

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРОНШТЕЙН» НА СТАНКАХ
С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

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

Идентификационный код ВКР: 740

Екатеринбург 2018

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н.В. Бородина
« ___ » _____ 2018г.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРОНШТЕЙН» НА СТАНКАХ С
ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

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

Идентификационный код ВКР: 740

Исполнитель
студент гр. ЗТО-405с

П. И. Ламешин

Руководитель
Доцент

Т. А. Козлова

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 112 листов печатного текста, 26 иллюстраций, 20 слайдов, 37 таблиц, 23 использованных источника, 3 приложения.

Ключевые слова: ДЕТАЛЬ «КРОНШТЕЙН», БАЗОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ОЦ С ЧПУ, РАСЧЕТ СИЛ ЗАЖИМА, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ОПЕРАТОР СТАНКОВ С ЧПУ, УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.

Проектирование технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства ведется с учётом применения современного фрезерно-сверлильного 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.

Приведено экономическое обоснование использования ОЦ с ЧПУ.

Разработано методическое обеспечение для занятия по переподготовки токаря универсала 4-го разряда на оператора-наладчика станков с ЧПУ 3го разряда. Выполнена оптимизация учебного плана переподготовки токаря универсала 4-го разряда на оператора-наладчика станков с ЧПУ 3го разряда. Методически проработано занятие по теме: «Современные металлорежущие инструменты».

					ДП 44.03.04.740.ПЗ			
<i>Изд.</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Кронштейн» на станках с программным управлением	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листо</i>
Разраб.	Ламешин ПИ						2	112
Пров.	Козлова ТА							
Н.	Суриков ВП							
Зав.	Бородина НВ							
						ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-405с		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	6
1.1. Анализ исходной информации	6
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали	6
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали	9
1.1.3. Анализ заводского технологического процесса обработки детали «Кронштейн».....	12
1.1.4. Определение типа производства	16
1.2. Разработка технологического процесса обработки детали «Кронштейн»	17
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	17
1.2.2. Выбор технологических баз.....	19
1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей	20
1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Кронштейн»	22
1.2.5. Выбор средств технологического оснащения	22
1.2.5.1. Выбор и описание оборудования	22
1.2.5.2. Выбор металлорежущего инструмента и режимов резания	26
1.3. Технологические расчеты	34
1.3.1. Расчет припусков	34
1.3.2. Расчет технических норм времени	39
1.4. Проверочный расчет зажимного приспособления (расчет сил зажима)	44
1.5. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Кронштейн»	48
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	54
2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	54

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

2.2. Расчёт капитальных затрат.....	54
2.3. Расчет технологической себестоимости детали	58
3. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА	74
3.1. Условия обучения и возможности обучающей организации	75
3.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»	78
3.3. Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре ДПО ...	81
3.4. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Современные металлорежущие инструменты»	84
3.5. Выбор урока и разработка плана и плана-конспекта урока	86
3.6. Разработка методического обеспечения	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	102
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	103
Приложение А. Лист задания по дипломному проектированию	105
Приложение Б. Перечень листов графических документов	106
Приложение В. Комплект технологической документации	107

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Эффективное развитие всех отраслей экономики страны в решающей мере зависит от машиностроения. Именно в машиностроении в первую очередь материализуются передовые научно-технические идеи, создаются новые машины, определяющие прогресс в других отраслях экономики.

Показателем высокого уровня машиностроения является гибкое автоматизированное производство (ГАП) — производство изделий, основанное на комплексной автоматизации технологического процесса

Характерным является применение материало-, трудо- и энергосберегающей технологий, станков с программным управлением, гибких производственных систем

Целью дипломного проекта является проектирование технологического процесса изготовления детали «Кронштейн» с применением станка с ПУ в условиях среднесерийного производства для повышения эффективности обработки.

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

- анализ исходных данных;
- проектирование технологического процесса на станке с ПУ;
- разработка содержания операции механической обработки;
- разработка управляющей программы;
- расчет сил зажима заготовки в приспособлении;
- экономическое обоснование проекта;
- методическая разработка.

В проектируемом технологическом процессе предлагается применить современное оборудование с ПУ и прогрессивный режущий инструмент, что позволит повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость изготовления детали.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходной информации

К исходной информации относятся: рабочий чертёж детали «Кронштейн», заводской технологический процесс механической обработки детали, рабочий чертёж заготовки. Тип производства – среднесерийный.

Для проектирования технологического процесса необходимы данные имеющиеся в справочниках и нормативах машиностроения.

1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Кронштейн» является консольной опорной деталью, служащей для крепления на вертикальной плоскости выступающих или выдвинутых в горизонтальном направлении частей машин, она выполнена из легированной стали для отливок 35ХГСЛ. По своей конструкции деталь «Кронштейн» представляет собой инертное тело, крепящееся на вертикальной плоскости благодаря выполненным 4 отверстиям диаметром 8 мм.

Габаритные размеры детали 130x70x76 масса 0,6 кг. Деталь тонкостенная имеет сложный профиль, большое количество отверстий, повышенные требования к взаимному расположению поверхностей. Во время работы механизма деталь «Кронштейн» испытывает статические нагрузки.

Деталь «Кронштейн» выполнена из материала - сталь легированная 35ХГСЛ: Х – хром, Г – марганец, С – кремний, 0,35% - процентное содержание углерода, до 1% - процентное содержание хрома, марганца и кремния, Л - литейная.

Сталь для отливок марки 35ХГСЛ применяется: для изготовления зубчатых колёс, осей, валов, муфт и других ответственных деталей, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости.

Химический состав материала, механические и физические свойства

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

указаны в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1 - Химический состав 35ХГСЛ ГОСТ 977-88, %

C	Si	Mn	Ni	Cu	S	P	Cr
Углерод	Кремний	Марганец	Никель	Медь	Сера	Фосфор	Хром
0,3-0,4	0,6-0,8	до 1,0	до 0,3	до 0,3	до 0,04	до 0,04	До 0,3

Таблица 2 - Механические свойства при T=20° С стали 35ХГСЛ

Марка материала	Предел кратковременной прочности σ_b , МПа	Относительно удлинение при разрыве δ , %
Сталь 35ХГСЛ	600	14

Твердость 35ХГСЛ после закалки и отпуска ГОСТ 1583-93 НВ=217-269

Таблица 3 - Физические свойства стали 35ХГСЛ

T	$E \cdot 10^{-5}$	$\alpha \cdot 10^6$	λ	ρ	C	$R \cdot 10^9$
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2,15		36	7800		311
100	2,11	11,8	37		496	343

Литейные свойства по ГОСТ 977-88:

Показатель трещиностойчивости, $K_{т.у.}=2,2...2,3$;

Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}=0,7$;

Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у.р.}=0,9$;

Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у.п.}=1,1$.

Данная сталь оптимально подходит для изготовления детали «Кронштейн».

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

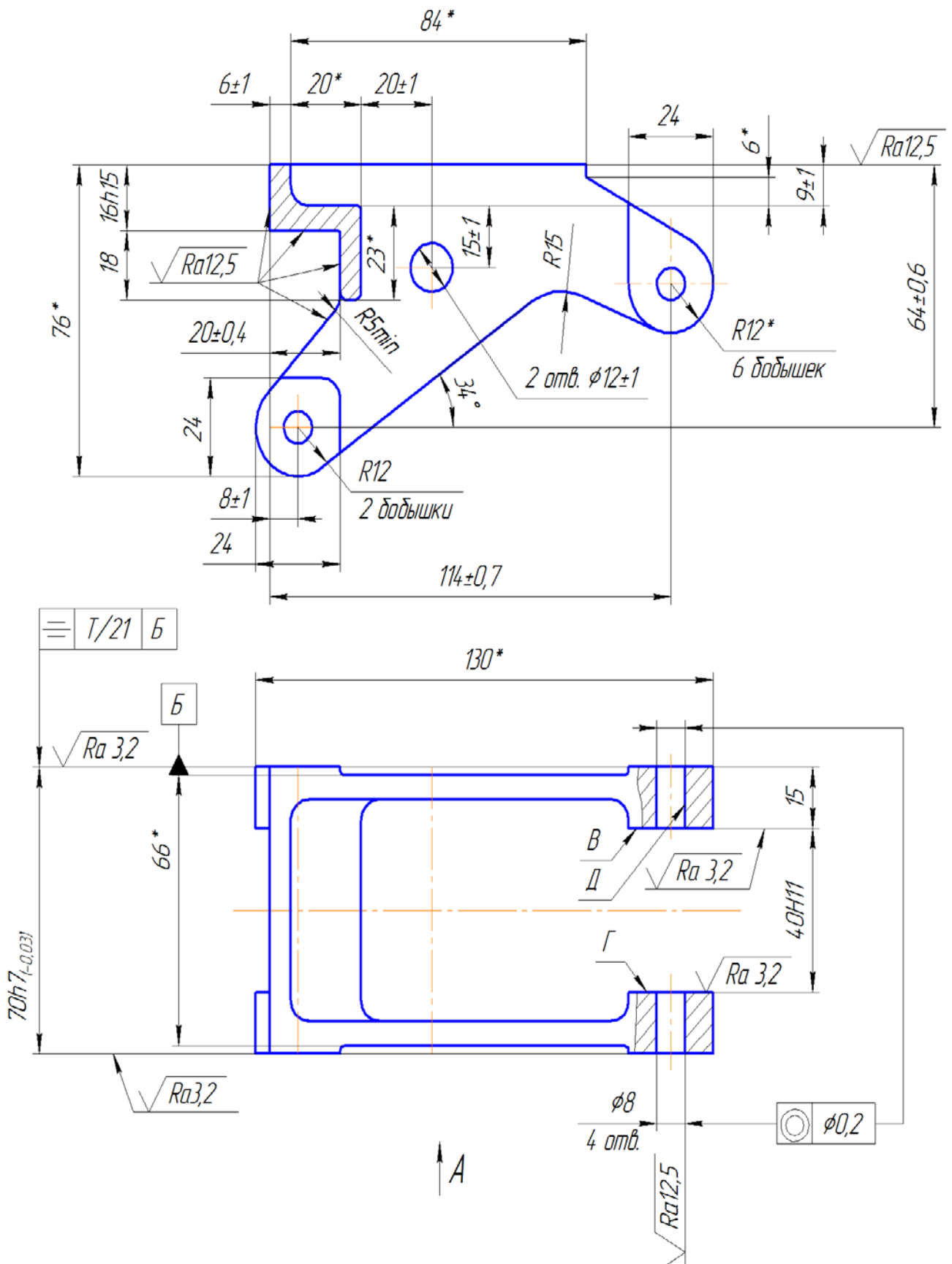


Рисунок 1 – Чертеж детали «Кронштейн»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.740.ПЗ

Лист

8

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.

Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный.

