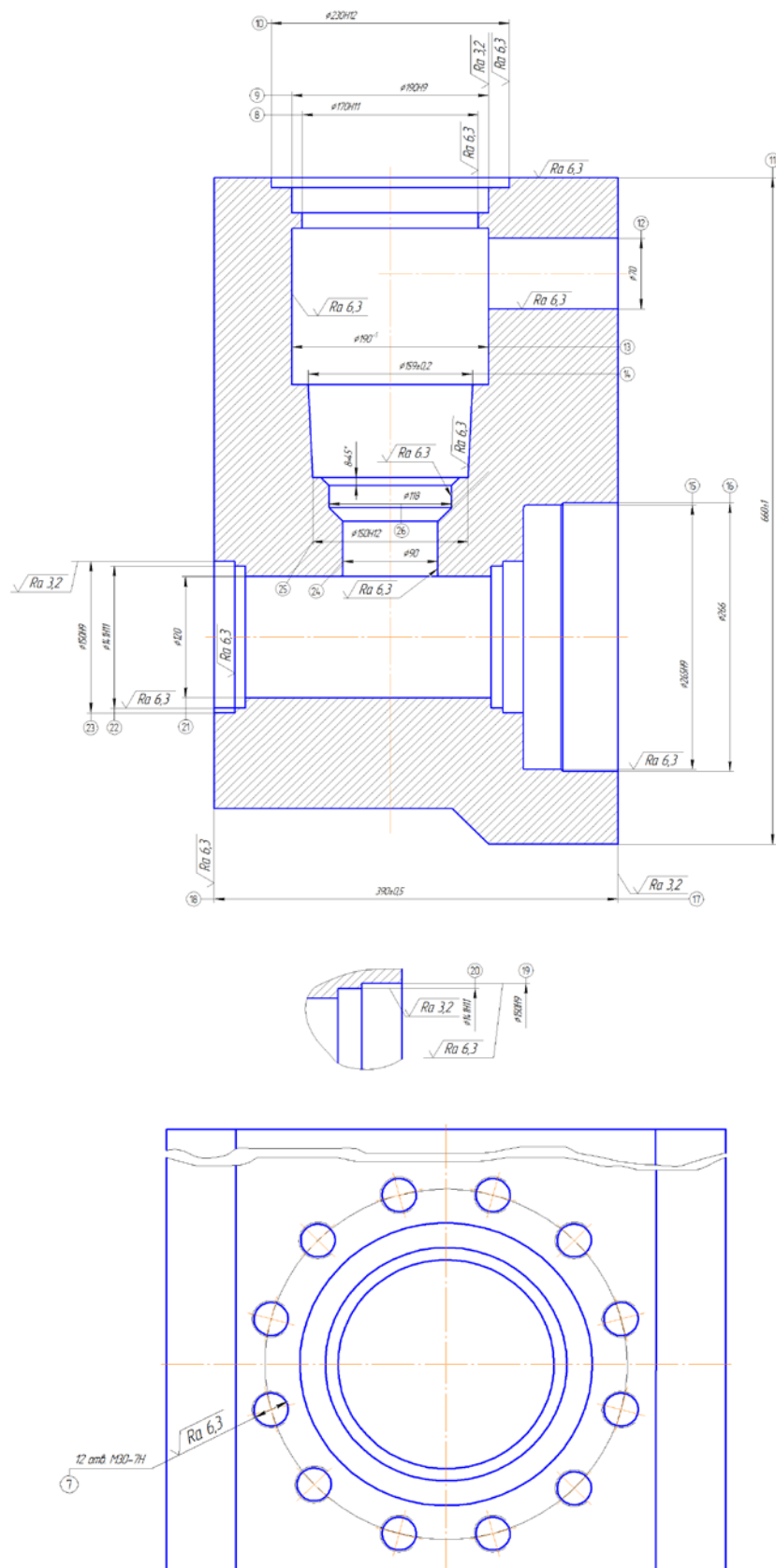


Рисунок 8 – Эскиз детали «Коробка гидравлическая»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.869.ПЗ

Лист

26

Таблица 9 – Технологический маршрут обработки детали «Коробка гидравлическая» (рис. 7 и 8)

Наименование операции, оборудование	Метод обработки	Обрабатываемая поверхность
005 Комбинированная на ОЦ с ЧПУ Установ А	Фрезеровать поверхность	4
	Фрезеровать поверхность	2
	Фрезеровать поверхность	11
	Фрезеровать поверхность	1
	Фрезеровать поверхность	5
	Фрезеровать поверхность	3
Установ Б	Фрезеровать поверхность	17
	Расточить отверстие	21
	Расточить отверстие	20
	Расточить отверстие	19
	Расточить отверстие	15
	Расточить отверстие	16
	Расточить отверстие	12
	Сверлить отверстия	6
	Нарезать резьбу	6
	Фрезеровать поверхность	18
	Расточить отверстие	22
	Расточить отверстие	23
	Сверлить отверстия	6
	Нарезать резьбу	6
	Расточить отверстие	24
	Расточить отверстие	26
	Расточить отверстие	14, 25
	Расточить отверстие	13
	Расточить отверстие	8
	Расточить отверстие	9
	Расточить отверстие	10
	Точить фаску 8x45°	
	Расточить отверстие	13
	Расточить отверстие	14, 25
Сверлить отверстия	7	
Нарезать резьбу	7	

## 1.2.4. Выбор средств технологического оснащения

### 1.2.4.1. Выбор и описание оборудования

В связи с увеличением производственной программы выпуска деталей «Коробка гидравлическая» с 200 до 450 в год существующее универсальное оборудование не справится с предстоящей задачей. Предлагается заменить существующее универсальное оборудование на обрабатывающий центр с ЧПУ, что будет соответствовать крупносерийному производству и позволит предприятию справиться с задачей годового увеличения выпускаемых изделий.

Выбор типа оборудования зависит от его возможностей обеспечить технические требования, формы и качества обрабатываемых поверхностей.

В дипломном проекте предлагается использовать горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр HAAS EC-1600 (про-во США).

Особенности конструкции EC-1600:

- полностью литая чугунная станина;
- серводвигатели перемещений по осям с прямой передачей момента;
- стальные закаленные подшипниковые блоки направляющих;
- ШВП с двойным креплением и предварительно натянутой гайкой;
- система автоматической смазки направляющих и ШВП;
- система компенсации тепловых расширений ШВП.

В таблице 10 представлены технические характеристики ОЦ HAAS EC-1600 [13].

Таблица 10 - Характеристики ОЦ HAAS EC-1600 [16]

1	2
Перемещения по X, Y, Z	1626 x 1270 x 813 мм
<b>Рабочий шпиндель</b>	
60000 об/мин, 50	22,4 кВт/610кН

Продолжение таблицы 10

1	2
<b>Скорость перемещения</b>	
Подача/ускоренный ход (X, Y, Z)	12,7/13,7 м/мин.
<b>Рабочий стол</b>	
Рабочая площадь	1626 x 914 мм
Макс. нагрузка	4536 кг
<b>Инструментальный магазин</b>	
Конус	50
Кол-во инструмента в магазине	35
Время смены инструмента, с.	10,3
<b>Система ЧПУ</b>	
Fanuc	

На рисунке 9 представлен ОЦ HAAS EC-1600.



Рисунок 9 – Обрабатывающий центр HAAS EC-1600

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист 29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

<http://www.abamet.ru/catalog/metallorzhushhie/freznyye-chpu/g-freznyye/haas-ec-1600/>

На рисунке 10 показаны основные направления движения станка ОЦ HAAS EC-1600

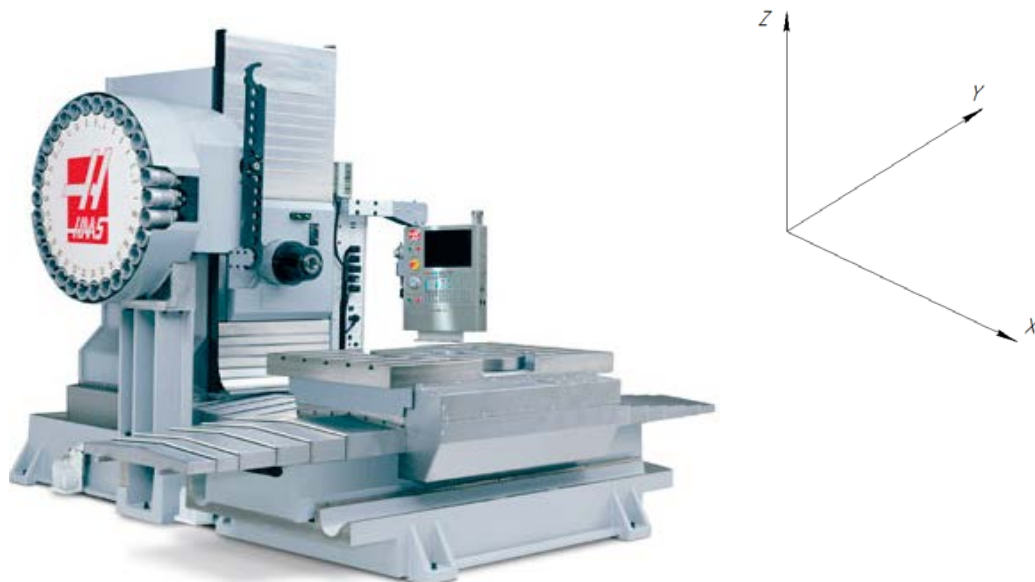


Рисунок 10 - Основные направления движения станка HAAS EC-1600

#### **1.2.4.2. Предлагаемый вариант ТП и содержание технологических операций**

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «Seco» [10].

Материал детали – сталь 34ХН1М по классификации компании «Seco» относится к группе P4 [10, с. 616].

#### **Операция 005 Комбинированная с ЧПУ.**

##### **Установ А**

Переход 1. Фрезеровать поверхность 4 (рис. 6).

Фреза торцевая R220.43-8200-07C-12 [10, с. 48],

где обозначено: R – правостороннее вращение, 220 – крепление на оправке, 43 - система фрез, 8200 – диаметр фрезы (200мм), 07 – размер

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

пластины,  $C$  – крепление пластины клином, 12 – эффективное число зубьев (рис. 9).

Размеры фрезы:  $D_c=200\text{мм}$ ,  $D_{c2}=212\text{мм}$ .  $l_1=63\text{мм}$ ,  $a_p=5\text{мм}$  [10, с. 48].

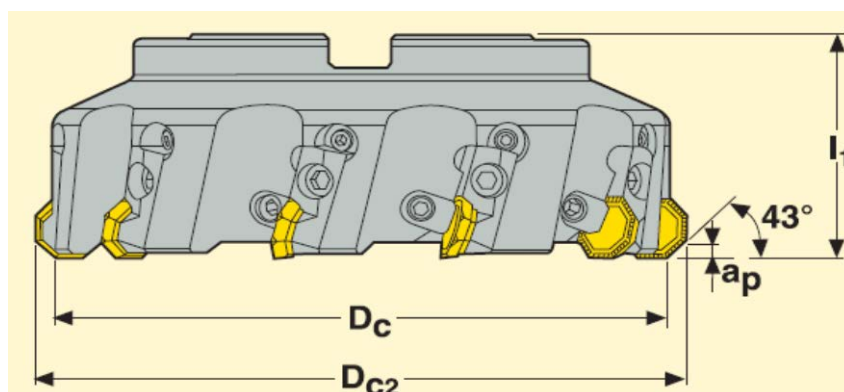


Рисунок 11 - Фреза торцевая

Пластина OFER 070405TN-M16 T350M [10, с. 95],

где обозначено: O - форма пластины (8-ми граная), F - задний угол (равен  $25^\circ$ ), E – класс точности, R – тип СМП, 07 – номинальная длина режущей кромки, 04 – толщина (4,76мм), 05 – радиус при вершине (0,5мм), T – обозначение режущей кромки, N – направление резания (нейтрал), M16 – внутреннее обозначение (условия обработки средние), T350M – материал пластины [10, с. 10-11].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 95]:  $a_{p\max}=5\text{мм}$ ,  $f=0,25\text{ мм/зуб}$ ,  $V_c=175\text{м/мин}$ .

Материал пластины T350M – твердый, износостойкий сплав для фрезерования легированных сталей [10, с. 14].

Переход 2. Фрезеровать поверхность 2 (рис. 6).

Фреза торцевая R220.43-8200-07C-12 [10, с. 48].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 95]:  $a_{p\max}=5\text{мм}$ ,  $f=0,25\text{ мм/зуб}$ ,  $V_c=175\text{м/мин}$ .

Материал пластины T350M.

Фрагмент каталога «Seco» для выбора фрезы показан на рисунке 10.

Фрагмент каталога «Seco» для выбора элементов режима резания показан на рисунке 11.



На странице 95 (рис. 11) в таблице выбора скоростей резания для обрабатываемого материала – 4 выбираю скорость резания  $V_c=175\text{м/мин}$  и подачу  $f=0,25\text{ мм/зуб}$  для материала реж. части Т350М.

Рисунок 12 – Выбор сверла из каталога фирмы «Seco»

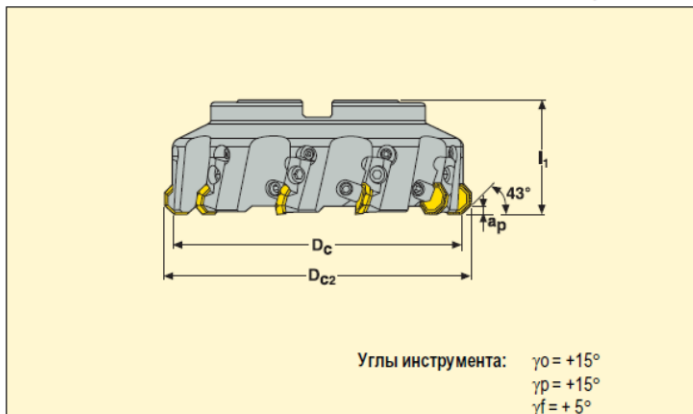
					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

# Торцевые фрезы



Octomill® 220.43-07C

Первый выбор



- Для выбора пластины и рекомендаций по режимам резания см. стр. 95 - 96.
- Полная номенклатура пластин на стр. 522.

Шаг	Обозначение	Размеры в мм							
		D <sub>c</sub>	D <sub>c2</sub>	l <sub>1</sub>	a <sub>p</sub>				
Нормальн.	R220.43 -0080-07C	80	92	50	5	5	1,7	4800	OFE.070405
	-0100-07C	100	112	50	5	6	2,6	4300	OFE.070405
	-0125-07C	125	137	63	5	8	4,2	3800	OFE.070405
	-8160-07C	160	172	63	5	10	6,3	3300	OFE.070405
	-8200-07C	200	212	63	5	12	8,9	3000	OFE.070405
	-8250-07C	250	262	63	5	16	17,2	2700	OFE.070405
	-8315-07C	315	327	80	5	20	28,0	2400	OFE.070405

# Торцевые фрезы



Выбор пластин – Octomill 220.43-07

Универсальная пластина: OFMR070405TR-M15 MP2500

ГМС	Рекоменд. подача f <sub>z</sub> мм/зуб	Предпочт. выбор	Трудные операции
1	0,15-0,40	OFMR070405TR-ME13 MP2500	OFER070405TN-M16 T350M
2	0,15-0,40	OFMR070405TR-ME13 MP2500	OFER070405TN-M16 T350M
3	0,15-0,35	OFMR070405TR-M15 MP2500	OFER070405TN-M16 T350M
4	0,15-0,35	OFMR070405TR-M15 MP2500	OFER070405TN-M16 T350M
5	0,10-0,30	OFMR070405TR-M15 MP2500	OFER070405TN-M16 T350M

## Режимы резания

ГМС	Сплавы																				
	MP1500			MP2500			MP3000			T350M			F40M			F15M			MS2500		
	f <sub>z</sub> (мм/зуб)																				
	0,10	0,25	0,40	0,10	0,25	0,40	0,10	0,25	0,40	0,10	0,25	0,40	0,10	0,25	0,40	0,10	0,25	0,40			
v <sub>c</sub> (м/мин.)																					
1	500	380	320	440	335	285	420	315	270	385	290	245	335	255	215	-	-	-	480	365	310
2	420	320	270	375	285	240	355	270	225	325	245	210	285	215	180	-	-	-	410	310	260
3	350	265	225	310	235	200	290	220	190	270	205	175	235	180	150	-	-	-	335	255	215
4	300	225	190	265	200	170	250	190	160	230	175	150	200	150	130	-	-	-	290	220	185

Рисунок 11 – Выбор режимов резания для сверления из каталога фирмы «Seco»

Переход 3. Фрезеровать поверхность 11.