Качественная оценка технологичности детали

Достоинства:

- конфигурация детали и её материал позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объём механической обработки;
- при конструировании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы производства;
- предусмотрена удобная и надёжная технологическая база в процессе обработки;
- деталь допускает обработку поверхностей на проход;
- предусмотрена возможность удобного подвода жёсткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали;
- обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки;
- для снижения объема механической обработки предусмотрены допуски только точных поверхностей.

Недостатки:

- ограниченность применения оборудования, так как деталь имеет сложную конфигурацию поверхностей.

При качественной оценке доминируют положительные характеристики, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Количественная оценка технологичности детали

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 4 и 5:

где T_i – квалитеты, $Ш_i$ – значение параметра шероховатости, n_i – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

Определим коэффициент точности по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 - Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
7	1	7
11	1	11
15	1	15
14	16	224
	$\Sigma n_i = 19$	$\Sigma T_i \cdot n_i = 257$

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{257}{19} = 13,52$$

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{13,52} = 0,926.$$

т. к. $K_{Tч} = 0,926 > 0,8$, то деталь по данному показателю технологична.

Определение коэффициента шероховатости по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 5.

Таблица 5 - Определение коэффициента шероховатости

$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$
3,2	4	12,8
6,3	12	75,6
	$\Sigma n_i = 16$	$\Sigma Ш_i \cdot n_i = 88,4$

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{88,4}{16} = 5,53$$

$$К_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}} = 1 - \frac{1}{5,53} = 0,819.$$

т. к. $K_{ш}=0,819>0,32$ следовательно, деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент использования материала [5, с. 29]:

$$K_M = \frac{m_{ДЕТ}}{m_{ЗАГ}} = \frac{0,6}{0,81} = 0,74$$

Низкий коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки не оптимален (литьё в песчаные формы) и его следует заменить на другой более производительный способ получения заготовки, например – литьё по выплавляемым моделям.

Формулировка основных технологических задач

Основные технологические задачи по [5, с. 37]:

- Обеспечить точность обработки: поверхности 70мм по 7-му качеству, поверхности 40мм по 11-му качеству; размер 16 мм по 15-му качеству; остальные размеры по 14-му качеству;
- Обеспечить качество поверхностей: размеры 70мм и 40мм по Ra3,2мкм; остальных - по Ra6,3мкм.
- Обеспечить допуск соосности отверстий Ø8мм в пределах 0,20 мм;
- Обеспечить допуск симметричности двух поверхностей размером 70мм относительно базы Б в 21 мм;
- Обеспечить клеймение детали в соответствии с конструкторской документацией;
- Обеспечить покрытие поверхностей В, Г и Д Кд12хр;
- Обеспечить покрытие остальных поверхностей эмалью ХВ-519.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1.1.3. Анализ заводского технологического процесса изготовления детали «Кронштейн»

Характеристика технологического процесса

По признакам технологический процесс относят [6]:

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

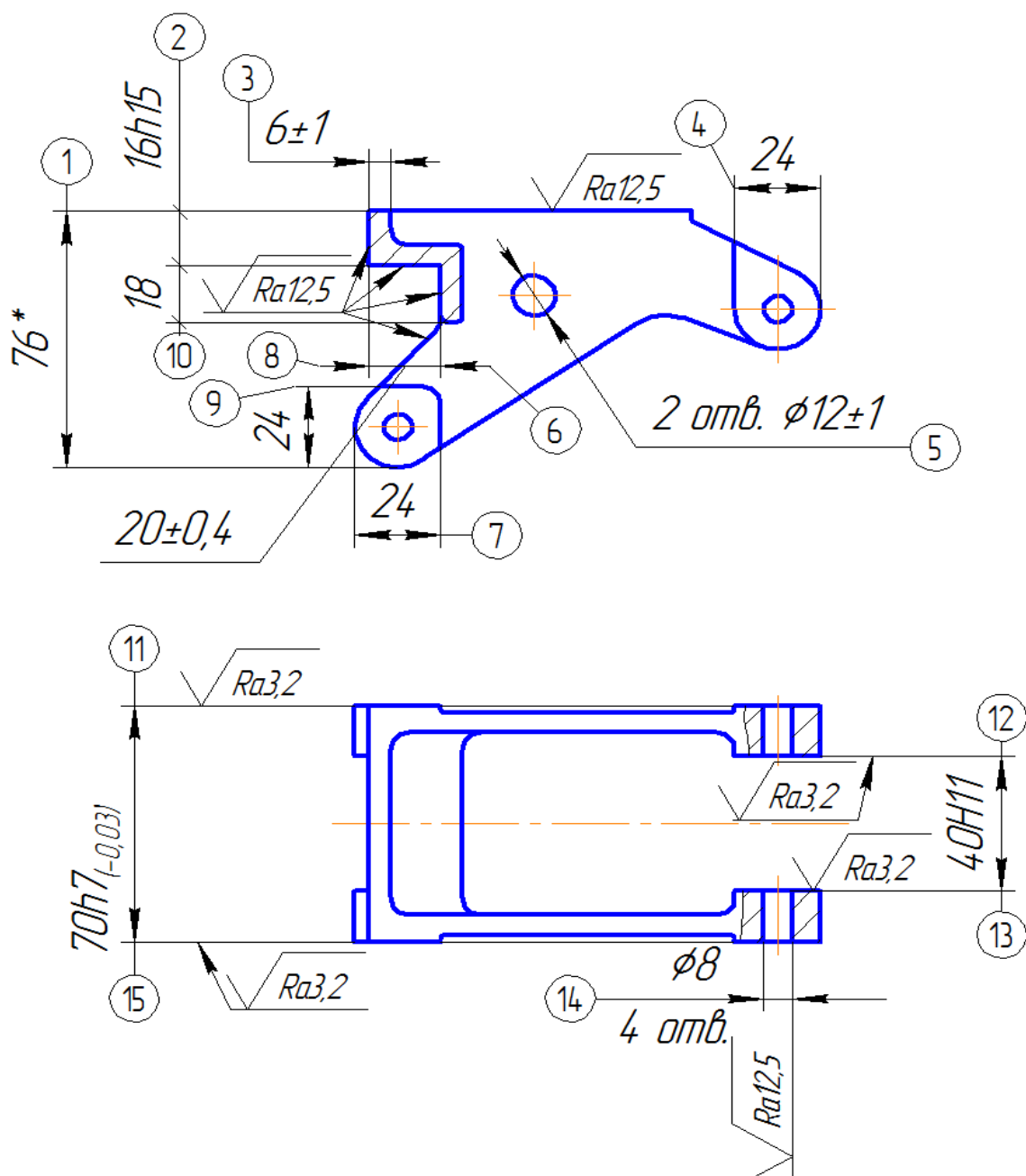


Рисунок 2 – Эскиз детали «Кронштейн»

Анализ методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. На рисунке 2 укажем обрабатываемые поверхности и проанализируем методы их обработки. Проанализируем МОП с точки зрения экономической точности, а результаты занесем в таблицу 6 [6].

Таблица 6 - МОП по экономической точности

№ Поверхности	Вид поверхности	Квалитет	Шероховатость	МОП в М.К.	МОП экономической точности		Примечание
					Квалитет	Шероховатость	
1, 2, 3, 4	Плоскость	14	12,5	Фрезерование однократное	12...14	6,3...12,5	Соответствует
5	Отверстие	14	12,5	Сверление	12...14	6,3...12,5	Соответствует
6, 8, 10	Плоскость	14	12,5	Фрезерование однократное	12...14	6,3...12,5	Соответствует
7, 9	Уступ	14	12,5	Фрезерование однократное	12...14	6,3...12,5	Соответствует
11, 15	Плоскость	7	3,2	Фрезерование Черновое, получистовое, чистовое	7...8	3,2...6,3	Соответствует
12, 13	Плоскость	14	3,2	Точение черновое, чистовое	9...11	3,2...6,3	Соответствует
14	Отверстие	14	12,5	Сверление	12...14	6,3...12,5	Соответствует

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 7 [6].

Базы на операциях выбраны, верно, соблюдается правило базирования: принцип постоянства и совмещения баз [6].

Таблица 7 - Технологические базы в станочных операциях базового тех. процесса

	Наименование и содержание операции	Технологические базы		Модель станка
		Черновые	Чистовые	
05	Вертикально-фрезерная Фрезеровать поверхности 1 и 3.	Боковые поверхности 11 и 15.	-	Фрезерный 6P13
10	Горизонтально-фрезерная Фрезеровать поверхности 4, 7, 9, 11 и 15	-	Поверхности 1 и 3	Фрезерный 6P81Г
15	Горизонтально-фрезерная Фрезеровать поверхности 12 и 13.	-	Поверхности 1 и 3.	Фрезерный 6P81Г
20	Горизонтально-фрезерная Фрезеровать поверхности 2, 6 и 10	-	Поверхности 1 и 3.	Фрезерный 6P81Г
25	Радиально-сверлильная Сверлить 4 отв. 14.	-	Поверхности 1 и 3.	Сверлильный 2H55
30	Радиально-сверлильная Сверлить 2 отв. 5.	-	Поверхности 1 и 3.	Сверлильный 2H55

Базы на операциях выбраны, верно, соблюдается правило базирования: принцип непостоянства 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 [6].

Анализ станочных операций

Проанализируем операции 005 Вертикально-фрезерная и 025 Радиально-сверлильная, а результат занесем в таблицу 8 [6].

Таблица 8 - Анализ станочных операций

№	Наименование и содержание операции	Структура операций				Технологическая база	Способ установки и закрепления	Модель станка	Схема построения операции
		кол-во установов	кол-во позиций	кол-во переходов	кол-во ходов				
005	Вертикально-фрезерная Фрезеровать поверхности 1 и 3.	1	-	4	4	Пов. 11 и 15	Приспособление	6P13	Одноместная, одноинструментальная, последовательная обработка
025	Радиально-сверлильная Сверлить 4 отв. 14.	1	-	3	3	Пов. 1 и 3	Приспособление	2H55	Одноместная, многоинструментальная, последовательная обработка

Выводы:

При рассмотрении заводского технологического процесса выявлены следующие недостатки:

- в процессе производства задействовано большая группа оборудования различного назначения, что приводит к увеличению длительности технологического цикла изготовления, возникновению межоперационного пролеживания и увеличивает себестоимость производства изделия;
- применение специализированных приспособлений с ручным зажимом, что увеличивает вспомогательное время;
- большое количество установов, что значительно влияет на точность взаимного расположения поверхностей.

Принятые шаги к совершенствованию технологического процесса и устранения недостатков:

- применение многооперационного оборудования, что приведет к сокращению вспомогательного времени, увеличения доли машинного времени, сокращению количества установов и как следствие сокращение цикла производства, сокращение количества оборудования участвующего в процессе производства;

- применение специализированных приспособлений с пневматическим зажимом, значительно сократит вспомогательное время на операцию.

1.1.4. Определение типа производства

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций (K_{30}) [5, 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

Таблица 9 - Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали, кг.	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	<10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	200000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000- 50 000	50 000-100 000	100000
2,5-5,0	<10	10- 500	500- 35000	35 000- 75 000	75000
5,0-10	<10	10- 300	300- 25000	25 000- 50 000	50000
>10	<10	10- 200	200- 10000	10000- 25000	25000

При массе детали $m_{дет}=0,6$ кг и годовой программе выпуска $N=1100$ шт., предварительно примем тип производства - среднесерийное.

Серийное 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 серийном производстве большая часть оборудования, приспособлений и инструмента специализированы.

Квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве.

1.2. Разработка технологического процесса обработки детали «Кронштейн»

1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Исходные данные:

- масса детали 0,6кг;
- габариты детали 70x76x130мм;
- материал 35ХГСЛ ГОСТ 977-88 ($\sigma_B=600\text{МПа}$);
- годовое число деталей 1100 шт.

Выбираем способ получения заготовки – литьё по выплавляемым моделям [17].

Литье по выплавляемым моделям – это процесс, в котором для получения отливки применяются разовые точные неразъемные керамические оболочковые формы, полученные по разовым моделям с использованием жидких формовочных смесей. Перед заливкой расплава модель удаляется из формы выплавлением, выжиганием, растворением или испарением. Для удаления остатков модели и упрочнения формы ее нагревают до высоких температур. Прокалкой формы перед заливкой достигается практически

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

полное исключение ее газотворности, улучшается заполняемость формы расплавом [17].

Модель или звено моделей изготавливают в разъемной пресс-форме, рабочая полость которой имеет конфигурацию и размеры отливки с припусками на усадку модельного состава и материала отливки, а также обработку резанием. Модель изготавливают из материалов, либо имеющих невысокую температуру плавления (воск, стеарин, парафин), либо способных растворяться (карбамид) или сгорать без образования твердых остатков (полистирол) [17].

Готовые модели или звенья моделей собирают в блоки, имеющие модели элементов литниковой системы из того же материала, что и модель отливки. Блок моделей состоит из звеньев, центральная часть которых образует модели питателей и стояка. Модели чаши и нижней части стояка изготавливают отдельно и устанавливают в блок при его сборке.

Отсутствие разъема формы, использование для изготовления моделей материалов, позволяющих не разбирать форму для их удаления, высокая огнеупорность материалов формы, а также нагрев ее до высоких температур перед заливкой способствуют улучшению заполняемости, дает возможность получать отливки сложнейшей конфигурации, максимально приближенной или соответствующей конфигурации готовой детали, из практически всех известных сплавов.

Достижимый коэффициент точности отливок по массе ($K_{\text{TM}} = 0,85 - 0,95$) способствует резкому сокращению объемов обработки резанием и отходов металла в стружку.

Точность отливок может соответствовать классам точности 2 – 5 по ГОСТ 26645-85, припуски на обработку резанием для отливок размером до 50 мм обычно не превышают 1 мм, а для отливок размером до 500 мм – около 3 мм.

Поэтому литье по выплавляемым моделям относится к прогрессивным

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

материало - и трудосберегающим технологическим процессам [17].

Производство отливок по выплавляемым моделям находит широкое применение в разных отраслях машиностроения и в приборостроении.

Масса заготовки – 0,81 кг.

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.

Выделяют основные и вспомогательные базы, черновые и чистовые базы.

К основным технологическим базам относят плоскости бобышек Ø24, два отверстия ø12 и две поверхности размером 40Н11.

К вспомогательным базам относят поверхности размерами 76мм, 16мм, 18мм и 20мм.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствуют обработанные плоскости.

В нашем случае черновой базой будет поверхность **А** (лишает деталь трёх степеней свободы – одного перемещения и двух вращений) и поверхность **Б** (лишает деталь двух степеней свободы – одного вращения и одного перемещения). Таким образом, базирование не полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 3.

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при чистовой обработке поверхностей. В нашем случае чистовыми базами являются поверхность **В** (лишает деталь трех степеней свободы – одного перемещения и двух вращений), поверхность **Г** (лишает деталь двух степеней свободы – одного перемещения и одного вращения).

Таким образом, базирование не полное. Схема чистового базирования показана на рисунке 4.

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.740.ПЗ				

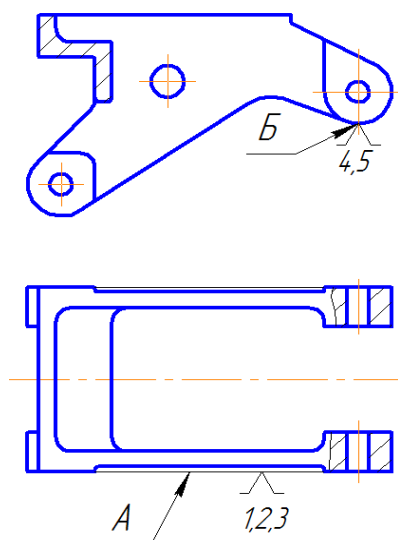


Рисунок 3 - Черновое базирование детали (установ А)

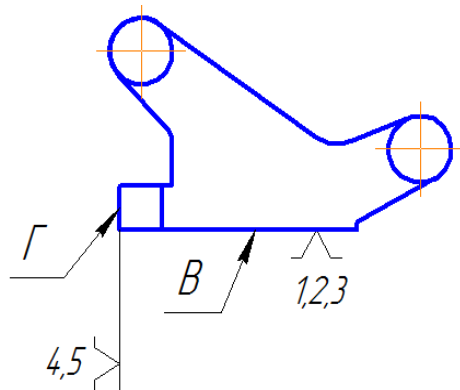


Рисунок 4 - Чистовое базирование детали (установ Б)

1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей

На рисунке 5 обозначим обрабатываемые поверхности и назначим на них методы обработки.

Методы обработки будем выбирать по таблицам экономической точности [1, с. 150 табл. 3]:

- плоскости 1, 2, 3, 4 – фрезерование однократное;
- отверстие 5, 14 – сверление;
- плоскости 6, 7, 8, 9, 10 – фрезерование однократное;

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

- плоскости 11 и 15 – фрезерование черновое, получистовое, чистовое;
- отверстие 12 и 13 – фрезерование черновое, получистовое.

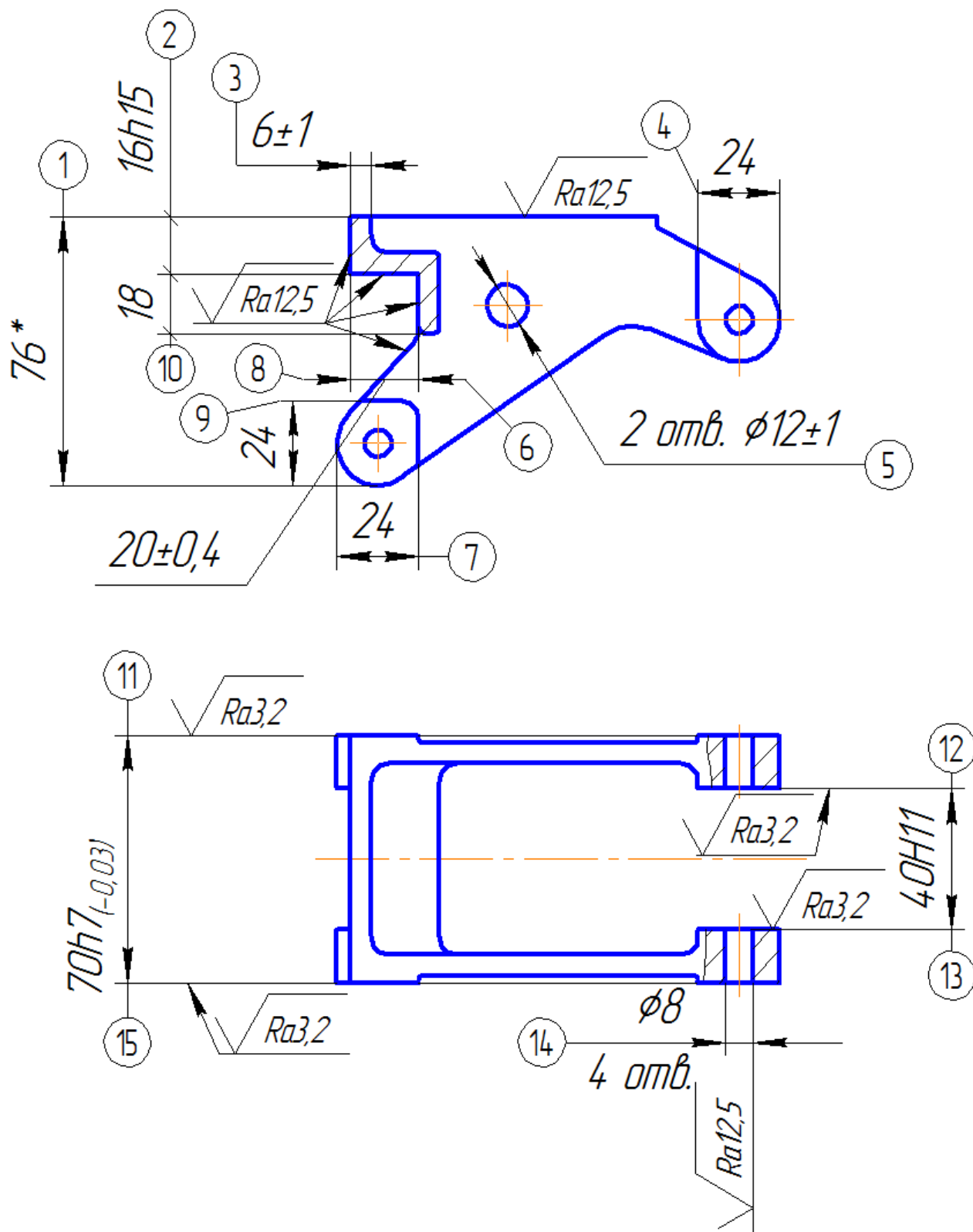


Рисунок 5 – Эскиз детали «Кронштейн»

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.740.ПЗ

1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Кронштейн»

Технологический маршрут обработки детали «Кронштейн» представлен в таблице 10. Поверхности обрабатываемые обозначены на рисунке 5.

Таблица 10 – Технологический маршрут обработки детали «Кронштейн»

Наименование операции, оборудование	Метод обработки	Обрабатываемая поверхность
005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ А	Фрезеровать поверхность	1
	Фрезеровать поверхность	3
	Фрезеровать поверхности	4, 12, 13
	Фрезеровать поверхности	7 и 9
005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ Б	Фрезеровать поверхности	11, 15
	Фрезеровать поверхность	2
	Фрезеровать поверхность	10
	Сверлить последовательно 4 отверстия	14
	Сверлить последовательно 2 отверстия	5

1.2.5. Выбор средств технологического оснащения

1.2.5.1. Выбор и описание оборудования

В связи с увеличением производственной программы выпуска деталей «Кронштейн» с 650 до 1100 в год существующее универсальное оборудование не справится с предстоящей задачей. Предлагается, заменить существующее универсальное оборудование на обрабатывающий центр с ЧПУ, что будет соответствовать серийному производству и позволит предприятию справиться с задачей годового увеличения выпускаемых изделий.