Фреза торцевая R220.43-8200-07C-12 [10, с. 48].

Пластина OFER 070405TN-M16 T350M [10, с. 95].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 95]:  $a_{p\max}=5\text{мм}$ ,  
 $f=0,25\text{ мм/зуб}$ ,  $V_c=175\text{м/мин}$ .

Переход 4. Фрезеровать поверхность 1.

Фреза торцевая R220.43-8200-07C-12 [10, с. 48].

Пластина OFER 070405TN-M16 T350M [10, с. 95].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 95]:  $a_{p\max}=5\text{мм}$ ,  
 $f=0,25\text{ мм/зуб}$ ,  $V_c=175\text{м/мин}$ .

Переход 5. Фрезеровать поверхность 5.

Фреза торцевая R220.43-8200-07C-12 [10, с. 48].

Пластина OFER 070405TN-M16 T350M [10, с. 95].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 95]:  $a_{p\max}=5\text{мм}$ ,  
 $f=0,25\text{ мм/зуб}$ ,  $V_c=175\text{м/мин}$ .

Переход 6. Фрезеровать поверхность 3.

Фреза торцевая R220.43-8200-07C-12 [10, с. 48].

Пластина OFER 070405TN-M16 T350M [10, с. 95].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 95]:  $a_{p\max}=5\text{мм}$ ,  
 $f=0,25\text{ мм/зуб}$ ,  $V_c=175\text{м/мин}$ .

### **Установ Б.**

Переход 1. Фрезеровать торец 17.

Фреза торцевая R220.43-8200-07C-12 [10, с. 48].

Пластина OFER 070405TN-M16 T350M [10, с. 95].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 95]:  $a_{p\max}=5\text{мм}$ ,  
 $f=0,25\text{ мм/зуб}$ ,  $V_c=175\text{м/мин}$ .

Переход 2. Расточить отверстие 21.

Головка A750 60 [10, с. 228] (рис. 12),

где обозначено: А – расточная головка, 750 – черновое растачивание,  
60 – размер хвостовика [10, с. 227].

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34



Растачивание выполняем в три этапа: в размер  $\varnothing 130$ , в размер  $\varnothing 140$ , в размер  $\varnothing 141$ .

Головка А750 60 [10, с. 228] (рис. 12).

Держатель пластин А750 65СС12 90 [10, с. 229].

Пластина ССМТ 120408-F2 ТР3500 [10, с. 327]

Рекомендуемые режимы резания на первом и втором этапах:  $a_{p\max}=5\text{мм}$ ,  $V_c=120\text{м/мин}$ ,  $f=0,30\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

Рекомендуемые режимы резания на третьем этапе:  $a_{p\max}=0,5\text{мм}$ ,  $V_c=140\text{м/мин}$ ,  $f=0,20\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

Переход 4. Расточить отверстие 19.

Растачивание выполняем в два этапа: в размер  $\varnothing 149$ , в размер  $\varnothing 150$ .

Головка А750 70 [10, с. 228] (рис. 12).

Держатель пластин А750 70СС12 90 [10, с. 229].

Пластина ССМТ 120408-F2 ТР3500 [10, с. 327]

Рекомендуемые режимы резания на первом этапе:  $a_{p\max}=5\text{мм}$ ,  $V_c=120\text{м/мин}$ ,  $f=0,30\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

Рекомендуемые режимы резания на втором этапе:  $a_{p\max}=0,5\text{мм}$ ,  $V_c=140\text{м/мин}$ ,  $f=0,20\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

Переход 5. Расточить отверстие 15.

Держатель траверсы Е3471 731 200 [10, с. 295] (рис. 14),

где Е3471 – код задней части, 731 – присоединение траверсы, 200 – соединение траверсы [10, с. 294].

Размеры держателя траверсы (рис. 14): диапазон  $C=\varnothing 204\dots 655\text{мм}$ ,  $A=65\text{мм}$ ,  $d_1=40\text{мм}$ ,  $D_1=130\text{мм}$  [10, с. 295].

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

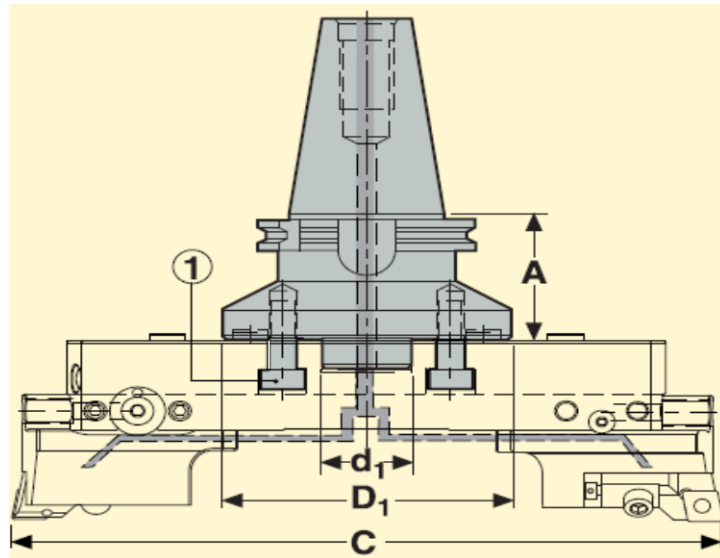


Рисунок 15 – Держатель траверсы

Траверса А731S 010 [10, с. 296] (рис. 15),

где А – растачивание, 731S – тип траверсной расточной головки, 010 – размер траверсы [10, с. 294].

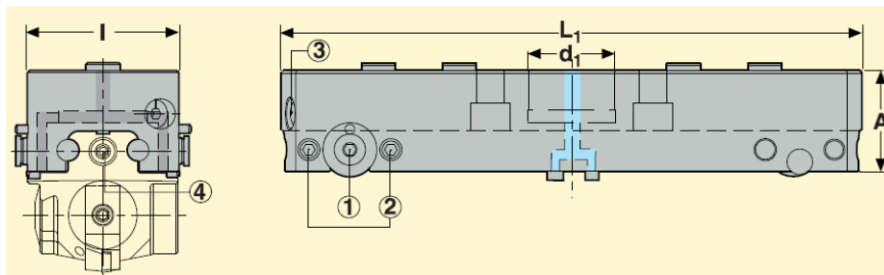


Рисунок 15 – Расточная траверса

Размеры траверсы (рис. 15): диапазон  $C=\text{Ø}204\dots280\text{мм}$ ,  $A=47\text{мм}$ ,  $d_1=40\text{мм}$ ,  $l=70\text{мм}$ ,  $L_1=195\text{мм}$  [10, с. 296].

Расточной блок А731S 400 [10, с. 298],

где А – растачивание, 731S – тип траверсной расточной головки, 400 – тип расточного блока (черновой) [10, с. 294].

Картридж SCGCL16CA-16 [10, с. 299] (рис. 16).

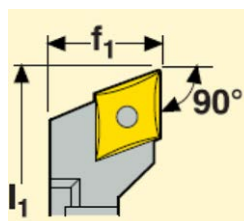


Рисунок 16 – Картридж для блока черновой расточки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.869.ПЗ

Лист

37



Типы пластин [10, с. 104]:

- центральная SPGX 0903-C1 T3000D,

где S – форма пластины (квадрат), P – задний угол пластины ( $11^\circ$ ), G – класс точности, X – тип (специальный), 09 – длина режущей кромки, 03 – толщина пластины (3,18 мм), C1 – внутренне обозначение, T3000D – сплав [10, с. 148].

- периферийная SCGX 070308-P2 T1000D,

где S – форма пластины (квадрат), C – задний угол пластины ( $7^\circ$ ), G – класс точности, X – тип (специальный), 07 – длина режущей кромки, 03 – толщина пластины (3,18 мм), 08 – радиус, P2 – внутренне обозначение, T1000D – сплав [10, с. 148].

Рекомендуемые режимы резания ( $V_c=180\text{м/мин}$ ,  $f=0,19\text{ мм/об}$ )

[10, с. 64].

Переход 9. Нарезать резьбу последовательно в 16-ти отв. 6.

Фреза R396.19-2522.3S-4003-AM [10, с. 97] (рис. 18).

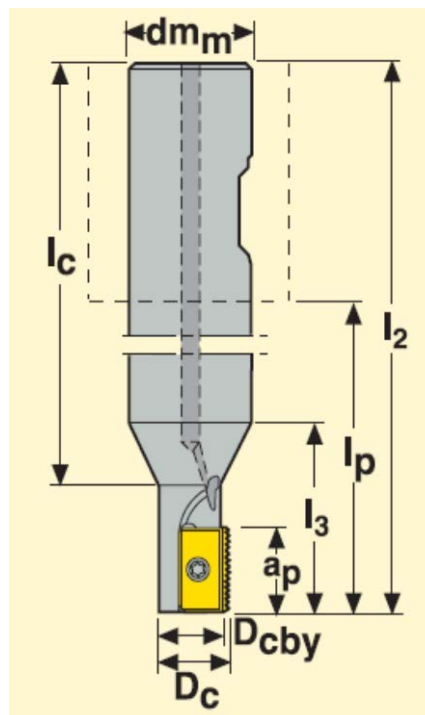


Рисунок 18 – Фреза резьбовая со сменными пластинами

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП 44.03.04.869.ПЗ



Размеры фрезы (рис. 18):  $D_c=22\text{мм}$ ,  $a_p=40\text{мм}$ ,  $d_{\text{мм}}=25\text{мм}$ ,  $l_2=115,5\text{мм}$ ,  $l_3=43\text{мм}$  [10, с. 97].

Пластина 396.19-4003.0N2.0ISO F30M [10, с. 100].

Рекомендуемые режимы резания ( $V_c=265\text{м/мин}$ ,  $f=0,09\text{ мм/зуб}$ ) [10, с. 94].

Переход 10. Фрезеровать поверхность 18.

Фреза торцевая R220.43-8200-07C-12 [10, с. 48].

Пластина OFER 070405TN-M16 T350M [10, с. 95].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 95]:  $a_{p\text{max}}=5\text{мм}$ ,  $f=0,25\text{ мм/зуб}$ ,  $V_c=175\text{м/мин}$ .

Переход 11. Расточить отверстие 22.

Растачивание выполняем в три этапа: в размер  $\varnothing 130$ , в размер  $\varnothing 140$ , в размер  $\varnothing 141$ .

Головка A750 60 [10, с. 228] (рис. 12).

Держатель пластин A750 65CC12 90 [10, с. 229].

Пластина CCMT 120408-F2 TP3500 [10, с. 327]

Рекомендуемые режимы резания на первом и втором этапах:  $a_{p\text{max}}=5\text{мм}$ ,  $V_c=120\text{м/мин}$ ,  $f=0,30\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

Рекомендуемые режимы резания на третьем этапе:  $a_{p\text{max}}=0,5\text{мм}$ ,  $V_c=140\text{м/мин}$ ,  $f=0,20\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

Переход 12. Расточить отверстие 23.

Растачивание выполняем в два этапа: в размер  $\varnothing 149$ , в размер  $\varnothing 150$ .

Головка A750 70 [10, с. 228] (рис. 12).

Держатель пластин A750 70CC12 90 [10, с. 229].

Пластина CCMT 120408-F2 TP3500 [10, с. 327]

Рекомендуемые режимы резания на первом этапе:  $a_{p\text{max}}=5\text{мм}$ ,  $V_c=120\text{м/мин}$ ,  $f=0,30\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

Рекомендуемые режимы резания на втором этапе:  $a_{p\text{max}}=0,5\text{мм}$ ,  $V_c=140\text{м/мин}$ ,  $f=0,20\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Переход 13. Сверлить последовательно 6 отверстий 6 под резьбу.

Сверло SD502-28-56-32R7-SC07 [10, с. 104] (рис. 17)

Типы пластин [10, с. 104]:

- центральная SPGX 0903-C1 T3000D.
- периферийная SCGX 070308-P2 T1000D.

Рекомендуемые режимы резания ( $V_c=180$ м/мин,  $f=0,19$  мм/об)

[10, с. 64].

Переход 14. Нарезать резьбу последовательно в 6-ти отв. 6.

Фреза R396.19-2522.3S-4003-AM [10, с. 97] (рис. 18).

Пластина 396.19-4003.0N2.0ISO F30M [10, с. 100].

Рекомендуемые режимы резания ( $V_c=265$ м/мин,  $f=0,09$  мм/зуб) [10, с. 94].

Переход 15. Расточить отверстие 24.

Головка A750 60 [10, с. 228] (рис. 12).

Держатель пластин A750 60CC12 90 [10, с. 229].

Пластина SCMT 120408-F2 TP3500 [10, с. 327].

Рекомендуемые режимы резания:  $a_{p\max}=5$ мм,  $V_c=120$ м/мин,  $f=0,30$  мм/об [10, с. 327 и с. 330].

Переход 16. Расточить отверстие 26.

Растачивание выполняем в три этапа: в размер  $\varnothing 100$ , в размер  $\varnothing 110$ , в размер  $\varnothing 118$ .

Головка A750 60 [10, с. 228] (рис. 12).

Держатель пластин A750 65SC15 80 [10, с. 231].

Пластина SCMT 120408-F2 TP3500 [10, с. 327].

Рекомендуемые режимы резания для первого и второго этапов:  $a_{p\max}=5$ мм,  $V_c=120$ м/мин,  $f=0,30$  мм/об [10, с. 327 и с. 330].

Рекомендуемые режимы резания для третьего этапа:  $a_{p\max}=4$ мм,  $V_c=120$ м/мин,  $f=0,30$  мм/об [10, с. 327 и с. 330].

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Переход 17. Расточить отверстие 25.

Растачивание выполняем в три этапа: в размер  $\varnothing 128$ , в размер  $\varnothing 138$ , в размер  $\varnothing 148$ .

Головка А750 70 [10, с. 228] (рис. 12).

Держатель пластин А750 70СС12 90 [10, с. 229].

Пластина ССМТ 120408-F2 ТР3500 [10, с. 327].

Рекомендуемые режимы резания для первого, второго и третьего этапов:  $a_{p\max}=5\text{мм}$ ,  $V_c=120\text{м/мин}$ ,  $f=0,30\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

Переход 18. Расточить отверстие 8.

Растачивание выполняем в три этапа: в размер  $\varnothing 158$ , в размер  $\varnothing 168$ , в размер  $\varnothing 170$ .

Головка А750 70 [10, с. 228] (рис. 12).

Держатель пластин А750 75СС12 90 [10, с. 229].

Пластина ССМТ 120408-F2 ТР3500 [10, с. 327].

Рекомендуемые режимы резания для первого и второго этапов:  $a_{p\max}=5\text{мм}$ ,  $V_c=120\text{м/мин}$ ,  $f=0,30\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

Рекомендуемые режимы резания для третьего этапа:  $a_{p\max}=1\text{мм}$ ,  $V_c=120\text{м/мин}$ ,  $f=0,30\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

Переход 19. Расточить отверстие 9.

Растачивание выполняем в два этапа: в размер  $\varnothing 180$ , в размер  $\varnothing 190$ .

Головка А750 70 [10, с. 228] (рис. 12).

Держатель пластин А750 75СС12 90 [10, с. 229].

Пластина ССМТ 120408-F2 ТР3500 [10, с. 327].

Рекомендуемые режимы резания для первого и второго этапов:  $a_{p\max}=5\text{мм}$ ,  $V_c=120\text{м/мин}$ ,  $f=0,30\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

Переход 20. Расточить отверстие 10.

Растачивание выполняем в четыре этапа: в размер  $\varnothing 200$ , в размер  $\varnothing 210$ , в размер  $\varnothing 220$ , в размер  $\varnothing 230$ .

Держатель траверсы Е3471 731 200 [10, с. 295] (рис. 14).

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Траверса A731S 010 [10, с. 296] (рис. 15).

Расточной блок A731S 400 [10, с. 298].