Выбор типа станка необходимо сопоставить с его возможностями обеспечить технические требования, формы и качество обрабатываемых поверхностей.

Выбор оборудования для операционной обработки детали предлагается выполнять по следующим условиям:

- габариты и размеры станка должны поддерживать размеры обрабатываемой детали;
- выбранное оборудование должно обеспечивать заданные требования по точности и качеству поверхностей детали;
- станок должен позволять вести обработку детали на оптимальных режимах обработки;
- оборудование должно поддерживать данный тип производства.

Основным принципом выбора оборудования является экономичность процесса обработки. Эффективней применять оборудование, которое поддерживает наименьшую трудоемкость и себестоимости обработки детали.

Для выбора оборудования необходимо пользоваться паспортами станков, каталогами или номенклатурными справочниками.

Для изготовления детали «Кронштейн» выбираем следующее оборудование: вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ LEADWELL V-40IT (Компания Leadwell Machines Mfg., Corp., Тайвань).

На рисунке 6 представлен ОЦ с ЧПУ LEADWELL V-40IT.



Рисунок 6 - Вертикально-фрезерный ОЦ с ЧПУ LEADWELL V-40IT

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Серия станков V-iT компании Leadwell - это вертикально-фрезерные станки со встроенным наклонно-поворотным столом (рис. 7) диаметром до 630мм. Наиболее хорошо подходят для обработки с нескольких сторон корпусных деталей за 1 установ.



Рисунок 7 – Наклонно-поворотный стол ОЦ с ЧПУ LEADWELL V-40IT

Особенности конструкции:

- наклонно-поворотный стол;
- герметично закрытое ограждение;
- литейно-роликовые направляющие;
- шпиндель картридного типа;
- двухступенчатые редукторы;
- системы измерения вылета и диаметра инструмента;
- программируемое сопло подачи СОЖ через инструмент.

Обработка выполняется высокопроизводительным инструментом при помощи программы, и 3-х мерных моделей, при помощи которых достигается заданная точность и геометрические параметры детали.

На данном станке обрабатываются цветные и черные металлы их сплавы. Особенно эффективно использовать данный станок при изготовлении литых корпусных деталей различных форм.

Параметры рабочей зоны:

- размеры стола в диаметре - 350 мм.

- количество Т-образных пазов - 5.
- ширина Т образных пазов - 12мм.
- максимально допустимая нагрузка стола при повороте детали - 100кг.

Параметры шпинделя:

- Максимальная частота вращения шпинделя - 10000 об/мин;
- Максимальный крутящий момент - 95,4 Нм;
- Конус шпинделя - 7/24;
- Максимальная мощность на шпинделе - 18,5Квт.
- Способ передачи крутящего момента - ременная.

Параметры перемещения рабочих органов:

- Величина рабочих перемещений по осям, по оси X-846мм, по оси Y-635мм, по оси Z-438мм;
- Расстояние от поверхности стола до торца шпинделя в минимальном 100 в максимальном 538 мм;
- Расстояние от оси шпинделя до колонны - 635 мм;
- Максимальная скорость рабочей подачи - 10 м/мин;
- Скорость быстрых перемещений по осям X/Y/Z - 36м/мин.
- Допустимые усилия по осям 511.

Параметры инструментального магазина:

- Количество инструментальных позиций в магазине – 24;
- Максимальный вес инструмента - 7кг;
- Время смены инструмента - 7,5 сек

Параметры устройства ЧПУ:

- Количество управляемых осей – 5.

Параметры управления УЧПУ:

- ISO программирование в G-кодах;
- Графическая 2D визуализация циклов обработки;
- Текстовый редактор управляющих программ;
- Возможность возобновлять работу с любого кадра;

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Диагностика станка;

Дополнительных М-функций для вспомогательного оборудования.

1.2.5.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента и режимов резания


Предлагается использовать режущий инструмент фирмы «Pramet».

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «Pramet» [13, 14, 15].

При выборе инструмента и «начальных» режимов резания, первым делом, необходимо определить принадлежность обрабатываемого материала к одной из шести групп. Эта классификация материалов ведется в соответствии со стандартом ISO 513: представители (материалы) каждой группы вызывают в процессе их обработки качественно одинаковый тип нагрузки на режущую кромку, и, соответственно, подобный тип износа.

Сталь 35ХГСЛ относится к группе материалов P-2 [14, с. 65].

Фрагмент каталога «Pramet» для выбора элементов режима резания показан на рисунке 8.



Группа	Подгруппа	Определение подгруппы	Пример	Номер по стандарту
P	P1	Легкообрабатываемая сталь и стальное литье, низкоуглеродистые стали	ČSN 11 109	1,33
	P2	Нелегированные и низколегированные стали со средним содержанием углерода (0,25 <C<0,55) с прочностью до 900 МПа, твердость 160-255 HB	ČSN 12 050	1,00
	P3	Сложнообрабатываемые не легированные стали и стальное литье со средним содержанием углерода, с пределом прочности до 1000 МПа, твердость до 300 HB	ČSN 15 340	0,80
	P4	Средне- и высоколегированная литая сталь и сталь с содержанием углерода более 0,55; упругостью до 1270 МПа и твердостью 375 HB (40 HRC)	ČSN 19 436	0,60
M	M1	Коррозионностойкая ферритная сталь	ČSN 17 041	1,09
	M2	Коррозионностойкая мартенситная сталь	ČSN 17 042	1,06
	M3	Коррозионностойкая аустенитная сталь	ČSN 17 247	1,00

Рисунок 8 – Выбор группы материала для стали 35ХГСЛ из каталога фирмы «Pramet».

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Установ А (позиция I)

Переход 1. Фрезеровать поверхность 1 (рис. 5).

Выбираем фрезу торцевую 80B05R-S45SE12F-A (рис. 9) [13, с. 30]:

где 80 – диаметр фрезерования (80мм), B – тип фрезы, 05 – число зубьев (пластин), R – направление резания (правое), S – способ крепления пластины (через отверстие винтом), 45 – главный угол в плане, S – форма пластины (ромб 75°), E – задний угол в плане (20°), 12 – длина режущей кромки пластины, F – задний угол зачистной фаски (25°), A – тип стружколома пластины [13, с. 11].

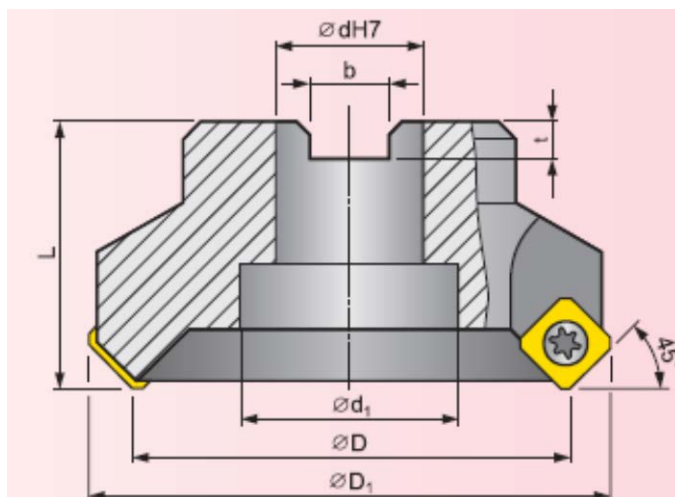


Рисунок 9 – Фреза торцевая 80B05R-S45SE12F-A

Размеры фрезы (рис. 9): $D=80\text{мм}$, $d=27\text{H7}$, $d_1=38\text{мм}$, $D_1=95\text{мм}$, $L=50\text{мм}$, $b=12,4\text{мм}$, $t=7\text{мм}$, $Z=5$ [12, с. 30].

Сменная многогранная пластина SEET 1204AFSN 2230 [13, с. 31],

где S – форма пластины (ромб 75°), E – задний угол (30°), E – допуск, T – исполнение СМП (специальное), 12 – длина режущей кромки, 04 – толщина СМП (4,76мм), A – главный угол в плане (45°), F – задний угол (25°), S – закругленная кромка с фаской, N – направление резания [13, с. 150-151].

2230 – материал пластины (твердый сплав с покрытием). Субстрат типа Н с относительно высоким содержанием Со, покрытие MT-CVD малой толщины, средние и большие толщины снимаемой стружки [13, с. 258].

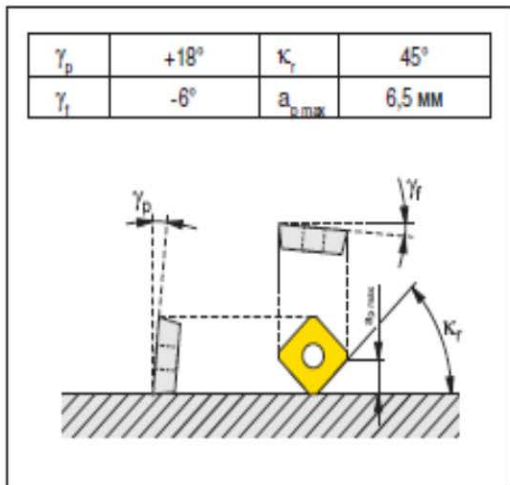
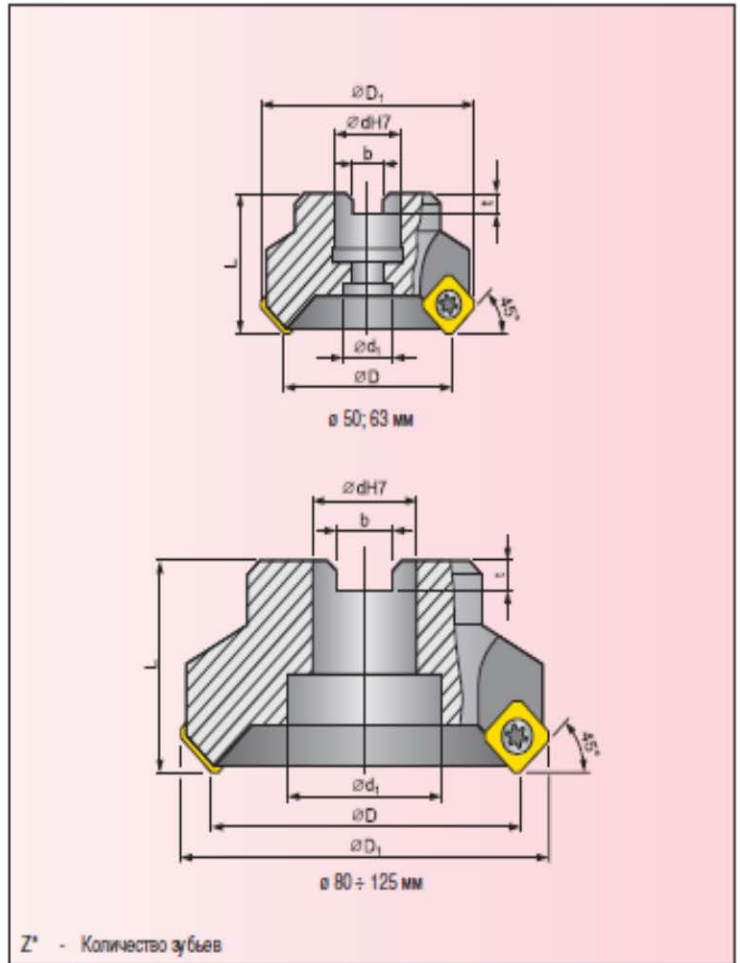
									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Рекомендуемые режимы резания: $a_{pmax}=6,5\text{мм}$ [13, с. 30], $f=0,15\dots0,4$ мм/зуб, $V_c=295\text{м/мин}$ [12, с. 268-269].

Выбор фрезы, пластины и материала пластины из каталога фирмы «Pramet» показано на рисунках 10, 11, 12.

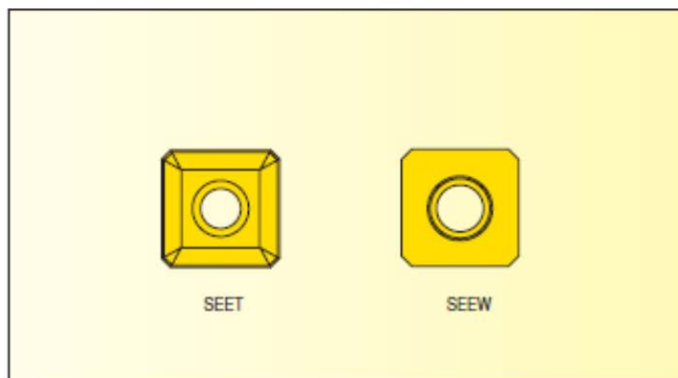
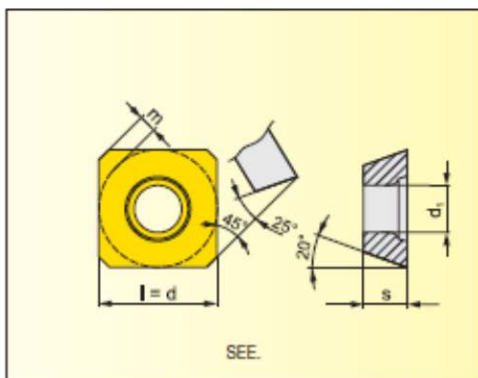
S45SE12F

ФРЕЗЫ ТОРЦОВЫЕ СВЕРХ-ПОЗИТИВНЫЕ



ISO	Ассортимент	Размеры												
		D	dH7	d ₁	L	D ₁	b	t	Z*	-	-	-	Складное	[кг]
50A04R-S45SE12F-A	●	50	22	18	40	65	10,4	6,3	4					0,80
63A05R-S45SE12F-A	●	63	22	18	40	78	10,4	6,3	5					1,10
80B05R-S45SE12F-A	●	80	27	38	50	95	12,4	7,0	5					1,30
100B06R-S45SE12F-A	●	100	32	45	50	115	14,4	8,0	6					2,00
125B07R-S45SE12F-A	●	125	40	56	63	140	16,4	9,0	7					2,70

Рисунок 10 – Выбор фрезы торцевой



СМЕННЫЕ МНОГОГРАННЫЕ ПЛАСТИНЫ (СМП)

ISO	ANSI	Марки сплавов							Размеры				
		2215	2230	5026	8016	8230	8240	HF7	l	d	s	d ₁	m
SEET 1204AFEN	SEET 43AFEN					●			12,700	12,700	4,76	5,5	1,6
SEET 1204AFSN	SEET 43AFSN		●	●	○	●	●		12,700	12,700	4,76	5,5	1,6
SEET 1204AFFN-FA	SEET 43AFFN-FA				●		●		12,700	12,700	4,76	5,5	1,6
SEEW 1204AFEN	SEEW 43AFEN					●	●		12,700	12,700	4,76	5,5	1,6
SEEW 1204AFSN	SEEW 43AFSN	●		●	○	●	●		12,700	12,700	4,76	5,5	1,6

Рисунок 11 – Выбор пластины для фрезы торцевой

2230	10 20 30 40				С	М	К	Н	С	Э
						■				
						□				
							□			
								□		
									□	
										□

- Субстрат типа Н с относительно высоким содержанием Со.
- Покрyтие МТ-СVD малой толщины.
- Обработка материалов групп Р и К и, условно, М.
- Средние и большие толщины снимаемой стружки.
- Средние скорости резания.
- Обработка без СОЖ.

Рисунок 12 – Выбор материала для СМП

Переход 2. Фрезеровать поверхность 3 (рис. 5).

Выбираем тип фрезы E3S N SUMA – фреза универсальная для обработки материалов групп Р, М, N, S [15, с. 8]. На рисунке 13 показан выбор типа фрезы из каталога «Pramet» [15, с. 8]. На рис. 14 показана расшифровка инструмента.

ФРЕЗЫ НАСАДНЫЕ
ISO 11529-2
DIN ISO 11529-2

2
тип фрезы, вид и размер посадочной поверхности

A ISO 6420
CEN 10304
CEN 22 2301A
B ISO 6420
CEN 10304
CEN 22 2301B
C ISO 6420
CEN 10304
CEN 22 2301C

F $\phi d = 27$
G $\phi d = 32$
H $\phi d = 40$
J $\phi d = 50$
K $\phi d = 60$
M $\phi d = 80$

T

6
главный угол в плане

K $\alpha_{\text{пл}} = 90^\circ$
K $\alpha_{\text{пл}} = 75^\circ$
K $\alpha_{\text{пл}} = 60^\circ$
K $\alpha_{\text{пл}} = 45^\circ$
K MO $\alpha_{\text{пл}} = 30^\circ$

10
задний угол зачистной фаски

N $\alpha_{\text{з}} = 0^\circ$
P $\alpha_{\text{з}} = 11^\circ$
D $\alpha_{\text{з}} = 15^\circ$
E $\alpha_{\text{з}} = 20^\circ$
F $\alpha_{\text{з}} = 25^\circ$

11
длина (ширина) режущей кромки

D [мм]
L [мм]

1	2	3	4
160	H	16	N
250	C	16	R

5	6	7	8	9	10	11
S	90	S	N	12	N	12
W	45	S	E	12	F	

1
диаметр резания ϕ [мм]

ϕd
 ϕd
 ϕd
 ϕd
 ϕd

4
направление резания

R
L
N

5
способ крепления

C
S
W
F

7
форма пластины

S C
T W
R A

9
размер пластины или длина режущей кромки

	S	C	T	W	R	A
d [мм]						
6,35						09/11
7,94				05		
8,00					08	
9,525	09	09	16	05		12
10,00					10	
12,00					12	
12,70	12	12	22	08		16
15,875	15					
16,00						16
25,00						25
25,40	25					

8
число зубьев пластины

N $\alpha_{\text{пл}} = 0^\circ$
C $\alpha_{\text{пл}} = 7^\circ$
P $\alpha_{\text{пл}} = 11^\circ$
D $\alpha_{\text{пл}} = 15^\circ$
E $\alpha_{\text{пл}} = 20^\circ$
F $\alpha_{\text{пл}} = 25^\circ$

1	1a	3	4	2a	3a	4a	5	7	8	9 (11)	10
63	J	4	R	150	H	50	S	SA	P	95	
32	A	4	R	042	B	32	S	A	D	11	E

ФРЕЗЫ КОНЦЕВЫЕ
ISO 7848
DIN ISO 11529-2

1a
тип фрезы и главный угол в плане

A N
E H
J K

2a
длина вылета [мм]

3a
тип хвостовика

4a
размер хвостовика

















































	ϕD	ϕd
A DIN 1635-1	16 + 32	16 + 32
B ISO 3338-2 DIN 1635-2 CEN ISO 3338-2	16, 12, 16 20 30, 40	16 20 30
E ISO 296 DIN 2284-1 CEN ISO 296	ϕD MOCKER No.	32 30, 20, 32 40
G ISO 297 DIN 2060-1 CEN ISO 297	ϕD	32, 40 (30, 40)
X CEN ISO 297	ϕD	50, 55, 60
H ISO 6871-1 DIN 6871-1 CEN 22 0434	ϕD	32, 40 30, 40, 50



Рисунок 13 – Выбор типа фрезы

СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ ФРЕЗ

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЦЕЛЬНЫЕ ТВЁРДОСПЛАВНЫЕ КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ

Исполнение вершины режущего зуба								
Изображение								
								
Число зубьев								
Страница	10 - 11	12 - 13	14 - 15	16 - 17	18 - 19	20 - 21	22 - 23	24 - 25
Обозначение	E2S N NEPU	E2R L NEPU	E2S N SUDA	E2S N KEVA	E3S N NEPU	E3S N SUMA	E3S L SUMA	E3S X SUMA
Геометрия								
Доступные диаметры	3,0 - 20,0	6,0 - 20,0	1,0 - 12,0	1,5 - 12,0	3,0 - 20,0	1,5 - 20,0	3,0 - 20,0	3,0 - 20,0
Операция								
P < 30 HRC				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
P 30 - 45 HRC				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
M						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
K				<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
S						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
H 45 - 55 HRC				<input checked="" type="checkbox"/>				
H 55 - 65 HRC								

■ - основное применение □ - условное применение

в



Рисунок 14 – Система обозначения инструмента

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

ДП 44.03.04.740.ПЗ

Лист

31

Окончательно выбираем фрезу 20E3S100-38A20 SUMA [15, с. 21], где 20 – диаметр фрезы, E – концевая фреза с перекрытием центра, 3 – число зубьев, S – для черновой обработки, 100 – общая длина фрезы (мм), 38 – длина режущей части, A – тип хвостовика (цилиндрический), 20 – диаметр хвостовика (мм) [13, с. 150-151].

На рисунке 15 показана фреза E3S N SUMA.