Картридж SCGCL16CA-16 [10, с. 299] (рис. 16).

Пластина CCMT 160508-F2 TP2500 [10, с. 327]

Рекомендуемые режимы резания:  $a_{p\max}=5$  мм,  $V_c=105$  м/мин,  
 $f=0,25$  мм/об [10, с. 327 и с. 330].

Максимальная допустимая частота вращения траверсной расточной головки 1600 об/мин [10, с. 304].

Переход 21. Расточить фаску  $8 \times 45^\circ$ .

Головка A750 60 [10, с. 228] (рис. 12).

Держатель пластин A750 65SC15 80 [10, с. 231].

Пластина SCMT 120408-F2 TP3500 [10, с. 327].

Рекомендуемые режимы резания:  $a_{p\max}=5$  мм,  $V_c=120$  м/мин,  
 $f=0,30$  мм/об [10, с. 327 и с. 330].

Переход 22. Расточить отверстие 13.

Фреза R335.18-160.0810.40-12L [10, с. 269] (рис. 19),

где R – для торцевой оправки крепления, 335 – дисковая фреза, 18 – система, 160 – диаметр фрезы, 08 – минимальная ширина фрезы, 10 – максимальная ширина фрезы, 40 – размер оправки, 12 – число зубьев, L – левая [10, с. 269].

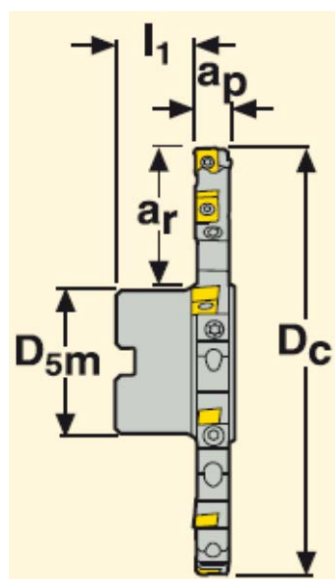


Рисунок 19 – Фреза дисковая

									Лист
									43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.869.ПЗ				

Размеры фрезы по [10, с. 269]:  $D_c=160$  мм,  $D_{5m}=55$  мм,  $ap=5$  мм,  $ar=45$  мм,  $l_1=42$  мм.

Пластина LNK05-M06 MP3000 [10, с. 280].

Рекомендуемые режимы резания ( $V_c=180$  м/мин,  $f=0,30$  мм/зуб) [10, с. 280].

Переход 23. Расточить отверстие 14-15 окончательно.

Головка A780 70 [10, с. 309] (рис. 20).

Держатель пластин A725 75 [10, с. 311].

Пластина CСMT 09T308-F2 TP3500 [10, с. 327]

Рекомендуемые режимы резания на первом этапе:  $ap_{max}=5$  мм,  $V_c=120$  м/мин,  $f=0,20$  мм/об [10, с. 327 и с. 330].

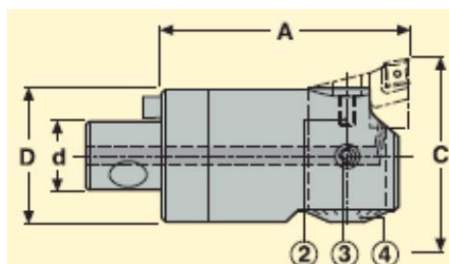


Рисунок 20 – Головка расточная тип А780

Переход 24. Сверлить последовательно 12 отверстий 7 под резьбу.

Сверло SD502-28-56-32R7-SC07 [27, с. 104] (рис. 17).

Типы пластин [10, с. 104]:

- центральная SPGX 0903-C1 T3000D.
- периферийная SCGX 070308-P2 T1000D.

Рекомендуемые режимы резания ( $V_c=180$  м/мин,  $f=0,19$  мм/об.) [10, с. 64].

Переход 25. Нарезать резьбу последовательно в 12-ти отв. 7.

Фреза R396.19-2522.3S-4003-AM [10, с. 97] (рис. 18).

Пластина 396.19-4003.0N2.0ISO F30M [10, с. 100].

Рекомендуемые режимы резания ( $V_c=265$  м/мин,  $f=0,09$  мм/зуб) [10, с. 94].

Для операции 005 элементы режима резания определим по каталогу фирмы «Seco» [10], а результаты занесем в таблицу 11.

Таблица 11 - Элементы режима резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	Sm, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
1	2	3	4	5	6
<b>Операция 005</b>					
<b>Комбинированная с ЧПУ</b>					
<b>Установ А</b>					
Переход 1	5	3,0	834	278	175
Переход 2	5	3,0	834	278	175
Переход 3	5	3,0	834	278	175
Переход 4	5	3,0	834	278	175
Переход 5	5	3,0	834	278	175
Переход 6	5	3,0	834	278	175
<b>Установ Б</b>					
Переход 1	5	3,0	834	278	175
Переход 2	5	0,3	96	318	120
Переход 3	5	0,3	88	294	120
	5	0,3	112	372	120
	0,5	0,2	63	316	140
Переход 4	5	0,3	77	256	120
	0,5	0,2	59	297	140
Переход 5	7	0,25	32	126	105
Переход 6	0,5	0,25	32	126	105
Переход 7	5	0,30	164	546	120
Переход 8	14	0,19	389	2047	180
Переход 9	1,0	0,09	253	2813	265
Переход 10	5	3,0	834	278	175
Переход 11	5	0,3	88	294	120
	5	0,3	112	372	120
	0,5	0,2	63	316	140
Переход 12	5	0,3	77	256	120
	0,5	0,2	59	297	140
Переход 13	14	0,19	389	2047	180
Переход 14	1,0	0,09	253	2813	265
Переход 15	5,0	0,3	127	425	120
Переход 16	5	0,3	115	382	120
	5	0,3	104	347	120
	4	0,3	97	324	120
Переход 17	5	0,3	90	299	120
	5	0,3	83	277	120

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

ДП 44.03.04.869.ПЗ

Лист

45

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
Переход 18	5	0,3	78	258	120
	5	0,3	73	242	120
	5	0,3	68	227	120
Переход 19	1	0,3	68	225	120
	5	0,3	64	212	120
	5	0,3	60	201	120
Переход 20	5	0,25	48	191	120
	5	0,25	46	182	120
	5	0,25	44	174	120
	5	0,25	42	166	120
Переход 21	5	0,3	86	285	120
Переход 22	5	3,6	1289	358	180
Переход 23	5	0,2	48	240	120
Переход 24	14	0,19	389	2047	180
Переход 25	1	0,09	253	2813	265

**1.2.4.3. Выбор и описание технологической оснастки**

Операция 005 Комбинированная с ЧПУ. Установ А.

Применяется специальное зажимное приспособление. Схема базирования показана на рисунке 21.

Заготовка базируется на поверхность А на отверстия Б и В. Зажим заготовки осуществляется за верхнюю плоскость через отверстие Б.

Операция 005 Комбинированная с ЧПУ. Установ Б.

Применяется специальное зажимное приспособление. Схема базирования показана на рисунке 22.

Заготовка базируется на обработанную плоскость Г, на обработанную поверхность Д. Зажим заготовки осуществляется за верхнюю поверхность.

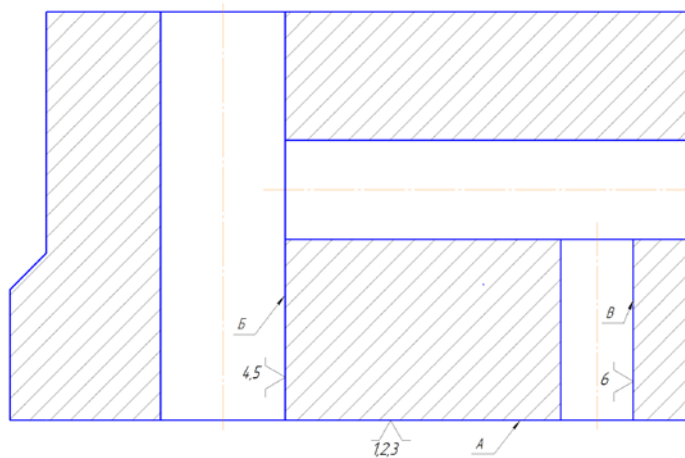


Рисунок 21 - Черновые базы предлагаемого тех. процесса

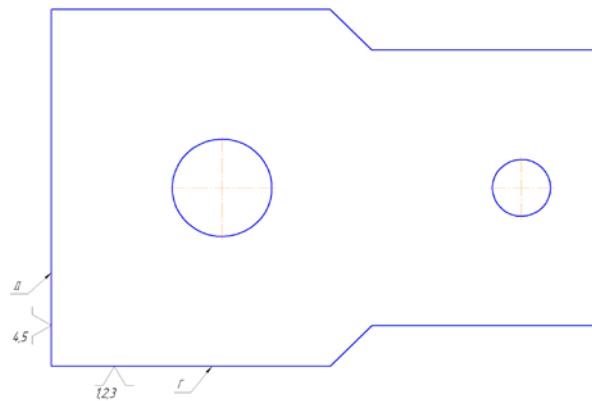


Рисунок 22 - Чистовые базы предлагаемого тех. процесса

### 1.3. Технологические расчеты

#### 1.3.1. Расчет припусков

Расчет будем вести аналитическим и табличным методом.

*Расчет припусков аналитическим методом*

Определим припуск на размер  $\varnothing 265H9^{+0,130}$ .

Заготовка – поковка.

Материал детали сталь 34ХН1М ГОСТ 8479-70.

Масса заготовки  $m_3 = 840$  кг.

Технологический маршрут обработки отверстия  $\varnothing 265H9^{+0,130}$ :

- растачивание черновое;
- растачивание чистовое.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47



Определим элементы припуска [7, с. 186 табл.12, с. 188 табл.25] занесем в таблицу 12.

Определим пространственные отклонения заготовки [8, с. 67 табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (9)$$

где  $\rho_{см}$  - смещение поверхностей, примем  $\rho_{см} = 3,0$  мм;

$\rho_{кор}$  - коробление поверхностей, определим по формуле:

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot l = 0,2 \cdot 92 = 1,84 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$\rho_3 = \sqrt{1,84^2 + 3,0^2} = 3,52 \text{ мм} = 3520 \text{ мкм} \quad (10)$$

Остаточные пространственные отклонения [8, с. 37]:

-после черного растачивания:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_3 = 0,04 \cdot 3520 = 141 \text{ мкм.}$$

-после чистового растачивания:

$$\rho_2 = 0,02 \cdot \rho_3 = 0,02 \cdot 3520 = 70 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки определим по [8, с. 75 табл. 410].

Расчетный минимальный припуск определим по формуле, а результаты занесем в таблицу 12.

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (11)$$

Графу  $D_p$  заполняем начиная с последнего (чертежного) размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого перехода.

Определим наименьший предельный размер путем округления в сторону увеличения расчетных размеров  $D_p$  до той же значащей цифры, что и у допуска.

Наибольшие предельные размеры получим путем прибавления допуска к наименьшему предельному размеру.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Определим предельные значения припусков по формулам:

$$Z_{\min}^{np} = D_{\min i}^{np} - D_{\min i-1}^{np}, \quad (12)$$

$$Z_{\max}^{np} = D_{\max}^{np} - D_{\max i-1}^{np} \quad (13)$$

Определим общий припуск:

$$2 \cdot Z_{\text{omin}} = \sum Z_{\text{imin}} = 0,51 + 6,46 = 2 \cdot 3,5 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot Z_{\text{omax}} = \sum Z_{\text{imax}} = 0,70 + 11,14 = 2 \cdot 5,9 \text{ мм.}$$

Произведем проверку по формуле:

$$2 \cdot Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = \delta_{i-1} - \delta_i \quad (14)$$

$$0,70 - 0,51 = 0,32 - 0,13 = 0,19 \text{ мм.}$$

$$11,14 - 6,46 = 5,0 - 0,32 = 4,68 \text{ мм.}$$

Таблица 12 - Расчет припусков на размер  $\varnothing 265\text{H9}^{(+0,130)}$

Технологич. переходы обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетн. припуск $2 \cdot Z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер, $D_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мм	Предельный размер, мм		Предельное значение припуска, мм	
	Rz	h	$\rho$	$\varepsilon$				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2 \cdot Z_{\min}^{np}$	$2 \cdot Z_{\max}^{np}$
Заготовка поковка	200	200	3520			256,46	5,0	253,16	258,16		
Черновое растачивание	100	100	141	50	$2 \cdot 3920$	264,30	0,32	264,3	264,62	6,46	11,14
Чистовое растачивание	35	35	70	50	$2 \cdot 350$	265,0	0,13	265,0	265,13	0,51	0,70

На рисунке 23 представлена графическая схема припусков и допусков.

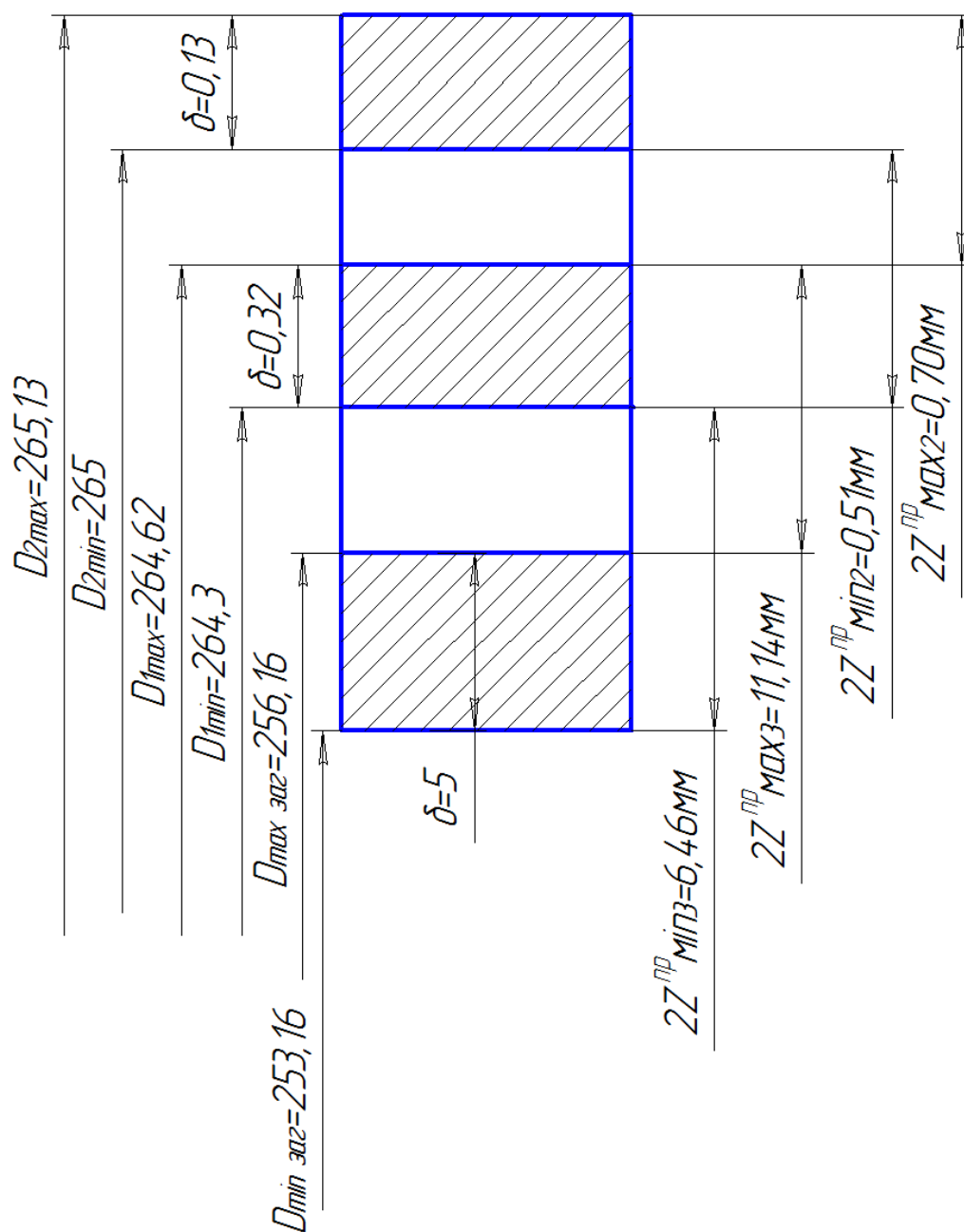


Рисунок 23 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия  $\text{Ø}265\text{H}9$