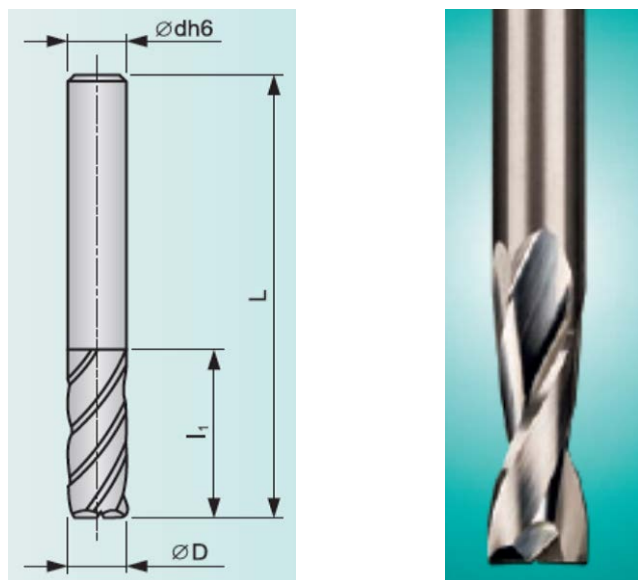


Рисунок 15 - Фреза концевая E3S N SUMA

Размеры фрезы (рис. 12): $D=20\text{мм}$, $d=20h6$, $l_1=38\text{мм}$, $L=100\text{мм}$ [12, с. 13].

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,06\text{мм/зуб}$, $V_c=80\text{м/мин}$, $n=1274\text{об/мин}$, $a_{p\text{max}}=6,4\text{мм}$ [15, с. 20].

Переход 3. Фрезеровать поверхности 4, 12 и 13 (рис. 5).

Выбираем фрезу 20E3S100-38A20 SUMA [15, с. 21] (рис. 15).

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,06\text{мм/зуб}$, $V_c=80\text{м/мин}$, $n=1274\text{об/мин}$, $a_{p\text{max}}=6,4\text{мм}$ [15, с. 20].

Переход 4 (позиция II). Фрезеровать поверхности 7 и 9 (рис. 5).

Выбираем фрезу 20E3S100-38A20 SUMA [15, с. 21] (рис. 15).

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,06\text{мм/зуб}$, $V_c=80\text{м/мин}$, $n=1274\text{об/мин}$, $a_{p\text{max}}=6,4\text{мм}$ [15, с. 20].

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Установ Б (позиция I)

Переход 1. Фрезеровать поверхности 11 и 15 (рис. 5).

Выбираем фрезу 20E3S100-38A20 SUMA [15, с. 21] (рис. 15).

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,06\text{мм/зуб}$, $V_c=80\text{м/мин}$, $n=1274\text{об/мин}$, $a_{p\text{max}}=6,4\text{мм}$ [15, с. 20].

Переход 2 (позиция II). Фрезеровать поверхность 2 (рис. 5).

Выбираем фрезу 20E3S100-38A20 SUMA [15, с. 21] (рис. 15).

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,06\text{мм/зуб}$, $V_c=80\text{м/мин}$, $n=1274\text{об/мин}$, $a_{p\text{max}}=6,4\text{мм}$ [15, с. 20].

Переход 3 (позиция III). Фрезеровать поверхность 10 (рис. 5).

Выбираем фрезу 20E3S100-38A20 SUMA [15, с. 21] (рис. 15).

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,06\text{мм/зуб}$, $V_c=80\text{м/мин}$, $n=1274\text{об/мин}$, $a_{p\text{max}}=6,4\text{мм}$ [15, с. 20].

Переход 4 (позиция IV). Сверлить последовательно четыре отверстия 14 (рис. 5).

Сверло 303DA-8.0-29-A08-M [14, с. 20] (рис. 16),

где 3 – монолитное сверло, 03 – глубина сверления ($3 \cdot D$), D – обычное сверло, A – внутренний подвод СОЖ, 8.0 – диаметр сверла (8мм), 29 – глубина сверления (29мм), A – тип хвостовика (цилиндрический), 08 – диаметр хвостовика [14, с. 5].

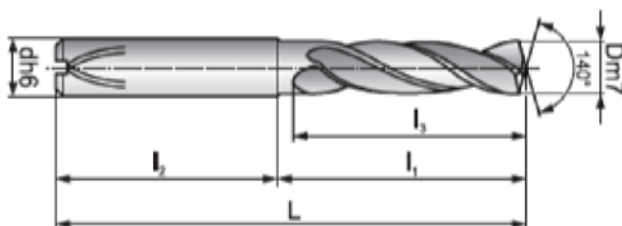


Рисунок 16 – Сверло 303DA-M

Размеры сверла: $D_m=8\text{мм}$, $d=8\text{h6}$, $L=79\text{мм}$, $l_1=43\text{мм}$, $l_2=36\text{мм}$, $l_3=41\text{мм}$ [14, с. 20].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [14, с. 18]: $f=0,25\text{ мм/об}$, $V_c=120\text{м/мин}$.

									Лист
									33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.740.ПЗ				

Переход 5 (позиция V). Сверлить последовательно два отверстия 5 (рис. 5).

Сверло 303DA-12.0-40-A12-M [14, с. 20] (рис. 16),

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [14, с. 18]: $f=0,34$ мм/об, $V_c=120$ м/мин.

Элементы режимов резания сведем в таблицу 11.

Таблица 11 - Элементы режима резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	S _o , мм/об	S _m , мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
Операция 005					
Комбинированная с ЧПУ					
Установ А					
Переход 1	2,0	1,25	1468	1174	295
Переход 2	2,0	0,18	229	1247	80
Переход 3	2,0	0,18	229	1247	80
Переход 4	2,0	0,18	229	1247	80
Установ Б					
Переход 1	2,3	0,18	229	1274	80
Переход 2	2,0	0,18	229	1274	80
Переход 3	2,0	0,18	229	1274	80
Переход 4	4,0	0,34	1624	4777	120
Переход 5	6,0	0,34	1083	3184	120

1.3. Технологические расчеты

1.3.1. Расчет припусков

Расчет будем вести аналитическим и табличным методом.

Расчет припусков аналитическим методом

Заготовка - отливка.

Материал – сталь 35ХГСЛ ГОСТ 977-88.

Масса заготовки – $m_3=0,81$ кг.

Определим припуск на размер $70h7_{(-0,03)}$.

Технологический маршрут обработки отверстия $70h7_{(-0,03)}$:

- фрезерование черновое;
- фрезерование получистовое;

- фрезерование чистовое.

Определим элементы припуска [10, с. 186 табл. 12; с. 188 табл. 25] и занесем их в таблицу 12.

Определим пространственные отклонения заготовки [1, с. 67 табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (1)$$

где $\rho_{см}$ - смещение поверхностей, примем 1,8мм;

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

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot \ell = 0,5 \cdot 114 = 0,057 \text{ мм.}$$

Тогда по (1):

$$\rho_3 = \sqrt{1,8^2 + 0,057^2} \approx 1,8 \text{ мм} = 1800 \text{ мкм}$$

Остаточные пространственные отклонения [10, с. 37]:

- после черного растачивания:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 1800 = 90 \text{ мкм}$$

- после чистового растачивания:

$$\rho_2 = 0,02 \cdot \rho_3 = 0,02 \cdot 1800 = 36 \text{ мкм}$$

Погрешность установки определим по [10, с. 75 табл. 4.10] и занесем в таблицу 12.

Расчетный минимальный припуск определим по формуле [10] и занесем в таблицу 12.

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

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

Графу D_{\min} получаем по расчетным размерам, округленным до точности допуска перехода.

Графу D_{\max} определим путем сложения допусков к минимальным размерам D_{\min} .

Результаты занесем в таблицу 12.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Определим минимальные значения припусков по формуле [10]:

$$Z_{\min}^{np} = D_{\min i}^{np} - D_{\min i-1}^{np}, \quad (3)$$

Максимальные значения припусков определим по формуле [10]:

$$Z_{\max}^{np} = D_{\max}^{np} - D_{\max i-1}^{np}, \quad (4)$$

Результаты вычислений занесем в таблицу 12.

Общий номинальный припуск:

$$2 \cdot Z_{\text{оном}} = 2 \cdot Z_{\text{o min}} + \frac{\delta_z}{2} - \delta_z = 4,13 + \frac{1,1}{2} - 0,03 = 4,65 \text{ мм.}$$

Произведем проверку правильности вычислений по формуле:

$$Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = \delta_{i-1} - \delta_i, \quad (5)$$

$$0,216 - 0,172 = 0,074 - 0,030 = 0,044 \text{ мм.}$$

$$0,384 - 0,158 = 0,30 - 0,074 = 0,226 \text{ мм.}$$

$$4,60 - 3,80 = 1,10 - 0,30 = 0,80 \text{ мм.}$$

На рисунке 17 изобразим графическую схему припусков и допусков.

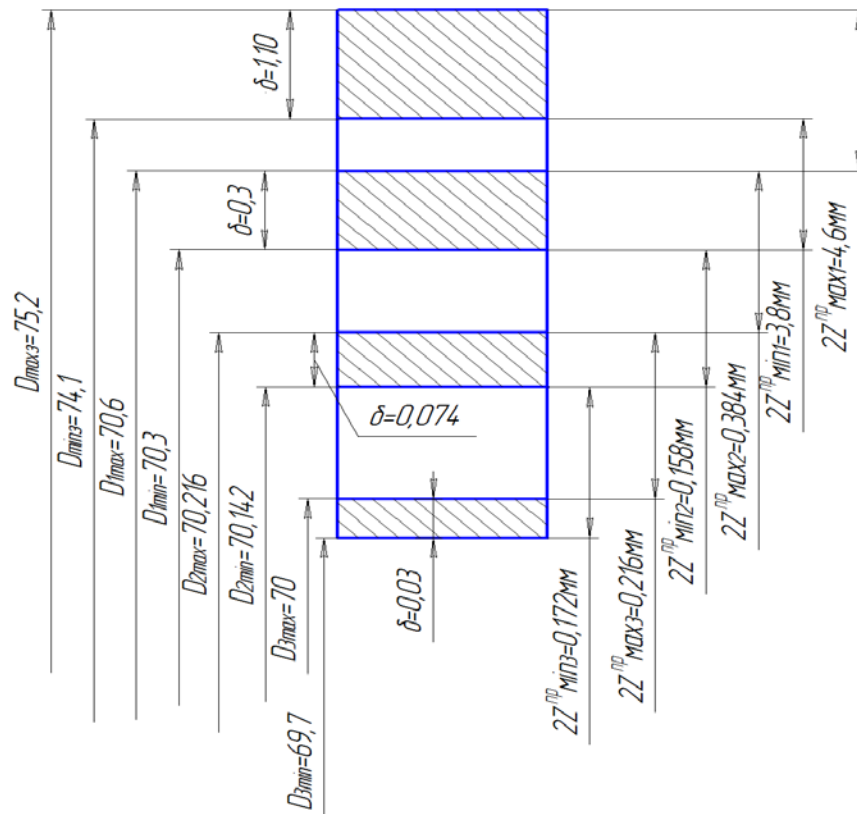


Рисунок 17 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку размера 70h7(-0,03)

Таблица 12 - Расчет припусков и допусков на размер 70h7_(-0,03)

Технологические переходы обработки размер 70h7 _(-0,03) .	Элементы припуска, МКМ				Расчетный припуск 2·Z _{min} , МКМ	Расчетный размер D _p , мм	Допуск δ, мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припуска, мм	
	R _Z	h	ρ	ε				D _{min} ^{np}	D _{max} ^{np}	2·Z _{min} ^{np}	2·Z _{max} ^{np}
Заготовка	200	300	1800			75,226	1,10	74,10	75,20		
Черновое фрезерование	50	50	90	140	2·2305	70,616	0,30	70,30	70,60	3,80	4,60
Получистовое фрезерование	25	25	36	45	2·200	70,216	0,074	70,142	70,216	0,158	0,384
Чистовое фрезерование	12,5	10		45	2·108	70	0,030	69,970	70,0	0,172	0,216

$$2 \cdot Z_{0\min} = 4,13 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{0\max} = 5,20 \text{ мм}$$

Табличный метод расчета припусков

На остальные поверхности детали (см. рис. 18) припуски определим по [11, с. 52-55, табл. 3.9 и 3.10], а результаты занесем в таблицу 13.