*Табличный метод расчета припусков*

На остальные поверхности детали (см. рис. 22) припуски назначим по [6, с. 184-189, табл. 27 и 28], а результаты занесем в таблицу 13.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

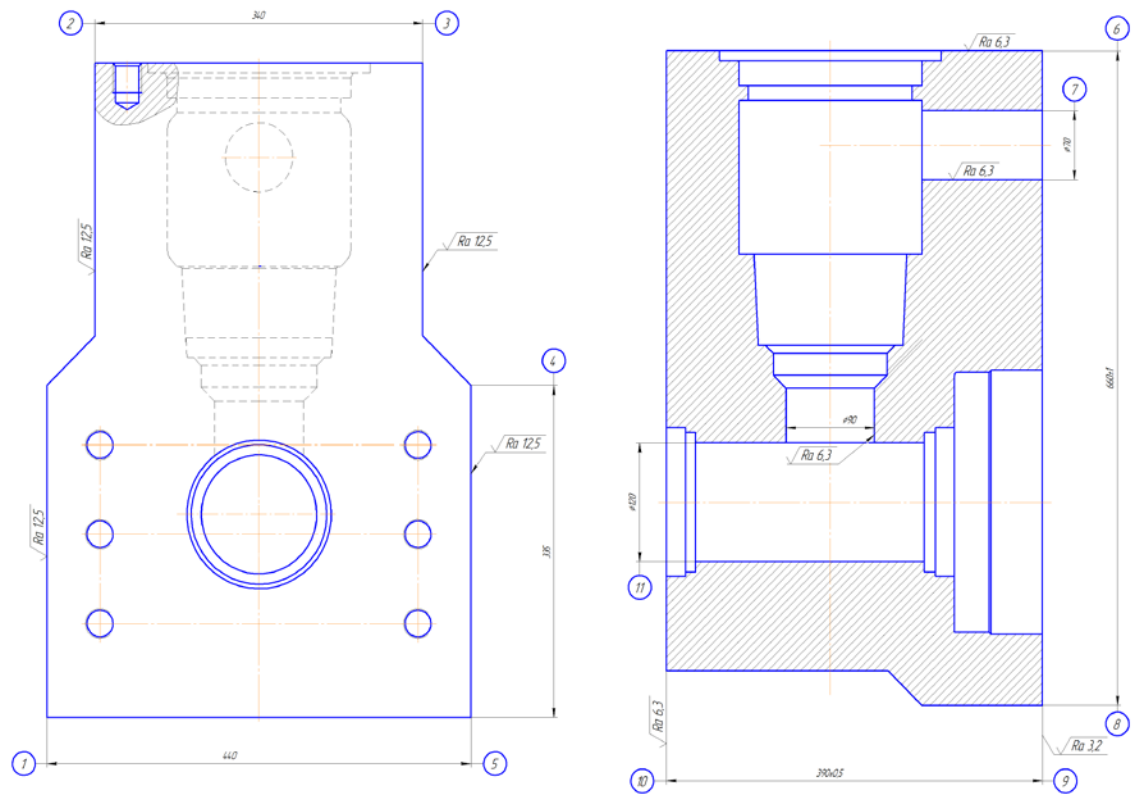


Рисунок 24 – Эскиз детали «Коробка гидравлическая»

Таблица 13 - Припуски на обработку

Технологические переходы	Поверхность	Припуск, мм	Размер, мм	Отклонения, мм
1	2	3	4	5
Заготовка – поковка	1	5	450	+3,7 -1,9
	2	5	350	+3,3 -1,7
	3	5	350	+3,3 -1,7
	4	5	345	+3,3 -1,7
	5	5	450	+3,7 -1,9
	6	5	670	+3,7 -1,9
	7	5	60	+1,2 -2,4
	8	5	670	+3,7 -1,9
	9	5	400	+3,7 -1,9
	11	5	110	+1,3 -2,7
	12	5	80	+1,2 -2,4

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

ДП 44.03.04.869.ПЗ

Лист

51

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5
Фрезерование однократное	1	5	440	-1,55
	2	5	340	-1,4
	3	5	340	-1,4
	4	5	335	-1,4
	5	5	440	-1,55
	6	5	660	±1,0
	8	5	660	±1,0
	9	5	390	±0,50
	10	5	390	±0,50
	Растачивание однократное	7	5	70
11		5	120	+0,87 -0
12		5	90	+0,87 -0

### 1.3.2. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [4, с. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{от}, \quad (15)$$

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

$T_{шт}$  – штучное время на операцию;

$n$  - количество деталей в партии,  $n=27$ шт;

$t_0$  - основное время, мин;

$t_B$  - вспомогательное время;

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

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

Вспомогательное время определяется по формуле [4, с. 99]:

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

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

(16)

где  $t_{yc}$  - время на установку и снятие детали;

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

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

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

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [4, с. 99]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (17)$$

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

$t_{орг}$  - время на организационное обслуживание;

Основное время [4, с. 100]:

$$t_o = \frac{l}{S_M} \cdot i, \quad (18)$$

где  $l$  - расчетная длина;

$i$  - число рабочих ходов.

Расчетная длина [4, с. 101]:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер}, \quad (19)$$

где  $l_o$  - длина обработки поверхности;

$l_{вр}$  - величина врезания инструмента;

$l_{пер}$  - величина перебега.

### **Операция 005 Комбинированная с ЧПУ.**

#### **Установ А.**

Переход 1. Фрезеровать поверхность 4.

Длина обрабатываемой поверхности:  $l_o = 335$ мм.

Величина врезания и перебега [4, с. 95]:

$$l_{вр} + l_{пер} = 210$$
мм.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Тогда:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 335 + 210 = 545 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{01} = \frac{545}{834} \cdot 2 = 1,31 \text{ мин}$$

Переход 2. Фрезеровать поверхность 2.

$$l_0 = 325 \text{ мм, } l_{вр} + l_{пер} = 210 \text{ мм, } l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 325 + 210 = 535 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{02} = \frac{535}{834} \cdot 2 = 1,28 \text{ мин}$$

Переход 3. Фрезеровать поверхность 11.

$$l_0 = 340 \text{ мм, } l_{вр} + l_{пер} = 210 \text{ мм, } l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 340 + 210 = 550 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{03} = \frac{550}{834} \cdot 2 = 1,32 \text{ мин}$$

Переход 4. Фрезеровать поверхность 1.

$$l_0 = 325 \text{ мм, } l_{вр} + l_{пер} = 210 \text{ мм, } l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 325 + 210 = 535 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{04} = \frac{535}{834} \cdot 2 = 1,28 \text{ мин}$$

Переход 5. Фрезеровать поверхность 5.

$$l_0 = 440 \text{ мм, } l_{вр} + l_{пер} = 210 \text{ мм, } l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 440 + 210 = 650 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{05} = \frac{650}{834} \cdot 2 = 1,56 \text{ мин}$$

Переход 6. Фрезеровать поверхность 3.

$$l_0 = 440 \text{ мм, } l_{вр} + l_{пер} = 210 \text{ мм, } l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 440 + 210 = 650 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$t_{06} = \frac{650}{834} \cdot 2 = 1,56 \text{ мин}$$

### Установ Б.

Переход 1. Фрезеровать торец 17.

Длина обрабатываемой поверхности:  $l_0 = 660 \text{ мм}$ .

Величина врезания и перебега [4, с. 95]:

$$l_{вр} + l_{пер} = 200 \text{ мм}.$$

Тогда:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 660 + 200 = 860 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=3$ .

$$t_{01} = \frac{860}{834} \cdot 3 = 2,06 \text{ мин}$$

Переход 2. Расточить отверстие 21.

$l_0 = 390 \text{ мм}$ ,  $l_{вр} + l_{пер} = 50 \text{ мм}$ ,  $l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 390 + 50 = 440 \text{ мм}$ .

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{02} = \frac{440}{96} = 4,58 \text{ мин}$$

Переход 3. Расточить отверстие 20.

$l_0 = 92 \text{ мм}$ ,  $l_{вр} + l_{пер} = 8 \text{ мм}$ ,  $l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 92 + 8 = 100 \text{ мм}$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{03} = \frac{100}{88} + \frac{100}{112} + \frac{100}{63} = 3,62 \text{ мин}$$

Переход 4. Расточить отверстие 19.

$l_0 = 112 \text{ мм}$ ,  $l_{вр} + l_{пер} = 28 \text{ мм}$ ,  $l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 112 + 28 = 140 \text{ мм}$

Число проходов равно  $i=2$ .

$$t_{04} = \frac{140}{77} + \frac{140}{59} = 4,19 \text{ мин}$$

Переход 5. Расточить отверстие 15.

$l_0 = 92 \text{ мм}$ ,  $l_{вр} + l_{пер} = 8 \text{ мм}$ ,  $l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 92 + 8 = 100 \text{ мм}$ .

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55



Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{05} = \frac{100}{32} = 3,13 \text{ мин}$$

Переход 6. Расточить отверстие 16.

$$l_0 = 53 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 \text{ мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 53 + 7 = 60 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{06} = \frac{60}{32} = 1,88 \text{ мин}$$

Переход 7. Расточить отверстие 12.

$$l_0 = 63 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 \text{ мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 63 + 7 = 70 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{07} = \frac{70}{164} = 0,43 \text{ мин}$$

Переход 8. Сверлить последовательно 16 отверстий 6 под резьбу.

$$l_0 = 40 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 \text{ мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 40 + 7 = 47 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=16$ .

$$t_{08} = \frac{47}{389} \cdot 16 = 1,93 \text{ мин}$$

Переход 9. Нарезать резьбу последовательно в 16-ти отв. 6.

$$l_0 = 30 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 30 + 5 = 35 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=16$ .

$$t_{09} = \frac{35}{253} \cdot 16 = 2,21 \text{ мин}$$

Переход 10. Фрезеровать поверхность 18.

$$l_0 = 640 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 200 \text{ мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 640 + 200 = 840 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=2$ .

$$t_{010} = \frac{840}{834} \cdot 2 = 2,01 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Переход 11. Расточить отверстие 22.

$$l_0 = 30\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 8\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 30 + 8 = 38\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=3$ .

$$t_{011} = \frac{38}{88} + \frac{38}{112} + \frac{38}{63} = 1,37\text{мин}$$

Переход 12. Расточить отверстие 23.

$$l_0 = 20\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 5\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 20 + 5 = 25\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=2$ .

$$t_{012} = \frac{25}{77} + \frac{25}{59} = 0,75\text{мин}$$

Переход 13. Сверлить последовательно 6 отверстий 6 под резьбу.

$$l_0 = 40\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 40 + 7 = 47\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=6$ .

$$t_{013} = \frac{47}{389} \cdot 6 = 0,72\text{мин}$$

Переход 14. Нарезать резьбу последовательно в 6-ти отв. 6.

$$l_0 = 30\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 5\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 30 + 5 = 35\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=6$ .

$$t_{014} = \frac{35}{253} \cdot 6 = 0,83\text{мин}$$

Переход 15. Расточить отверстие 24.

$$l_0 = 400\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 55\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 400 + 55 = 455\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{015} = \frac{455}{127} = 3,58\text{мин}$$

Переход 16. Расточить отверстие 26.

$$l_0 = 340\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 40\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 340 + 40 = 380\text{мм}.$$

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Число проходов равно  $i=3$ .

$$t_{016} = \frac{380}{115} + \frac{380}{104} + \frac{380}{97} = 10,88 \text{ мин}$$

Переход 17. Расточить отверстие 25.

$$l_0 = 400 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 55 \text{ мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 400 + 55 = 455 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{017} = \frac{455}{127} = 3,58 \text{ мин}$$

Переход 18. Расточить отверстие 8.

$$l_0 = 50 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 20 \text{ мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 50 + 20 = 70 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=3$ .

$$t_{018} = \frac{70}{73} + \frac{70}{68} + \frac{70}{68} = 3,02 \text{ мин}$$

Переход 19. Расточить отверстие 9.

$$l_0 = 35 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 10 \text{ мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 35 + 10 = 45 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=2$ .

$$t_{019} = \frac{45}{63} + \frac{45}{60} = 1,46 \text{ мин}$$

Переход 20. Расточить отверстие 10.

$$l_0 = 10 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 10 + 5 = 15 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=4$ .

$$t_{020} = \frac{15}{48} + \frac{15}{46} + \frac{15}{44} + \frac{15}{42} = 1,34 \text{ мин}$$

Переход 21. Расточить фаску  $8 \times 45^\circ$ .

$$l_0 = 10 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 350 \text{ мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 10 + 350 = 360 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{021} = \frac{360}{86} = 4,18 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Переход 22. Расточить отверстие 13.

$$l_o = 205\text{мм}, l_{вр} + l_{пер} = 20\text{мм}, l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 205 + 20 = 225\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{o22} = \frac{225}{1289} = 0,17\text{мин}$$

Переход 23. Расточить отверстие 14-15 окончательно.

$$l_o = 400\text{мм}, l_{вр} + l_{пер} = 20\text{мм}, l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 400 + 20 = 420\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{o23} = \frac{420}{48} = 8,75\text{мин}$$

Переход 24. Сверлить последовательно 12 отверстий 7 под резьбу.

$$l_o = 40\text{мм}, l_{вр} + l_{пер} = 7\text{мм}, l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 40 + 7 = 47\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=12$ .

$$t_{o24} = \frac{47}{389} \cdot 12 = 1,44\text{мин}$$

Переход 25. Нарезать резьбу последовательно в 12-ти отв. 7.

$$l_o = 30\text{мм}, l_{вр} + l_{пер} = 5\text{мм}, l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 30 + 5 = 35\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=12$ .

$$t_{o25} = \frac{35}{253} \cdot 12 = 1,66\text{мин}$$

Общее машинное время на операции:

$$t_o = 1,31 + 1,28 + 1,32 + 1,28 + 1,56 + 1,56 + 2,06 + 4,58 + 3,62 + 4,19 + 3,13 + 1,88 + 0,43 + 1,93 + 2,21 + 2,01 + 1,37 + 0,75 + 0,72 + 0,83 + 3,58 + 10,88 + 3,58 + 3,02 + 1,46 + 1,34 + 4,18 + 0,17 + 8,75 + 1,44 + 1,66 = 78,08\text{мин}$$

Определим элементы вспомогательного времени [4, с. 98]:

$$t_{yc} = 30,80\text{ мин};$$

$$t_{уп} = 9,22\text{ мин};$$

$$t_{изм} = 32,18\text{ мин}.$$

$$t_B = 30,80 + 9,22 + 32,18 = 72,20\text{ мин}.$$

Оперативное время [4, с. 101]:

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

$$t_{ОП} = t_O + t_B = 78,08 + 72,20 = 150,28 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [4, с. 102]:

$$t_{\text{тех}} = \frac{6 \cdot t_{ОП}}{100} = \frac{6 \cdot 150,28}{100} = 9,02 \text{ мин}$$

Время организационного обслуживания [4, с. 102]:

$$t_{\text{орг}} = \frac{8 \cdot t_{ОП}}{100} = \frac{8 \cdot 150,28}{100} = 12,02 \text{ мин}$$

Время на отдых [4, с. 102]:

$$t_{\text{от}} = \frac{2,5 \cdot t_{\text{от}}}{100} = \frac{2,5 \cdot 150,28}{100} = 3,76 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 135,42 + 9,02 + 12,02 + 3,76 = 160,22 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время [4, с. 216-217]:

$$T_{\text{пз}} = 32 \text{ мин}$$

Тогда:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{32}{27} + 160,22 = 161,41 \text{ мин}$$

#### **1.4. Проверочный расчет зажимного приспособления (расчет сил зажима)**

Деталь зажимается в специальном приспособлении. Определим силу зажима детали на операции 005 Комбинированная на ОЦ с ЧПУ, установ А, переход 1.

*Базирование детали.*

Деталь базируется на плоскость **А** (лишает деталь трех степеней свободы), отверстие **Б** (лишает деталь двух степеней свободы) и отверстие **В** (лишает деталь одной степени свободы). Таким образом, базирование полное. Схема базирования показана на рисунке 23.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

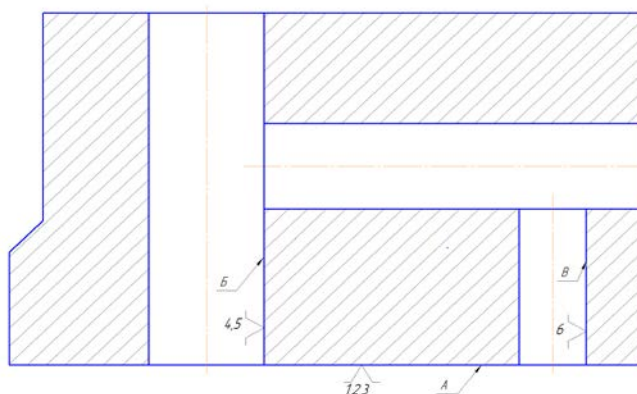


Рисунок 25 – Базирование детали

Определим силы резания по [8, с. 282]:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (20)$$

где  $K_{MP} = 1$  [8, с. 265 табл. 10].

Коэффициент  $C_P$  и показатели степеней определим по [8, с. 273 табл. 22]:  $C_P = 22,6$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u = 1$ ,  $q = 0,86$ ,  $w = 0$ .

Тогда:

$$P_Z = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,25^{0,72} \cdot 200^1 \cdot 12}{200^{0,86} \cdot 278^0} \cdot 1 = 8377 \text{ Н}$$

$$P_y = 0,5 \cdot P_Z = 0,5 \cdot 8377 = 4189 \text{ Н}$$

*Расчет коэффициента запаса сил резания.*

При расчете сил зажима заготовки силы и моменты сил резания увеличивают в несколько раз, вводя в формулы коэффициент запаса  $K$ . Это повышает надежность закрепления заготовки. Коэффициент определяют по формуле [5, с. 382...384]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (21)$$

где  $K_0$  - коэффициент гарантированного запаса,  $K_0 = 1,5$ ;

$K_1$  - коэффициент, повышающий силы резания при черновой обработке, примем  $K_1 = 1,2$ ;

$K_2$  - коэффициент, повышающий силы резания при работе затупленным инструментом, примем  $K_2 = 1$ ;

$K_3$  - коэффициент, который учитывает увеличение сил при прерывистом резании, примем  $K_3 = 1$ ;

$K_4$  - характеризует непостоянство силы закрепления в механизмах с ручным приводом, примем  $K_4=1$  для приспособления с гидроприводом;

$K_5$  - учитывает непостоянство силы закрепления при неудобном расположении рукоятки, при отсутствии рукоятки примем  $K_5 = 1$ ;

$K_6$  - коэффициент, который отличен от единицы, если на заготовку действуют неучтенные вращающие моменты, здесь  $K_6 = 1,2$ .

Подставим значения коэффициентов в формулу:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,16.$$

*Расчет требуемых сил зажима.*

Найдем величину сил зажима из условия, что заготовка сохраняет неподвижное состояние под действием сил зажима, реакций опор и сил резания. На рисунке 24 представлена графическая модель равновесия заготовки.

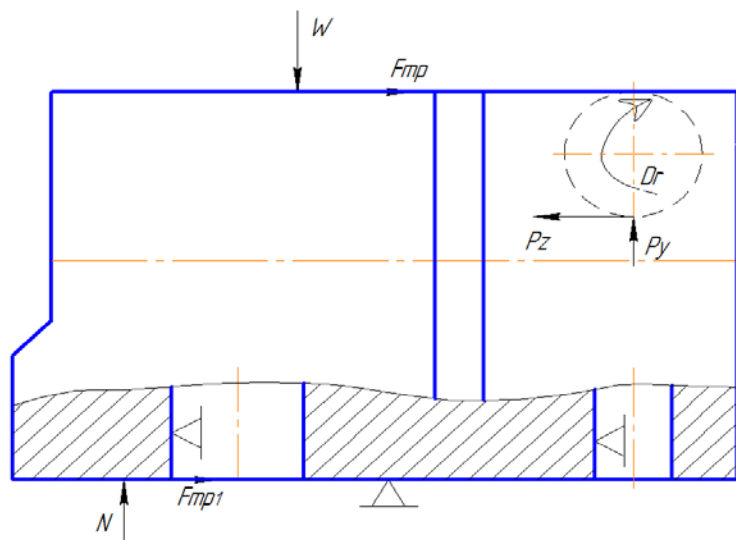


Рисунок 26 – Графическая модель равновесия заготовки

Для сохранения равновесия должны соблюдаться условия:

$$P_z \leq F_{TP} + F_{TP1} \text{ или}$$

$$k \cdot P_z = F_{TP} + F_{TP1}$$

$$F_{TP} = f \cdot W$$

$$F_{TP1} = f \cdot N$$

$$P_y + N - W = 0$$

$$N = W - P_y$$

Тогда:

$$k \cdot P_z = f \cdot W + f \cdot W - f \cdot P_y, \text{ откуда } W = \frac{k \cdot P_z + f \cdot P_y}{2 \cdot f}$$

где  $f$  – коэффициент трения, примем  $f=0,2$ .

Тогда:

$$W = \frac{2,16 \cdot 8377 + 0,2 \cdot 4189}{2 \cdot 0,2} = 47330H$$

Чтоб обеспечить неподвижность заготовки в специальном приспособлении, её необходимо зажать одной силой  $W = 47330H$

### 1.5. Выбор контрольного приспособления

Приспособление предназначено для контроля биения левого торца относительно отверстия  $\text{Ø}150H9$ .

#### *Принцип работы приспособления*

Приспособление (рис. 25) представляет собой плиту, на которую установлена деталь. Индикатор крепится к оправке с помощью державки. Положение державки с индикатором регулируется с помощью ручки. В отверстие  $\text{Ø}150$  устанавливается оправка с индикатором. Ножка индикатора устанавливается на левый торец и поворачивая оправку с индикатором вокруг оси фиксируем колебание стрелки индикатора, которое и показывает отклонение перпендикулярности отверстия от заданных размеров.

Характеристики контрольно-измерительного прибора по паспорту:

Тип измерительной головки – 1 ИГ.

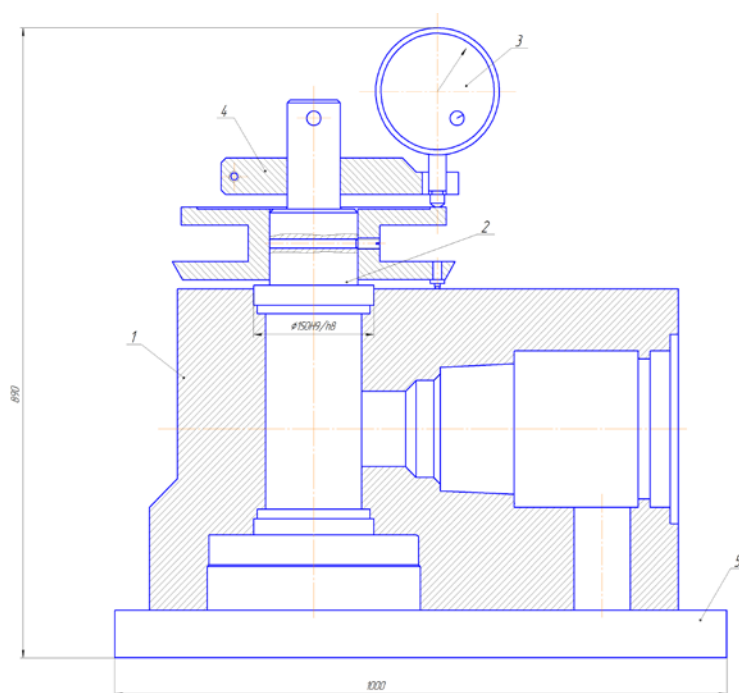
Пределы измерений – от 0 до 1мм.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Цена деления шкалы – 0,001мм.

Класс и допускаемая погрешность – кл. т. 1, погрешность 1,4мкм.



1-измеряемая деталь  
2-оправка  
3-измерительная головка  
4-державка  
5-поверочная плита

Рисунок 27 - Контрольно-измерительное приспособление

1 - измеряемая деталь, 2 - оправка, 3 - измерительная головка,

4 - державка, 5 - поверочная плита

### 1.6. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали

Важнейшим достижением научно-технического прогресса является комплексная автоматизация промышленного производства. В своей высшей форме - гибком автоматизированном производстве - автоматизация предполагает функционирование многочисленных взаимосвязанных технических средств на основе программного управления и групповой автоматизации производства. В связи с созданием и использованием гибких

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.869.ПЗ

Лист

64

производственных комплексов механической обработки резанием особое значение приобретают станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

В результате замены универсального неавтоматизированного оборудования станками с ЧПУ трудоемкость изготовления деталей оказалось возможным сократить в несколько раз (до 5 - в зависимости от вида обработки и конструктивных особенностей обрабатываемых заготовок).

Разработка управляющей программы (УП) сводится к определению технологической последовательности стандартных блоков обработки.

Блок обработки – это фрагмент управляющей программы, выполняемый одним инструментом на одной или нескольких поверхностях.

Подрезка торца.

Наружная черновая обработка.

Наружная чистовая обработка.

Центрование.

Сверление.

Внутренняя расточка.

Цикл резьбы.

Канавка.

Отрезка и т.д.

Циклы обработки - это параметрические программы системы управления ЧПУ, которые служат для облегченного программирования G - кода.

Каждый блок содержит:

Координаты точки смены инструмента;

Подход к контрольной точке;

Обработку;

Отход в точку смены инструмента;

Структурную единицу УП составляет кадр. Кадр является последовательностью символов (слов) языка программирования (G - кода).

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Элементом кадра является слово, которое состоит из адреса и числового значения или переменной, глобальной переменной.

Обрабатывающий центр с ЧПУ модели HAAS EC-1600 оснащен системой ЧПУ FANUC 30 iMate – MB. Конфигурация ЧПУ FANUC 30 iMate – MB [11]

- в каждом кадре 3 типа M-функций;
- вызов до 4 вложений подпрограмм;
- упрощенное программирование углов и скруглений для фасок и радиусов;
- циклы обработки FANUC, черновая обработка за один проход, нарезание наружной резьбы за один проход;
- циклы обработки FANUC, черновая обработка с увеличивающимся (тип I) или уменьшающимся (тип II) профилем, нарезание наружной резьбы за несколько проходов;
- циклы FANUC для осевого сверления, с удалением стружки, осевое развертывание и осевое нарезание внутренней резьбы;
- циклы SCHAUBLIN, осевое сверление, сверление с удалением стружки, осевое развертывание, осевое нарезание внутренней резьбы, торцевая канавка, внутренние и наружные канавки, наружное нарезание резьбы за несколько проходов;
- программируемое смещение нулевой точки;
- доводка или восстановление наружной резьбы в режиме работы MANUAL GUIDE (РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ);
- обработка по направлению X- в режиме работы MANUAL GUIDE;
- копирование и переименование программ ISO;
- индикация времени обработки и количества деталей;
- индикация каталогов (программ) на экране (устройство ввода FANUC);
- пересчет размеров дюймы/метрические величины;
- 125 программ ISO;

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

- нарезание наружной резьбы с переменным шагом;
- непрерывное нарезание наружной резьбы (цепь резьбы с разными шагами);
- нарезание наружной цилиндрической резьбы;
- язык программирования макро В (для программирования циклов пользователем).

В режиме работы MANUAL GUIDE могут вводиться в память максимум 25 программ, состоящих из одного или нескольких процессов. Для простого процесса обработки (центровка, сверление, нарезание внутренней резьбы и т.д.) используется только один единственный блок памяти.

Для сложных процессов (черновая обработка, чистовая обработка и т.д.) в зависимости от количества программируемых геометрических элементов используется несколько блоков программы.

К тому же количество программных блоков может быть различным в зависимости от используемых геометрических фигур, которые определяет профиль.

*Разработка фрагмента управляющей программы обработки для операции 005 на установ А.*

Контур обрабатываемой детали, траектория движения инструмента, таблицы с опорными точками приведен на плакатах к операции 005 Комбинированная на ОЦ с ЧПУ. Фрагмент управляющей программы на операцию 005 установ А представлен в таблице 14.

Таблица 14 - Фрагмент управляющей программы на опер. 005

<b>Переход 1. Фрезеровать поверхность</b>	
1	2
T01 D1 M06	Выбор инструмента T01, M06 – Смена инструмента D1 – корректор инструмента

Продолжение таблицы 14

1	2
G18 G54 G96 G90 G43	G18 – выбор плоскости программирования XY G54 – активизация смещения нулевой точки детали (X0Y0 – нулевая точка) G96 – постоянная скорость резания, G90 – программирование в абсолютных размерах G43-корректор на длину инструмента
G95 G0 X558 Y-170 Z295 S278 M03 M08	G95 – активизация подачи в мм/об G0 – быстрое перемещение инструмента в точку 1 с координатами X558 Y-170 Z295 S278 – частота вращения шпинделя, об/мин M03 – вращение шпинделя по часовой стрелки M08 – включение СОЖ
G1 X283 F 3.0	G1 – линейная интерполяция X283 – координаты точки 2 F 3.0 – подача, мм/об
G0 X283 Y-220 Z295	Быстрое перемещение инструмента в точку 3 координатами X283 Y-220 Z295
G1 X-308 F 3.0	G1 – линейная интерполяция X-308 – координаты точки 4 F 3.0 – подача, мм/об
G0 X-308 Y-220 Z100	Быстрое перемещение инструмента в точку 5 координатами X-308 Y-220 Z100
G1 X283 F 3.0	G1 – линейная интерполяция X283 – координаты точки 6 F 3.0 – подача, мм/об
G0 X283 Y-170 Z100	Быстрое перемещение инструмента в точку 7 координатами X283 Y-170 Z100
G1 X558 F 3.0	G1 – линейная интерполяция X558 – координаты точки 8 F 3.0 – подача, мм/об
M09	M09 – выключение СОЖ
M05	M05 – останов шпинделя
G0 X650 Y-450 Z600	Быстрое перемещение инструмента в точку с координатами X650 Y-450 Z600
A90	Поворот стола на 90°

Продолжение таблицы 14

1	2
G18 G54 G96 G90 G43	G18 – выбор плоскости программирования XY G54 – активизация смещения нулевой точки детали (X0Y0 – нулевая точка) G96 – Постоянная скорость резания, G90 – программирование в абсолютных размерах G43-корректор на длину инструмента
G95 G0 X273 Y-455 Z295 S278 M03 M08	G95 – активизация подачи в мм/об G0 – быстрое перемещение инструмента в точку 9 с координатами X273 Y-455 Z295 S278 – частота вращения шпинделя, об/мин M03 – вращение шпинделя по часовой стрелки M08 – включение СОЖ
G1 X-273 F 3.0	G1 – линейная интерполяция X-273 – координаты точки 10 F 3.0 – подача, мм/об
G0 X273 Y-455 Z100	Быстрое перемещение инструмента в точку 11 координатами X-273 Y-455 Z100
G1 X273 F 3.0	G1 – линейная интерполяция X273 – координаты точки 12 F 3.0 – подача, мм/об
G0 X-308 Y-220 Z100	Быстрое перемещение инструмента в точку 5 координатами X-308 Y-220 Z100
M09	M09 – выключение СОЖ
M05	M05 – останов шпинделя
G0 X650 Y-450 Z600	Быстрое перемещение инструмента в точку с координатами X650 Y-450 Z600
A180	Поворот стола на 180°
G18 G54 G96 G90 G43	G18 – выбор плоскости программирования XY G54 – активизация смещения нулевой точки детали (X0Y0 – нулевая точка) G96 – Постоянная скорость резания, G90 – программирование в абсолютных размерах G43-корректор на длину инструмента

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.869.ПЗ

Лист

69

Продолжение таблицы 14

1	2
G95 G0 X208 Y-220 Z295 S278 M03 M08	G95 – активизация подачи в мм/об G0 – быстрое перемещение инструмента в точку 13 с координатами X208 Y-220 Z295 S278 – частота вращения шпинделя, об/мин M03 – вращение шпинделя по часовой стрелки M08 – включение СОЖ
G1 X-30 F 3.0	G1 – линейная интерполяция X-30 – координаты точки 14 F 3.0 – подача, мм/об
G0 X-280 Y-170 Z295	Быстрое перемещение инструмента в точку 15 координатами X-280 Y-170 Z295
G1 X-558 F 3.0	G1 – линейная интерполяция X-558 – координаты точки 16 F 3.0 – подача, мм/об
G0 X-558 Y-170 Z100	Быстрое перемещение инструмента в точку 17 координатами X-558 Y-170 Z100
G1 X-280 F 3.0	G1 – линейная интерполяция X-280 – координаты точки 18 F 3.0 – подача, мм/об
G0 X30 Y-220 Z100	Быстрое перемещение инструмента в точку 19 координатами X30 Y-220 Z100
G1 X208 F 3.0	G1 – линейная интерполяция X208 – координаты точки 20 F 3.0 – подача, мм/об
M09	M09 – выключение СОЖ
M05	M05 – останов шпинделя
G0 X650 Y-450 Z600	Быстрое перемещение инструмента в точку с координатами X650 Y-450 Z600
A270	Поворот стола на 270°
G18 G54 G96 G90 G43	G18 – выбор плоскости программирования XY G54 – активизация смещения нулевой точки детали (X0Y0 – нулевая точка) G96 – Постоянная скорость резания, G90 – программирование в абсолютных размерах G43-корректор на длину инструмента

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 14

1	2
G95 G0 X-205 Y-323 Z260 S278 M03 M08	G95 – активизация подачи в мм/об G0 – быстрое перемещение инструмента в точку 21 с координатами X-205 Y-323 Z260 S278 – частота вращения шпинделя, об/мин M03 – вращение шпинделя по часовой стрелки M08 – включение СОЖ
G1 X205 F 3.0	G1 – линейная интерполяция X205 – координаты точки 22 F 3.0 – подача, мм/об
G0 X205 Y-323 Z100	Быстрое перемещение инструмента в точку 23 координатами X205 Y-323 Z100
G1 X-205 F 3.0	G1 – линейная интерполяция X-205 – координаты точки 24 F 3.0 – подача, мм/об
M09	M09 – выключение СОЖ
M05	M05 – останов шпинделя
G0 X650 Y-450 Z600	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с координатами X650 Y-600 Z450
A360	Поворот стола на 360°



## 2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данном дипломном проекте производится совершенствование технологического процесса детали «Коробка гидравлическая» на участке механической обработки в условиях крупносерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 450 штук в год.