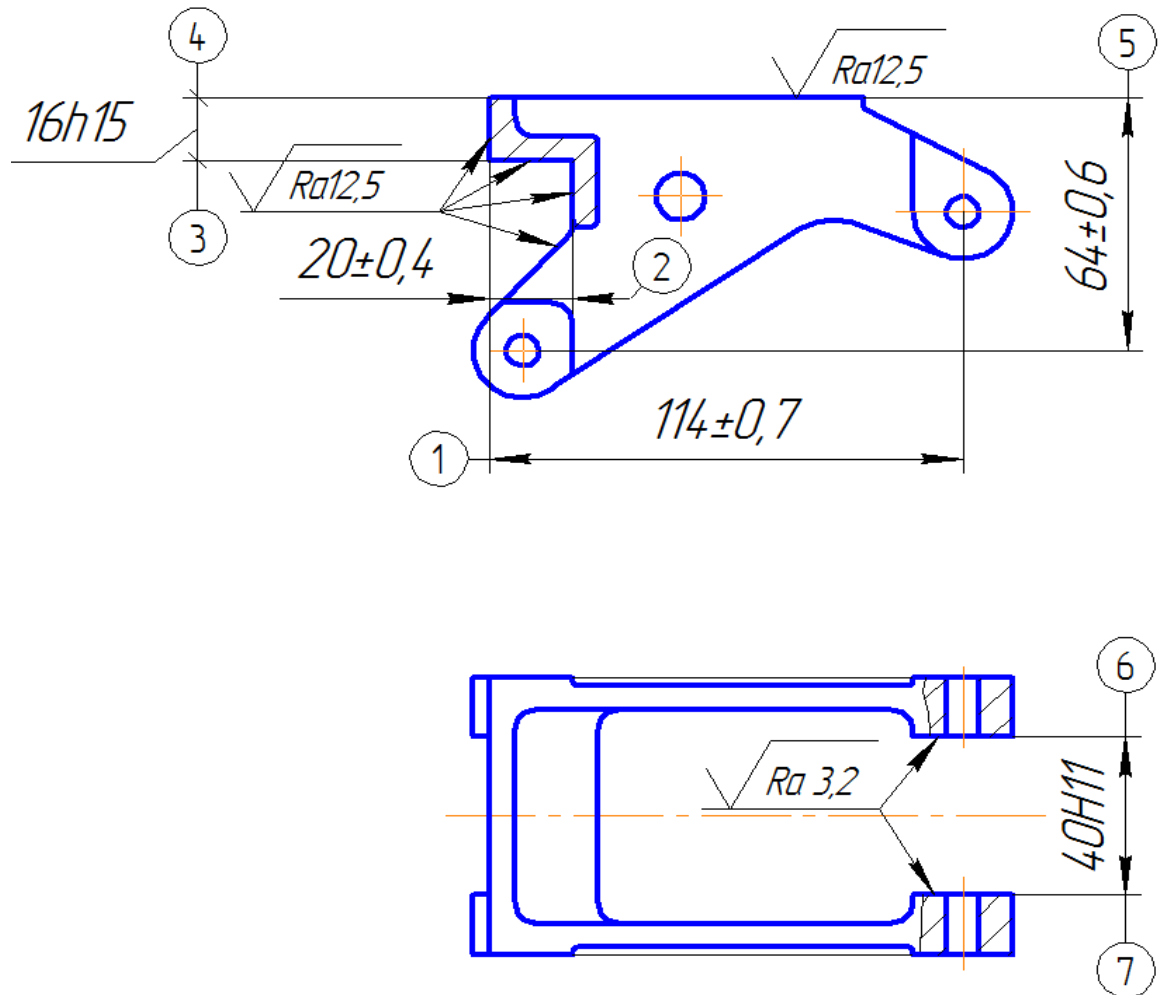


Рисунок 18 - Эскиз детали «Кронштейн»

Таблица 13 - Припуски и допуски на обработку, мм

Технологические переходы	Поверхность	Припуск, мм	Размер, мм	Отклонения, мм	
				ВО	НО
1	2	3	4	5	6
Заготовка-отливка	1	3,0	117	+1,0	-1,0
	2	2,0	19	+0,4	-0,4
	3	2,0	20	+0,4	-0,4
	4	2,0	20	+0,4	-0,4

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5	6
Заготовка-отливка	5	2,5	66,5	+0,6	-0,6
	6	2,0	36	+0,5	-0,5
	7	2,0	36	+0,5	-0,5
Фрезерование однократное	1	3,0	114	+0,70	-0,70
	2	2,0	20	+0,40	-0,40
	3	2,0	16	+0	-0,70
	4	2,0	16	+0	-0,70
	5	2,5	64	+0,60	0,60
	6	2,0	40	+0	-0,11
	7	2,0	40	+0	-0,11

1.3.2. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{от}, \quad (6)$$

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

$T_{шт}$ – штучное время на операцию, мин.;

n - количество деталей в партии, $n=25$ шт;

t_0 - основное время, мин.;

t_B - вспомогательное время, мин.;

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

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

Вспомогательное время определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_B = t_{уc} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{и.з}, \quad (7)$$

где $t_{уc}$ - время на установку и снятие детали, мин.;

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

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

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

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (8)$$

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

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

Основное время [7, с. 100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_M} \cdot i, \quad (9)$$

где l - расчетная длина, мм.;

i - число рабочих ходов.

Расчетная длина [7, с. 101]:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер}, \quad (10)$$

где l_0 - длина обработки поверхности, мм.;

$l_{вр}$ - величина врезания инструмента, мм.;

$l_{пер}$ - величина перебега, мм.

Определим $T_{ш-к}$ на операцию 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Установ А

Переход 1. Фрезеровать поверхность 1.

Длина обрабатываемых поверхностей: $l_0 = 94$ мм.

Величина врезания и перебега [7, с. 95]:

$$l_{вр} + l_{пер} = 80$$
мм.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Тогда:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 94 + 80 = 174 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{01} = \frac{174}{1468} = 0,12 \text{ мин}$$

Переход 2. Фрезеровать поверхность 3.

$$l_0 = 74,6 \text{ мм, } l_{вр} + l_{пер} = 20 \text{ мм, } l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 74,6 + 20 = 94,6 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{02} = \frac{94,6}{229} = 0,41 \text{ мин}$$

Переход 3. Фрезеровать поверхности 4, 12 и 13 за два прохода.

$$l_0 = 24 \text{ мм, } l_{вр} + l_{пер} = 20 \text{ мм, } l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 24 + 20 = 44 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{03} = \frac{44}{229} \cdot 2 = 0,38 \text{ мин}$$

Переход 4. Фрезеровать поверхности 7 и 9 за два прохода.

$$l_0 = 24 \text{ мм, } l_{вр} + l_{пер} = 20 \text{ мм, } l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 24 + 20 = 44 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{04} = \frac{44}{229} \cdot 2 = 0,38 \text{ мин}$$

Общее основное время на установке А:

$$t_{0A} = 0,12 + 0,41 + 0,38 + 0,38 = 1,29 \text{ мин.}$$

Установ Б

Переход 1. Переход 1. Фрезеровать поверхности 11 и 15.

Длина обрабатываемой поверхности: $l_0 = 24 \text{ мм.}$

Величина врезания и перебега [7, с. 95]:

$$l_{вр} + l_{пер} = 20 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 24 + 20 = 44 \text{ мм.}$$

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Число проходов равно $i=4$.

$$t_{01} = \frac{44}{229} \cdot 4 = 0,77 \text{ мин}$$

Переход 2 (позиция II). Фрезеровать поверхность 2.

$$\ell_0 = 70 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 20 \text{ мм}, \ell = \ell_0 + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 70 + 20 = 90 \text{ мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{02} = \frac{90}{229} \cdot 1 = 0,39 \text{ мин}$$

Переход 3 (позиция III). Фрезеровать поверхность 10.

$$\ell_0 = 70 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 20 \text{ мм}, \ell = \ell_0 + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 70 + 20 = 90 \text{ мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{03} = \frac{90}{229} = 0,39 \text{ мин}$$

Переход 4 (позиция IV). Сверлить последовательно четыре отверстия

14.

$$\ell_0 = 15 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}, \ell = \ell_0 + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 15 + 5 = 20 \text{ мм}.$$

Число проходов равно $i=4$.

$$t_{04} = \frac{20}{1624} \cdot 4 = 0,05 \text{ мин}$$

Переход 5 (позиция V). Сверлить последовательно два отверстия 5.

$$\ell_0 = 6 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}, \ell = \ell_0 + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 6 + 5 = 11 \text{ мм}.$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{05} = \frac{11}{1083} \cdot 2 = 0,02 \text{ мин}$$

Общее основное время на установке Б:

$$t_{0Б} = 0,77 + 0,39 + 0,39 + 0,05 + 0,02 = 1,62 \text{ мин}$$

Общее машинное время на операции:

$$t_o = 1,29 + 1,62 = 2,91 \text{ мин}$$

Определим элементы вспомогательного времени [7, с. 98]:

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

$t_{\text{ус}}=3,59$ мин; $t_{\text{уп}}=9,25$ мин.; $t_{\text{изм}}=13,45$ мин.

$t_{\text{в}} = 3,59+9,25+13,45=26,39$ мин.

Оперативное время [7, с. 101]:

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}} = 2,91 + 26,39 = 29,30 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{\text{тех}} = \frac{6 \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{6 \cdot 29,3}{100} = 1,76 \text{ мин}$$

Время организационного обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{\text{орг}} = \frac{8 \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{8 \cdot 29,3}{100} = 2,34 \text{ мин}$$

Время на отдых [7, с. 102]:

$$t_{\text{отд}} = \frac{2,5 \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{2,5 \cdot 29,3}{100} = 0,73 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 29,3 + 1,76 + 2,34 + 0,73 = 34,13 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время [7, с. 216-217]: $T_{\text{пз}} = 28$ мин

Тогда: $T_{\text{шт-к}} = \frac{28}{25} + 34,13 = 35,25$ мин

Расчет норм времени сведем в таблицу 14.