Совершенствованный технологический процесс обеспечивает технико-экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование новейшего прогрессивного оборудования и приемов производства, применение специальных приспособлений.

При совершенствовании тех. процесса были учтены: тип производства – крупносерийное; 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.

### 2.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [9]:

$$K = K_{об} + K_{прс} \quad (23)$$

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 [26]:

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

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

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

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

$N_{год} = 200$  шт. базовый вариант;  $N_{год} = 450$  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 производства;  $k_3 = 0,75 \div 0,85$ .

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [9]:

$$F_{об} = F_n \left( 1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (25)$$

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; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

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

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_n = 1978 \cdot 2 = 3956 \text{ ч.}$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

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

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0% рабочего времени универсального оборудования и 9,0% для обрабатывающего центра с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формуле (25), составляет:

$$F_{об} = 3956 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3877 \text{ ч базовый вариант.}$$

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

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени по формуле (2.2). Данные по расчетам сводим в таблицу 15 по базовому варианту.

$$C_{6M84} = \frac{24,3 \cdot 200}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1,44 \text{ шт.};$$

$$C_{РАМА-160} = \frac{30 \cdot 200}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1,78 \text{ шт.};$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени, согласно раздела 1.3.2. по формуле (24). Данные по расчетам сводим в таблицу 16 по проектируемому варианту.

$$C_{ЕС-1600} = \frac{2,7 \cdot 450}{5400 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,26.$$

После расчета всех операций значений ( $T_{шт. (ш-к)}$ ) и ( $C_p$ ) устанавливаем принятое число рабочих мест ( $C_n$ ), округляя для ближайшего целого числа полученное значение ( $C_p$ ) [9].

Таблица 15 - 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.
6М84	24,3	1,44	2	0,77
РАМА-160	30	1,78	2	0,89
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 54,3$	3,22	$\Sigma C_{п} = 4$	

Таблица 16 - 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.
ЕС-1600	2,7	0,26	1	0,26
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 2,7$	0,26	$\Sigma C_{п} = 1$	

*Определений капитальных вложений в оборудование*

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 17 по базовому варианту, по проектируемому в таблице 18.

Таблица 17 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс. р.			Стоимость всего оборудования, тыс. р.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фрезерный	6М84	2	15	15	250,0	25,0	250,0	550,0

Окончание таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горизонтально-расточной	РАМА-160	2	25	25	1500,0	150,0	1500,0	3300,0
Итого		4		40	1145,0		1145,0	3850,0

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс. р.				Стоимость всего оборудования, тыс. р.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	ЕС-1600	1	22,4	22,4	25500	255	100	25855	25855
Итого		1		22,4					25855

Капитальные вложения в оборудование ( $K_{об}$ ) с учётом загрузки станка на 26% составляют  $0,26 \cdot 25855 = 6722,3$  тыс. р.

*Определение капитальных вложений в приспособления*

Размер капитальных вложений в приспособления определяем по формуле:

$$K_{прс} = \sum g_p \cdot N_{прс} \cdot Ц_{пр} \cdot K_{осн}, \quad (26)$$

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

$N_{прс}$  – количество приспособлений на единицу оборудования,

$N_{прс} = 2$  шт.;

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

$K_{осн}$  – коэффициент занятости технологической оснастки,  $K_{осн} = 1$ , т.к.

используется только на обработку этих изделий;

$C_{\text{прс}}$  – стоимость приспособлений,  $C_{\text{прс1}}=32000$  р., (спец. приспособление),  $C_{\text{прс2}}=48000$  р., (спец. приспособление).

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

Отсюда:

$$C_{\text{прс}} = (32000 + 48000) \cdot 1,025 = 82000 \text{ р.}$$

Рассчитываем размер капитальных вложений в приспособления по формуле [9]:

$$K_{\text{прс}} = 82,0 \text{ тыс. р.}$$

$$\text{Общая сумма инвестиций: } 6722,3 + 82,0 = 6804,3 \text{ т. р.}$$

### 2.3. 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 [9]:

$$C = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (27)$$

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

$Z_{\text{э}}$  – зарплата на технологическую энергию, р.;

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

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

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

*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 [26]:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (28)$$

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

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

$Z_{\text{н}}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$Z_{\text{к}}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

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

Численность станочников вычисляем по формуле [9]:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}}}, \quad (29)$$

где  $F_{\text{р}}$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1978 ч.;

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

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

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей, базовый вариант  $N_{\text{год}} = 200$  шт., по проектируемому варианту  $N_{\text{год}} = 450$  шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 2 – потери пол больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 32 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1674 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (2.8). Результаты вычислений сводим в таблицу 19 по проектируемому варианту в таблице 20.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

Таблица 19 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, ч	Заработная плата, р	Расчётная численность станочников, чел.
Фрезерная	3	108,6	24,3	2638,9	2,46
Расточная	4	130,4	30,0	3912,0	3,04
Итого				6550,9	5,50

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 6550,9 \cdot 200 = 1310180 \text{ р.}$$

Коэффициенты:  $k_{\text{мн}} = 0,6$ ;  $k_{\text{доп}} = 1,16$ ;  $k_p = 1,15$ .

$$Ззп = 1310180 \cdot 0,7 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 1223446,1 \text{ р.}$$

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, ч	Заработная плата, р	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	105,4	2,7	284,6	0,61
Итого				284,6	0,61

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 284,6 \cdot 450 = 128070 \text{ р.}$$

Коэффициенты:  $k_{\text{мн}} = 1$ ;  $k_{\text{доп}} = 1,16$ ;  $k_p = 1,15$ .

$$Ззп = 128070 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 170845,4 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_P \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_p}{N_{\text{год}}}, \quad (30)$$



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

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{год} = 200$  шт.;

$k_p$  – районный коэффициент,  $k_p = 1,15$ ;

$k_{доп}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$k_{доп} = 1,23$ ;

$C_T^{есп}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$Ч_{всп}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{нал} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (31)$$

где  $g_n$  – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$g_n = 3,22$  шт.;

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

$N$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $N = 12$  шт.

$$Ч_{нал} = \frac{3,22 \cdot 2}{12} = 0,54 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{трансп.} = 5,5 \cdot 0,05 = 0,28 \text{ чел.};$$

$$Ч_{электр.} = 5,5 \cdot 0,05 = 0,28 \text{ чел.};$$

$$Ч_{контр.} = 5,5 \cdot 0,07 = 0,39 \text{ чел.}$$

По формуле (30) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{нал} = \frac{80,4 \cdot 1674 \cdot 0,54 \cdot 1,23 \cdot 1,15}{200} = 514,0 \text{ р.};$$

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Z_{\text{трансп.}} = \frac{62,5 \cdot 1674 \cdot 0,28 \cdot 1,23 \cdot 1,15}{200} = 207,2 \text{ р.};$$

$$Z_{\text{электр.}} = \frac{105,9 \cdot 1674 \cdot 0,28 \cdot 1,23 \cdot 1,15}{200} = 351,1 \text{ р.};$$

$$Z_{\text{контр.}} = \frac{59,5 \cdot 1674 \cdot 0,39 \cdot 1,23 \cdot 1,15}{200} = 274,7 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу 21 по проектируемому в таблице 22.

Таблица 21 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	80,4	0,54	514,0
Транспортный рабочий	62,5	0,28	207,2
Электронщик	105,9	0,28	351,1
Контролер	59,5	0,39	274,7
Итого		1,49	1347,0

Определим затраты на заработную плату за год:

$$Z_{\text{зп}} = 1347,0 \cdot 200 = 269400,0 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (28):

$$Z_{\text{зп}} = 1223446,1 + 269400,0 = 1492846,1 \text{ р.}$$

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

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	80,4	0,07	88,8
Транспортный рабочий	62,5	0,03	29,7
Электронщик	105,9	0,03	50,1
Контролер	59,5	0,04	37,5
Итого		0,17	206,1

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{п}} = 206,4 \cdot 450 = 92745,0 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (28):

$$З_{\text{зп}} = 170845,4 + 92745,0 = 263590,4 \text{ р.}$$

*Страховые взносы.*

Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы.

Базовый вариант  $1492846,1 \cdot 0,3 = 447\,853,8 \text{ р.}$

Проектируемый вариант  $263590,4 \cdot 0,3 = 79\,077,1 \text{ р.}$

### 2.3.3. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле [9]:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{сп}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}}} \cdot Ц_э, \quad (32)$$

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

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,  
 $k_N = 0,2 \div 0,4$ ;

$k_{вр}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для крупносерийного производства  $k_{вр} = 0,7$ ;

$k_{од}$  – 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,  $k_W = 1,04 \div 1,08$ ;

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

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

$\text{Ц}_э$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $\text{Ц}_э = 3,3$  р.

Производим расчеты по вариантам по формуле (32):

$$Z_э(6M84) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 24,3}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 218,8 \text{ р.};$$

$$Z_э(РАМА-160) = \frac{22,4 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 30}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 403,3 \text{ р.};$$

$$Z_э(ЕС-1600) = \frac{22,4 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 2,7}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 36,3 \text{ р.};$$

Результаты расчетов по вариантам сводим в таблицу 23 по проектируемому варианту в таблицу 24.

Таблица 23 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
6M84	15	24,3	218,8
РАМА-160	22,4	30,0	403,3
Итого			622,1

Определим затраты на электроэнергию плату за год:

$$Z_3 = 622,1 \cdot 200 = 124420 \text{ р.}$$

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
ЕС-1600	22,4	2,70	36,3
Итого			36,3

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_3 = 36,3 \cdot 450 = 16335,0 \text{ р.}$$

*Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (33)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [26]:

$$C_{ам} = \frac{C_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн}}, \quad (34)$$

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

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений,  $H_{амБ} = 12\%$  для базового оборудования,  $H_{амН} = 8\%$  - для нового оборудования;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

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

$F_{обБАЗ} = 3877$  ч. и  $F_{обНОВ} = 5400$  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 (34):

$$C_{ам}(6M84) = \frac{275000 \cdot 0,12 \cdot 24,3}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 238,6 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(РАМА-160) = \frac{1650000 \cdot 0,12 \cdot 30,0}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1767,1 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(ЕС-1600) = \frac{25855000 \cdot 0,08 \cdot 2,7}{5400 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1192,8 \text{ р.}$$

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

$Ц_{РЕбаз} = 372 \text{ р.}$ ,  $Ц_{РЕнов} = 891 \text{ р.}$  Вычисления производим по формуле

$$C_{рем} = \frac{Ц_{РЕ} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}}, \quad (35)$$

где  $\Sigma Re$  - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (35):

$$C_{рем}(6M84) = \frac{372 \cdot 2}{24,3 \cdot 200} = 0,2 \text{ р.}; \quad C_{рем}(РАМА-160) = \frac{372 \cdot 2}{30,0 \cdot 200} = 0,1 \text{ р.};$$

$$C_{рем}(ЕС-1600) = \frac{891 \cdot 1}{2,7 \cdot 450} = 0,7 \text{ р.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 25 по проектируемому в таблицу 26.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Таблица 25 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базовый вариант

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
6М84	275,0	2	12	24,3	238,6	0,2
РАМА-160	1650,0	2	12	30,0	1767,1	0,1
Итого					2005,7	0,3

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

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
ЕС-1600	25855,0	1	8	2,7	1192,8	0,7
Итого					1192,8	0,7

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (33):

$$З_6 = 2005,7 + 0,3 = 2006,0 \text{ р.}$$

$$З_н = 1192,8 + 0,7 = 1193,5 \text{ р.}$$

*Затраты на эксплуатацию инструмента*

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле:

$$З_и = \frac{Ц_н + \beta_n \cdot Ц_n}{T_{cm} \cdot N_{год} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{и}, \quad (36)$$

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

$\beta_n$  - число переточек;

$C_{п}$  – стоимость одной переточки;

$T_{ст}$  – период стойкости инструмента;

$T_{м}$  – машинное время;

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

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{год} = 450$  шт.

В таблице 27 укажем инструмент, используемый в базовом тех. процессе и время работы инструмента.

Таблица 27 – Перечень инструмента базового тех. процесса

№ опер	Наименование	$T_{м}$ , мин	№ опер	Наименование	$T_{м}$ , мин
005	Фреза торцевая Ø160 ГОСТ 26595	60,5	010	Резец угловой ГОСТ 18875	101,1
005	Фреза торцевая Ø100 ГОСТ 26595	40,5	015	Сверло ГОСТ 10903	185,5
010	Резец расточной ГОСТ 18883	150,5	025	Зенкер ГОСТ 12489	149,3
010	Резец канавочный ГОСТ 18885	202,2	025	Метчик М8 ГОСТ 3449	259,4

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по базовому тех. процессу (для стандартного инструмента) по формуле (36):

$$\begin{aligned}
 Z_{и} = & \frac{3560+5 \cdot 80}{60 \cdot 450 \cdot 6} \cdot 60,5 \cdot 0,98 + \frac{3120+5 \cdot 60}{60 \cdot 450 \cdot 6} \cdot 40,5 \cdot 0,98 + \frac{610+7 \cdot 60}{60 \cdot 450 \cdot 8} \cdot 150,5 \cdot 0,98 + \frac{750+5 \cdot 75}{60 \cdot 450 \cdot 6} \cdot 202,2 \cdot 0,98 + \\
 & + \frac{450+8 \cdot 45}{60 \cdot 450 \cdot 9} \cdot 101,1 \cdot 0,98 + \frac{350+10 \cdot 40}{25 \cdot 450 \cdot 11} \cdot 185,5 \cdot 0,98 + \frac{450+6 \cdot 49}{32 \cdot 450 \cdot 7} \cdot 149,3 \cdot 0,98 + \frac{630+7 \cdot 84}{28 \cdot 450 \cdot 8} \cdot 259,4 \cdot 0,98 = \\
 & = 151,0 \text{ р.}
 \end{aligned}$$

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий



уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле:

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

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

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

$n$  - 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), р.;

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

$k_{\text{компл}}$  – 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 полусточивой токарной обработки представлены в таблице 1;

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

$N$  - 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 28 внесем параметры инструмента.

Таблица 28 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Фреза торцевая $\phi 160$ R220.53-8160-15-10C Пластина SEMX 1505AFTN-M18 МК1500	20,21	15560  630	  310	-	0,90	12,12
005	Фреза торцевая $\phi 100$ R220.53-8100-15-6C Пластина SEMX 1505AFTN-M18 МК1500	5,46	13560  540	  290	-	0,90	15,85

Продолжение таблицы 28

1	2	3	4	5	6	7	8
005	Фреза торцевая ø125 R220.53- 0125-15-8C Пластина SEMХ 1505AFTN- M18 МК1500	10,39	14560		-		19,44
	Головка расточная А790 40 Пластина ССМТ 09Т308-F1 ТР2500	12,63	7520			0,90	29,55
	Головка расточная А790 50 Пластина ССМТ 060204-F1 ТР2500	13,32	8120		-	0,90	26,88
	Фреза R335.15- 25034.3-03-2	1,03	7400	380	-	0,90	15,61
	Головка расточная А729 60 СС06 45 Пластина ССМТ 060204-F1 ТР2500	5,07	8500	310	-	0,90	19,88
	Сверло SD203-3.2- 14-6R1	4,21	3520	370	550	0,90	21,22
	Фреза R217.79- 2532.3-12А	2,01	700	420	-	0,90	21,52

Продолжение таблицы 28

1	2	3	4	5	6	7	8
	Сверло SD203-6.8- 25-8R1	6,24	3200	310	710	0,90	23,12
005	Сверло SD203-8.7- 29-10R1	5,03	3510	320	750	0,9	15,15
	Фреза ТМ- М8х1.25ISO 8R5	23,74	4200	350	710	0,9	15,65
	Сверло SD203-10- 31-10R1	14,04	3850	370	740	0,9	16,92
Итого							205,4

*Затраты на оснастку*

Затраты на оснастку вычисляем по формуле [9]:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{g_p \cdot H_{\text{прс}} \cdot C_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (37)$$

где  $g_p$  – принятое количество оборудования, ( $g_p = 2$  шт.);

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

$C_{\text{прс}}$  – стоимость приспособлений, ( $C_{\text{прс1}} = 30100$  р.,  $C_{\text{прс2}} = 25900$  р.).

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

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

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{\text{год}} = (200$  шт.).

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (37):

$$Z_{\text{осн}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot (30100 + 25900) \cdot 66}{200 \cdot 100} = 185,0 \text{ р.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 29.

Таблица 29 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
1	2	3
Заработная плата с начислениями	9 703,5	761,5
Затраты на технологическую электроэнергию	622,1	36,3
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	2 006,0	1 193,5
Затраты на эксплуатацию оснастки	185,0	0
Затраты на инструмент	151,0	205,4
Итого	12 667,6	2 196,7

*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, р.;

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

$$\mathcal{E}_{год. б.} = (12\,667,6 - 2\,196,7) \cdot 450 = 4\,711\,905,0 \text{ р.}$$

*Анализ уровня технологии производства*

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле

$$Y_{оп} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%, \quad (38)$$

где  $T^t$  – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;  
 $T$  – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (38) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(6M84) = \frac{24,3}{54,3} \cdot 100\% = 44,8\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(\text{РАМА-160}) = \frac{30,0}{54,3} \cdot 100\% = 55,2\%;$$

По проектируемому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(\text{ЕС-1600}) = \frac{2,7}{2,7} \cdot 100\% = 100\%$$

*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

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (39)$$

где  $g_{\text{пр}}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $g_{\text{пр}} = 1$  шт.;  
 $g_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $g = 1$  шт.

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

Определим производительность труда на программных операциях:

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

где  $F_p$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;  
 $k_{\text{вн}}$  – коэффициент выполнения норм;  
 $t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе:

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{162} = 744 \text{шт} / \text{чел.год}$$

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_b = \frac{1647 \cdot 1,2 \cdot 60}{6258} = 36 \text{ м/чел.год}$$

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.

$$\Delta B = \frac{744 - 36}{36} \cdot 100\% = 1966,7\%$$

В таблице 30 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 30 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
1	2	3	4	5
Годовой выпуск деталей	шт.	200	450	+250
Количество видов оборудования	шт.	4	1	-3
Количество рабочих	чел.	7	1	-6
Сумма инвестиций	тыс. руб.		6 804,3	
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	54,3	2,7	-51,6

Окончание таблицы 30

1	2	3	4	5
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	12 667,6	2 196,7	-10 470,9
- затраты на инструмент		151,0	205,4	+54,4
- заработная плата рабочих		9 703,5	761,5	-8 942,2
Доля прогрессивного оборудования	%	-	100	100
Производительность труда	шт/чел. год	36	744	+708
Рост производительности труда	%	100	1866,7	+1966,7
Коэффициент загрузки оборудования		0,81	0,26	-0,55
Годовой экономический эффект	тыс. руб.		4 711,905	
Срок окупаемости	года		1,44	

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 12,7 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обуславливает увеличение объема выпуска продукции с 200 шт. до 450 шт. в год, что при неизменных материальных и трудовых затратах также ведет к снижению себестоимости продукции.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Коробка гидравлическая», 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 4 711,905 т. р. и срок окупаемости проекта 1,44 года.



### 3. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА

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

В настоящее время станки с программным управлением (ПУ) и промышленные роботы нашли широкое применение. Внедрение станков с ЧПУ является одним из главных направлений автоматизации крупносерийного производства.

В станках с ЧПУ сочетается гибкость универсального оборудования с точностью и производительностью станка-автомата. В результате внедрения станков с ЧПУ происходит повышение производительности труда, создаются условия для многостаночного обслуживания. Подготовка производства переносится в сферу инженерного труда, сокращаются её сроки, упрощается переход на новый вид изделия вследствие заблаговременной подготовки программы, что имеет большое значение в условиях рыночной экономики.

На станках с ПУ 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 труда рабочих-станочников;
- значительно уменьшить долю тяжелого ручного труда.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

В связи с этим требуется подготовка квалифицированных рабочих.

Так как для обработки деталей на станках с ЧПУ требуются квалифицированные рабочие кадры, в учебном центре Завода станочники, проработавшие на предприятии определенное время, имеющие опыт работы на производстве переобучаются на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» 3-го разряда.

Программа повышения квалификации состоит из теоретической части (116 академических часов) и производственного обучения (180 часов). После прохождения курса сдаётся квалификационный экзамен, состоящий из теоретической (контрольный тест) и практической (обработка детали) частей. В случае успешной сдачи экзамена, присваивается 3-й разряд оператора станков с ЧПУ.

В методической части дипломного проекта разработана методика проведения урока теоретического обучения для подготовки оператора станков с программным управлением.

### **Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»**

Профессиональный стандарт Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н. Согласно ему основной вид профессионально деятельности по данной профессии - Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей. Этот стандарт является основой для разработки методической части дипломного проекта.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

В таблице 31 приведем описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 31 – Трудовые функции оператора-наладчика ОЦ с ЧПУ

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень 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 поверхностях 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
		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

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	A/06.2	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	B/01.3	3
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	B/02.3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	B/03.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	B/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

Проанализируем обобщенную трудовую функцию – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей».

*Возможные наименования должностей:*

- Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й

квалификации;

- Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации;
- Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации.

*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 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

Обобщенная трудовая функция – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей» имеет код А и уровень квалификации -2.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

-Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам.

-Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте.

-Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях.

-Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК).

-Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы.

-Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.

-Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании.

Выберем трудовую функцию – «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 2-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 32.

									Лист
									101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП 44.03.04.869.ПЗ

Таблица 32 – Анализ трудовой функции «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам»

Наименование	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.	Код	A/06.2	Уровень (подуровень) квалификации	2
Трудовые действия	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				
	Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам				
Необходимые умения	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке				
Необходимые знания	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции				
	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам				
	Необходимые знания по трудовым функциям A/01.2 – A/05.2				
Трудовые действия	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план повышения квалификации операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре.

**Анализ содержания программы переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре.**

Таблица 33 - Учебный план для повышения квалификации операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ Срок обучения - 2 месяц

№ п/п	Курсы, предметы	Количество часов
I.	Теоретическое обучение	116
	1.1. Экономический курс (развитие гражданского образования, экономического образа мышления)	10
	1.2. Общетехнический курс	
	1.2.1. Чтение чертежей и схем	34
II.	(Общие сведения об условных обозначениях для технических чертежей и схем. Правила составления эскизов. Упражнения в чтении рабочих и механосборочных чертежей).	
	1.2.2. Допуски и технические измерения	16
	1.2.3. Электротехника с основами промышленности электротехники (теория электротехники, рассмотрение устройств и принципа действия электроизмерительных приборов, трансформаторов, электрических машин переменного и постоянного тока).	10
	1.2.4. Охрана труда	72
	1.3. Специальный курс	180
	Производственное обучение	16
	Консультации	



Продолжение таблицы 33

	Квалификационный экзамен	8
Итого:		320

На специальный курс учебным планом выделено 72 часа. Рассмотрим тематический план и программу Специального курса.

### СПЕЦИАЛЬНЫЙ КУРС

Таблица 34 – Тематический план

№ п/п	Темы	Количество часов
1.	Устройство станков с программным управлением	24
2.	Технологический процесс обработки деталей на станках с ПУ и его программирование	24
3.	Наладка и эксплуатация станков с ПУ	20
4.	Охрана окружающей среды	4
Итого:		72

Приведем содержание программы Специального курса.

*Тема 1. УСТРОЙСТВО СТАНКОВ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ (24 часа)*

Токарная группа станков с ЧПУ. Назначение токарных станков с ЧПУ. Технологические возможности станков с ЧПУ. Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением.

Точность токарных станков с ЧПУ и ее обеспечение. Режущий инструмент для токарных станков с ЧПУ и его конструктивные особенности.

Вспомогательный инструмент для закрепления режущего инструмента  
Приспособления для закрепления деталей при обработке. Приспособления для настройки инструмента на размер.

Фрезерные станки с программным управлением. Назначение фрезерных станков с ЧПУ. Конструктивные особенности фрезерных станков с ЧПУ. Компоновка фрезерных станков.

Приспособления для фрезерных станков с ЧПУ используемые для закрепления заготовок и деталей, их конструктивные особенности. Режущий инструмент и технологическая оснастка для его крепления (конструкция и их особенности). Гидропривод фрезерных станков с программным управлением. Правила обслуживания, наладки и настройки.

Фрезерные станки с цикловым программным управлением и их конструктивные особенности.

Сверлильные и расточные станки.

Особенности обработки на станках сверлильно-расточной группы. Элементы программного управления.

Горизонтально-расточные станки с ЧПУ. Конструктивные особенности. Технологическая оснастка для закрепления детали и режущего инструмента, их конструкции и особенности.

Станки с ЧПУ для многооперационной обработки. Основные особенности станков для многооперационной обработки. Конструктивные узлы. Настройка и управление станками. Кинематические схемы многооперационных станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

Автоматические линии и участки из станков с ЧПУ.

Область применения и классификация. Транспортно-складские системы. Конструкции зажимных устройств.

Промышленные роботы. Инструментальное хозяйство. Структура автоматизированных производственных модулей и гибких автоматизированных производств.

Наладка и эксплуатация ГАПов и автоматизированных производственных модулей.

## *Тема 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ПУ И ЕГО ПРОГРАММИРОВАНИЕ (24 часа)*

Особенности технологического процесса при обработке деталей на металлорежущем оборудовании с программным управлением: операции, проход, переход и т.д. Его структура Классификация переходов: элементарные, инструментальные, позиционные и вспомогательные. Классификация элементов операции.

Способы базирования заготовок на станках с ПУ, конструкции технологической оснастки.

Основы теории резания металлов в пределах выполняемой работы. Правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка.

Технологическая документация для обработки деталей на станках с ПУ. Ее формы, назначение и содержание. Соблюдение технологической дисциплины.

Основные способы подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Геометрическая и технологическая информация управляющих

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
						106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

программ. Ручное и машинное программирование, процесс алгоритмизации; их характеристика. Методы и средства контроля управляющих программ.

Основные операции по 5-7 квалитетам, выполняемые на станках с ЧПУ.

Технологический процесс обработки сложных деталей (сложная геометрическая форма, например, пуансон листогибочного штампа, и высокая степень точности 5 - 7 квалитета) с большим числом переходов, требующих перестановок деталей и комбинированного крепления их.

Внедрение прогрессивных технологических процессов в производство. Передовые приемы и методы труда операторов станков с программным управлением.

Виды брака, его причины и меры по предупреждению и устранению.

Контроль качества изделий.

### *Тема 3. НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНКОВ С ПУ (20 часов)*

Общие сведения о наладке металлорежущего оборудования с ПУ. Документы для наладки станков.

Основные погрешности и характерные неисправности отдельных узлов станков с ПУ и систем их управления. Последовательность осуществления процесса наладки. Смена программоносителей, замена базирующих и зажимных устройств, подготовка их к работе. Настройка режущего инструмента на размер вне станка. Расстановка режущего инструмента в позиции соответственно карте наладки. Коррекция разницы между фактическими и запрограммированными размерами инструмента. Установка рабочих органов станка в исходное положение программы, использование корректоров при обработке деталей для недопущения брака.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

Способы установки и выверки деталей.

Пути сокращения вспомогательного времени.

Приборы, используемые для отсекаания отказывающихся узлов в станках с ПУ.

Особенности отдельных операций при наладке станков с ПУ различных групп.

Безопасность труда в процессе производства наладки станков с ПУ.

Правила технической эксплуатации станков с ПУ. Требования к помещениям, в которых устанавливаются станки с ПУ. Защита систем ПУ от внешних источников магнитных и электромагнитных полей, высокочастотных излучений, от воздействия высоких температур.

Правила монтажа станков с ПУ.

Защита станков от вибрации. Использование станков в соответствии с техническими и технологическими возможностями и точностными характеристиками станков с ПУ, указанными в паспорте.

Уход за станками с ПУ.

Еженедельные осмотры и проверки основных узлов станка на работоспособность и их состояние согласно техническим условиям завода изготовителя. Профилактическая проверка и регулировка узлов, механизмов и устройств станков. Неукоснительное соблюдать технические рекомендации по эксплуатации станков.

Для разработки выберем тему 1 и разделим ее на 12 уроков теоретического обучения, продолжительностью по 2 академических часа каждый.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

*Тема 1. УСТРОЙСТВО СТАНКОВ С ПРОГРАММНЫМ  
УПРАВЛЕНИЕМ*

1. Токарная группа станков с ЧПУ. Назначение токарных станков с ЧПУ. Технологические возможности станков с ЧПУ. Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением. Точность токарных станков с ЧПУ и ее обеспечение.

2. Режущий инструмент для токарных станков с ЧПУ и его конструктивные особенности. Вспомогательный инструмент для закрепления режущего инструмента

3. Приспособления для закрепления деталей при обработке. Приспособления для настройки инструмента на размер.

4. Фрезерные станки с программным управлением. Назначение фрезерных станков с ЧПУ. Конструктивные особенности фрезерных станков с ЧПУ. Компоновка фрезерных станков.

5. Приспособления для фрезерных станков с ЧПУ используемые для закрепления заготовок и деталей, их конструктивные особенности. Режущий инструмент и технологическая оснастка для его крепления (конструкция и их особенности).

6. Фрезерные станки с цикловым программным управлением и их конструктивные особенности.

7. Сверлильные и расточные станки. Особенности обработки на станках сверлильно-расточной группы. Элементы программного управления.

8. Горизонтально-расточные станки с ЧПУ. Конструктивные особенности. Технологическая оснастка для закрепления детали и режущего инструмента, их конструкции и особенности.

										Лист
										109
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.869.ПЗ					

9. Станки с ЧПУ для многооперационной обработки. Основные особенности станков для многооперационной обработки. Конструктивные узлы.

10. Настройка и управление станками. Кинематические схемы многооперационных станков с ЧПУ.

11. Автоматические линии и участки из станков с ЧПУ. Область применения и классификация. Транспортно-складские системы. Конструкции зажимных устройств.

12. Промышленные роботы. Инструментальное хозяйство. Структура автоматизированных производственных модулей и гибких автоматизированных производств. Наладка и эксплуатация ГАПов и автоматизированных производственных модулей.

Перспективно тематический план темы 1 приведен в приложении А.

Для методической разработки дипломного проекта выберем урок 9 (см. выше). Станки с ЧПУ для многооперационной обработки. Основные особенности станков для многооперационной обработки. Конструктивные узлы.

### **Разработка методики проведения занятия.**

Тема урока: Станки с ЧПУ для многооперационной обработки. Основные особенности станков для многооперационной обработки. Конструктивные узлы.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

Цели:

Обучающая:

-сформировать знания о станках с ЧПУ для многооперационной обработки;

-сформировать знания о характеристике обработки на станках с ЧПУ;

- сформировать знания о конструктивных узлах станков с ЧПУ;

Развивающая: развивать у обучаемых умение анализировать, сравнивать, давать оценку возможностям современного оборудования.

Воспитательная:

- воспитывать внимательность, аккуратность.

Тип занятия: комбинированный.

Методы обучения: рассказ, объяснение, иллюстрация, демонстрация презентации.

Форма организации познавательной деятельности: фронтальная.

Средства обучения: учебное пособие: Ю. Н. Кузнецов

Название: Станки с ЧПУ: Учебное пособие. Издательство: "Высшая школа"

Год: 1991; электронные слайды.

Запланированное время проведения занятия: 2 академических часа.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		111



Таблица 35 - Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке

№ этапа	Наименование этапа урока	Деятельность преподавателя	Время этапа урока (мин)	Деятельность учащихся
1	2	3	4	5
1	Организационная часть	Приветствие Подготовка обучающихся к уроку. Сообщение темы и цели урока	5	Приветствуют преподавателя. Слушают.
2	Мотивация	Рассказывает о важности темы.	5	Слушают.
3	Актуализация опорных знаний	Задаёт вопросы по пройденному материалу.	10	Отвечают на вопросы
4	Изложение нового материала	Объясняет новый материал. План: 1. Станки с ЧПУ для многооперационной обработки. 2. Характеристика обработки на станках с ЧПУ 3. Конструктивные узлы оборудования с ЧПУ	45	Записывают основные определения в тетради, просматривают слайды по ходу объяснения нового материала.

Продолжение таблицы 35

1	2	3	4	5
5	Закрепление нового материала	Задаёт ряд вопросов по новому материалу. Отвечает на вопросы обучаемых.	20	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга.  Задают вопросы преподавателю.
6	Заключительная часть	Подводит итоги урока, объявляет тему следующего занятия, благодарит за внимание.	5	Слушают, прощаются.

**Вопросы для актуализации опорных знаний**

1. Назовите группы классификации станков с ЧПУ?

**Ответ:** Наиболее известны следующие группы классификации:

- по уровню технических возможностей;
- по технологическому назначению;
- по числу потоков информации;
- по принципу задания программы;
- по типу привода;
- по числу одновременно управляемых координат.

2. Какая технологическая оснастка используется для закрепления детали на фрезерном станке с ЧПУ?

**Ответ:**

- столы-спутники с точно обработанными отверстиями или пазами для базирования и закрепления приспособлений;
- модульные приспособления;
- сборно-разборные приспособления (СРП);
- универсально-сборная переналаживаемая оснастка;

3. Назовите особенности режущего инструмента, используемого для станков с ЧПУ.

**Ответ:**

Режущий инструмент должен удовлетворять следующим требованиям:

- 1) обладать стабильными режущими свойствами;
- 2) удовлетворительно формировать и отводить стружку;
- 3) обеспечивать заданную точность обработки;
- 4) обладать универсальностью, чтобы его можно было применять для обработки типовых поверхностей различных деталей на разных моделях станков;
- 5) быть быстросменным при переналадке на другую обрабатываемую деталь или замене затупившегося инструмента;
- 6) обеспечивать возможность предварительной наладки на размер вне станка (совместно с применяемым вспомогательным инструментом).

**План сообщения нового материала**

Тема урока (слайд 1): Станки с ЧПУ для многооперационной обработки. Основные особенности станков для многооперационной обработки. Конструктивные узлы.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

## 1. Станки с ЧПУ для многооперационной обработки.

Металлорежущие станки, предназначенные для выполнения большого числа различных технологических операций без переустановки обрабатываемых деталей, имеющие устройство автоматической смены инструмента и оснащенные системами ЧПУ, называют многоцелевыми (слайд 2) (МЦ). Корпусные и плоские детали можно обрабатывать с одной установки с нескольких сторон (до пяти).

Типовыми технологическими операциями являются (слайд 3,4,5):

- расточивание,
- сверление,
- зенкерование,
- развертывание,
- цекование,
- нарезание резьбы метчиками,
- фрезерование плоскостей, контуров и фасонных поверхностей.

При высокой концентрации выполняемых технологических операций для МЦ характерна высокая точность обработки (6-й, 7-й квалитет).

Многооперационные станки предназначены для обработки деталей сложных форм с одной установки.

Отличительной особенностью таких станков является наличие магазина инструментов. В некоторых моделях многооперационных станков емкость таких магазинов превышает 130 инструментов, выпускаются такие станки и со сменными магазинами.

Многоцелевые станки снабжают необходимым режущим инструментом, расположенным в специальном инструментальном магазине. В соответствии с заданной управляющей программой используется любой инструмент из магазина, требуемый для обработки соответствующей поверхности.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115

Все более широкое применение находят также устройства автоматической смены заготовок, предварительно закрепленных на столах-спутниках.

Различают две компоновочные группы таких станков, определяемые положением оси шпинделя в его рабочем состоянии:

- вертикальные,
- горизонтальные.

Примеры вертикальных и горизонтальных компоновочных многооперационных станков показаны на слайде 6.

## *2. Характеристика обработки на станках с ЧПУ.*

Обработка на станках с ЧПУ характеризуется (слайд 7): ростом производительности труда благодаря сокращению основного и вспомогательного времени (переналадки); возможностью применения многостаночного обслуживания одним оператором; повышенной точностью и стабильностью качества; снижением затрат на специальные приспособления; сокращением или полной ликвидацией разметочных и слесарно-подгоночных работ. Опыт использования станков с ЧПУ показал, что эффективность их применения возрастает при повышении требуемой точности, усложнении условий обработки (взаимное перемещение заготовки и инструмента по пяти-шести координатам), многоинструментной многооперационной обработке заготовок с одного установка и т.п. Попутно заметим, что повышение требуемой точности изготовления деталей является общемировой тенденцией.

Большое преимущество обработки на станках с ЧПУ заключается также в том, что исключается тяжелый ручной труд рабочих, сокращаются потребности в квалифицированных станочниках-универсалах, изменяется состав работников заготовительных, металлообрабатывающих, термических цехов (слайд 8).

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

В комплекс ЧПУ входят: управляющее устройство, которое преобразует по соответствующему закону цифровую информацию, содержащуюся в программе, в управляющие сигналы, и исполнительные устройства станка (оборудования), служащие в первую очередь для обеспечения заданных движений подач. Кроме движений подач, на станках многих типов необходимо управлять и другими функциями, например, изменением крутящего момента или рабочего усилия, сменой инструментов, изменением частоты вращения шпинделя, зажимом столов и кареток, подачей охлаждающей жидкости и т.д.

Структура систем ЧПУ за время своей эволюции претерпела существенные изменения: на смену жесткой командной, не имеющей обратных связей от объекта обработки, пришла легко перепрограммируемая структура, имеющая в основе промышленный компьютер (на момент составления учебника с тактовой частотой процессора 2–3 ГГц, жестким накопителем в 320–500 Гб, оперативной памятью 3–4 Гб, графической картой в 512 Мб и более, операционной системой Windows и специализированным процессором для интерфейса со станком).

К настоящему времени создано много эффективных оригинальных технических решений, касающихся функциональных элементов станков с ЧПУ. Рассмотрим существенные конструктивные признаки более детально.

### *3. Конструктивные признаки оборудования с ЧПУ.*

Применение ЧПУ не только поменяло характер организации производства, но и коренным образом повлияло на изменение технических решений самого оборудования.

Для реализации идеи ЧПУ необходимо выполнение ряда жестких требований к конструкции, без которого использование систем малоэффективно (слайд 9). Прежде всего, системы ЧПУ позволяют обеспечить высокую точность перемещения исполнительных органов (шаг менее 1 мкм). Например, для оборудования по механической обработке для

переноса этой точности на размеры обрабатываемых заготовок деталей и получения при этом шероховатости Ra не более 0,2 мкм, а также поддержания их в течение всего периода эксплуатации необходимо, чтобы механические узлы удовлетворяли соответствующим требованиям, например, точности перемещений рабочих органов в строгом соответствии с управляющей программой. Поэтому оснащение оборудования системами ЧПУ повлекло пересмотр их конструкций следующим образом.

1. Базовые узлы выполняют более жесткими, при этом станина должна обеспечивать удобный доступ к обрабатываемой заготовке детали и свободный сход стружки (для станков по механической обработке). С этой целью в станках токарной группы применяют наклонные станины с плоскими или круглыми направляющими. Направляющие выполняют более износостойкими, с малым коэффициентом трения (качения, гидростатические или на воздушной подушке). Примеры конструкций представлены на (слайде 10).

Большие расстояния между стальными закаленными направляющими и увеличенные площади их опорных поверхностей обеспечивают малое распределенное давление, возникающее от усилий резания, отсутствие вибраций при нагруженных режимах резания. Создана надежная защита от загрязнений и используется автоматическая смазка направляющих, что обеспечивает долговечность работы станка с сохранением постоянной точности. Вместо традиционных материалов для станин (стали или чугуна) все чаще применяют керамические типа искусственного гранита, обладающие при меньшей массе к тому же и меньшей чувствительностью к вибрациям и изменениям температур. На самых современных моделях предусмотрено принудительное охлаждение станины и шпиндельных бабок (слайд 11) через сеть каналов с охлажденным маслом. Такое техническое решение обеспечивает стабильность точности при длительной обработке.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118

2. По сравнению с традиционным обрабатывающим оборудованием у станков с ЧПУ изменился принцип построения кинематических схем и компоновок. Разветвленные кинематические связи уступили место элементарно простым связям с автономными приводами по каждой из координат перемещения. Наряду с асинхронными двигателями стали использовать шаговые и линейные, обеспечившие более высокую точность позиционирования исполнительных элементов. При этом узлы привода главного движения обеспечивают бесступенчатое регулирование частоты вращения шпинделя и передачи крутящего момента, а узлы привода подач (в случае невозможности использования прямого привода двигатель – инструмент) выполняют с короткими кинематическими (беззазорные редукторы) и шариковыми винтовыми парами, обеспечивающими высокую жесткость, плавность хода, минимальные потери на трение. Пример прямого привода – это электрошпиндель, интеграция шпинделя и электродвигателя, т.е. случай, когда ротор электродвигателя является единым целым с телом шпинделя. Это техническое решение обеспечивает лучшую передачу мощности, высокую и стабильную точность обработки (благодаря отсутствию люфтов в передачах), отсутствие нагрева (свойственного ременной или зубчатой передачам) и повышенной шумности работы.

3. В станки встраивают дополнительные автоматические устройства:

- подачи и смены инструмента (слайд 12);
- для автоматической подачи, загрузки и закрепления заготовок на рабочей позиции с последующим автоматическим съемом готовой детали (слайд 13);
- уборки стружки (слайд 14)
- выгрузки и транспортировки готовых деталей (слайд 15);
- смазки; и др.

Для металлорежущих станков изменилась конструкция шпинделя, в который встраивают устройства автоматического зажима и разжима

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
						119
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



инструмента. В инструментальном шпинделе и в качестве приводного инструмента револьверной головки можно использовать инструмент с внутренней подачей СОЖ.

4. Изменилась компоновка станков. Так, шпиндели токарных станков расположены, как правило, в отдельном корпусе передней бабки, вследствие чего возможны ее минимальные исполнительные размеры и высокая жесткость. Симметричная форма бабки обеспечивает термическую стабильность и минимальное изменение размеров при повышении температуры. Переднюю опору шпинделя выполняют на спаренных подшипниках с предварительным натягом, что обеспечивает повышенную точность. Независимая смазка подшипников шпинделя снижает потери на трение и увеличивает их долговечность.

5. В конструкциях станков предусмотрена установка автоматических измерительных систем с обратной связью. При этом измерительные элементы не вносят возмущения в процесс обработки. По результатам измерения параметров инструмента и обработанных поверхностей заготовок деталей система определяет величину необходимой поднастройки станка и выдает сигнал для ее осуществления. Скорость опроса системой управления чувствительных элементов высока. Как правило, шаг опроса не превышает 0,001 с, такт управления положением в пространстве менее 0,3 мс. Современные модели оборудования выполняют таким образом, что реальный процесс обработки через систему измерения и сопоставления его в компьютере с заданным процессом выносятся в удобном для оператора виде на дисплей. Это позволяет визуально наблюдать за процессом обработки.

6. Внешний вид оборудования с ЧПУ отличается от традиционного – его формы упростились, приблизившись по возможности к однообъемным. Как правило, по внешнему виду стало трудно визуально определить, для какого вида обработки предназначено данное оборудование. Примеры однообъемного исполнения представлены на (слайде 16).

Указанные изменения обусловлены не столько эстетическими причинами, сколько функциональными и эргономическими. Во-первых, зоны обработки во многих процессах целесообразно было закрыть подвижными створками, так как функционирование происходит в автоматическом режиме без участия оператора. Во-вторых, оказалась необходимой защита окружающей зоны у оборудования от вылета стружки, разбрызгивания и испарения СОЖ, поскольку существенно увеличились интенсивность режимов обработки и охлаждения. Положительное следствие использования закрытой зоны – снижение уровня шума, исходящего из области обработки, повышение безопасности персонала.

7. Более эффективно используются принципы агрегирования и унификации, что создает предпосылки для появления станков для комплексной обработки (многооперационных центров) и интегрированных систем комплексной автоматизации на основе станков с ЧПУ и централизованного управления от ЭВМ.

### **Вопросы для закрепления нового материала**

1. Какие металлорежущие станки называют многооперационными?
2. Назовите типовые технологические операции, выполняемые на обрабатывающих центрах.
3. Что является отличительной особенностью многооперационных станков от обычных?
4. Назовите компоновочные группы многооперационных станков.
5. Перечислите конструктивные признаки оборудования с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		121

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в дипломном проекте был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Коробка гидравлическая» в условиях крупносерийного производства.

В усовершенствованной технологии применяется современный высокопроизводительный обрабатывающий центр с программным управлением.

Это позволило сократить время механической обработки, уменьшить тяжесть труда привлеченных к обработке детали рабочих.

Также была разработана управляющая программа на комбинированную операцию с ЧПУ.

Был выполнен расчет сил зажима детали в приспособлении.

Выполнен выбор контрольного приспособления.

В экономической части дипломного проекта были определены единовременные вложения, себестоимость обработки детали по проектному варианту. Согласно расчетам, экономический эффект составил 4 711 905 рублей в год.

В методической части проекта была разработана методика проведения урока теоретического обучения для повышения квалификации операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		122

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления поковок. Учеб. пос. Хабаровск. Изд-во ДВГУПС. 2004. 54 с.pdf
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. 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.
6. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.
7. 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.
8. 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.

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		123

9. 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.

10. Электронный каталог «Seco», 2012 г.

11. Электронное руководство по эксплуатации Fanuc для системы многоцелевого станка.

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

13. <http://novator-grp.ru/rus/catalog/158>

14. <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/>

15. <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833>.

16. <http://galika.ru/products/hsm-500-lp/#>

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		124

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1. Коробка гидравлическая Поковка	ДП 44.03.04.869.01	A1	1	
2. Коробка гидравлическая	ДП 44.03.04.869.02	A1	2	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.869.Д01	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.869.Д02	A1	1	
5. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.869.Д03	A1	1	
6. Схема контрольного приспособления	ДП 44.03.04.869.Д04	A1	1	
7. Управляющая программа на опер. 005 (фрагмент)	ДП 44.03.04.869.Д05	A1	1	
8. Техничко-экономические показатели	ДП 44.03.04.869.Д06	A1	1	

					ДП 44.03.04.869.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		126