Таблица 14 – Нормы времени по переходам на операцию 005, мин.

Наименование операции, перехода, позиции	$t_{\text{о}}$	$t_{\text{в}}$	$t_{\text{тех}}$	$t_{\text{орг}}$	$t_{\text{отд}}$	$T_{\text{шт}}$	$T_{\text{шт-к}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Операция 005		26,39	1,76	2,34	0,73	34,13	35,25
Комплексная с ЧПУ							
Установ А							
Переход 1	0,12						
Переход 2	0,41						
Переход 3	0,38						
Переход 4	0,38						

Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
Установ Б	0,77						
Переход 1	0,39						
Переход 2	0,39						
Переход 3	0,05						
Переход 4	0,02						
Переход 5							

1.4. Проверочный расчет зажимного приспособления (расчет сил зажима)

Деталь зажимается в прецизионных тисках. Определим силу зажима детали на операции 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ А, переход 1.

Базирование детали

В нашем случае черновой базой будет поверхность **А** (лишает деталь трёх степеней свободы – одного перемещения и двух вращений) и поверхность **Б** (лишает деталь двух степеней свободы – одного вращения и одного перемещения). Таким образом, базирование не полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 19.

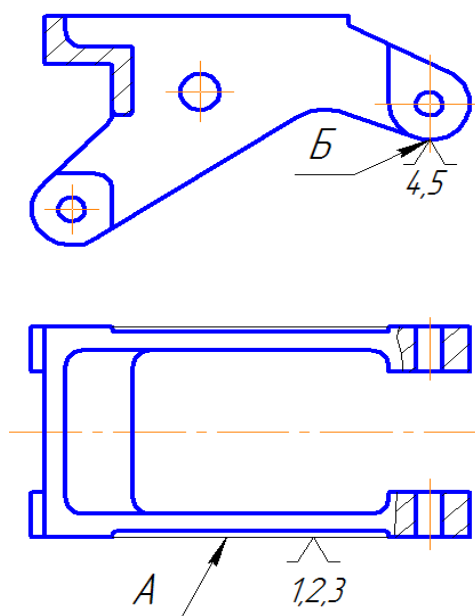


Рисунок 19 - Черновое базирование детали (установ А)

Определим силы резания по [11, с. 282]:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (11)$$

где $K_p = 1,5$ [11, с. 265 табл. 10].

Коэффициент C_p и показатели степеней определим по [11, с. 294 табл. 41]:

- для силы P_z : $C_p=825$, $x=1$, $y=0,75$, $u=1,1$, $q=1,3$, $w=0,2$.

Тогда:

$$P_Z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 74,6^{1,1} \cdot 5}{80^{1,3} \cdot 1174^{0,2}} \cdot 1,5 = 4103 \text{ Н}$$

$$P_Y = 0,35 \cdot P_Z = 0,35 \cdot 4103 = 1436 \text{ Н}$$

$$P_{YZ} = \sqrt{P_Z^2 + P_Y^2} = \sqrt{4103^2 + 1436^2} = 4347 \text{ Н}$$

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 [4, с. 382...384]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (12)$$

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

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

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 (12):

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

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 20 представлена графическая модель равновесия заготовки.

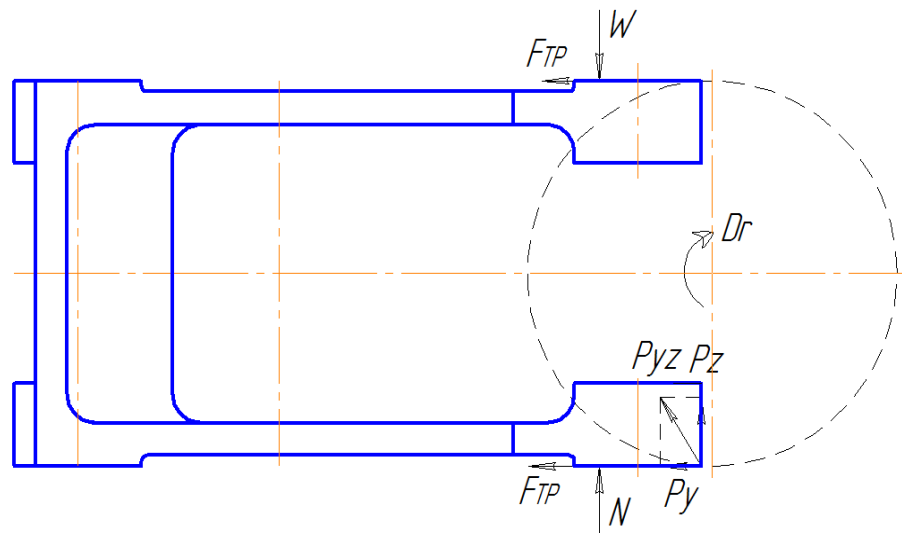


Рисунок 20 – Графическая модель равновесия заготовки

Для сохранения равновесия должны соблюдаться условия:

$$P_Y \leq F_{TP} + F_{TP1} \quad \text{или} \quad (13)$$

$$k \cdot P_Y = 2 \cdot F_{TP} \quad (14)$$

$$F_{TP} = f \cdot W \quad (15)$$

$$N = W - P_Z \quad (16)$$

Тогда:

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

где f – коэффициент трения, примем $f=0,25$.

Тогда:

$$W = \frac{2,16 \cdot 1436 + 0,25 \cdot 4103}{2 \cdot 0,25} = 8255 \text{ Н}$$

Чтоб обеспечить неподвижность заготовки в тисках, её необходимо зажать одной силой $W = 8255 \text{ Н}$ или $W = 826 \text{ кг}$.

Выбираем прецизионные тиски для станков с ЧПУ Weiss Machinery HOMGE HPAC-100S (рис. 21)



Рисунок 21 - Тиски прецизионные для станков с ЧПУ Weiss Machinery HOMGE HPAC-100S

Максимальное усилие, с которым обрабатываемая деталь зажимается в тисках, составляет 5000 кг. Одно из преимуществ тисков этой конструкции в том, что они имеют простое и понятное устройство для настройки усилия зажима детали, причём, выставленное значение повторяется при последующих операциях. Такая особенность позволяет использовать это приспособление при серийной обработке однотипных заготовок. Также конструкция тисков прецизионных для станков с ЧПУ HOMGE HPAC-100S позволяет использовать их как в горизонтальном, так и в вертикальном положении. Их использование позволяет добиться высочайшей точности обработки детали на фрезерных обрабатывающих центрах или при тяжёлых режимах резания.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

1.5. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Кронштейн»

Виды и характер работ по проектированию технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ существенно отличаются от работ, проводимых при использовании обычного универсального и специального оборудования. Прежде всего, значительно возрастает сложность технологических задач и трудоёмкость проектирования технологического процесса. Для обработки на станках с ЧПУ необходим детально разработанный технологический процесс, построенный по переходам. При обработке на универсальных станках излишняя детализация не нужна.

Рабочий, обслуживающий станок, имеет высокую квалификацию и самостоятельно принимает решение о необходимом числе переходов и проходов, их последовательности. Сам выбирает требуемый инструмент, назначает режимы обработки, корректирует ход обработки в зависимости от реальных условий производства [16].

При использовании ЧПУ появляется принципиально новый элемент технологического процесса – управляющая программа, для разработки и отладки которой требуются дополнительные затраты средств и времени.

Существенной особенностью технологического проектирования для станков с ЧПУ является необходимость точной увязки траектории автоматического движения режущего инструмента с системой координат станка, исходной точкой и положением заготовки. Это налагает дополнительные требования к приспособлениям для зажима и ориентации заготовки, к режущему инструменту.

Расширенные технологические возможности станков с ЧПУ обуславливают некоторую специфику решения таких традиционных задач технологической подготовки, как проектирование операционного технологического процесса, базирование детали, выбор инструмента и т.д.

На стадии разработки технологического процесса необходимо

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

определить обрабатываемые контуры и траекторию движения инструмента в процессе обработки, установить последовательность обработки контуров. Без этого не возможно рассчитать координаты опорных точек, осуществить точную размерную увязку траектории инструмента с системой координат станка, исходной точкой положения инструмента и положением заготовки.

При построении маршрута обработки деталей на станках с ЧПУ необходимо руководствоваться общими принципами, положенными в основу выбора последовательности операций механической обработки на станках с ручным управлением. Кроме того, должны учитываться специфические особенности станков с ЧПУ.

Обрабатывающий центр с ЧПУ модели LEADWELL V-40IT оснащен системой ЧПУ FANUC 0 iMate – MB. Конфигурация ЧПУ FANUC 0 iMate – MB [16]:

- 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 SCHAUUBLIN, 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;

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

- 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;
- 32 корректоров инструмента;
- 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 [15].

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.

Контур обрабатываемой детали, траектория движения инструмента, таблицы с опорными точками приведен на плакате к операции 005 установ А.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Разработка фрагмента управляющей программы обработки для операции 005 установ А

Фрагмент управляющей программы на операцию 005 представлен в таблице 15.

Таблица 15 - Фрагмент управляющей программы на операцию 005 (установ А)

1	2
Переход 1. Фрезеровать поверхность 1	
G18 G49 G90	Выбор рабочей плоскости X-Z, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T01	Выбор фрезы торцевой
M06	Смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H01	Компенсация длины инструмента
S1174 M03	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X93 Y0 Z-2	Быстрое перемещение инструмента 1 в опорную точку с указанными координатами
G1 X-83 F1.25 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X705 Y509 Z387	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 2. Фрезеровать поверхность 3	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости X-Y, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T02	Выбор фрезы концевой
M06	Смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H02	Компенсация длины инструмента
S1247 M03	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X0 Y-40 Z3	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
Z-19	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами

Продолжение таблицы 15

1	2
G1 Y-60 F0.18 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 Z3	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
Переход 3. Фрезеровать поверхности 4, 12 и 13.	
X129	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
Y-20 Z-43	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
S1247 M04	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G1 X79 F0.18 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 Y0	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
G1 X129 F0.18	Перемещение инструмента 2 в точку с указанными координатами на рабочей подаче
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X705 Y509 Z387	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
Переход 4. Фрезеровать поверхности 7 и 9.	
X49 Y20 Z0	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
Z-22	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
S1247 M04	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G1 X-100 F0.18 M08	Перемещение инструмента 2 в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 Y0	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
G1 X-49 F0.18	Перемещение инструмента 2 в точку с указанными координатами на рабочей подаче

Окончание таблицы 15

1	2
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 Z0	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
G0 X705 Y509 Z387	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
M30	Конец программы

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В экономической части проекта выполняется расчет капитальных затрат и определяется экономическая эффективность усовершенствованного технологического процесса. Сравнение двух вариантов (базового и проектируемого) технологических процессов осуществляется путем расчета себестоимости работ по каждому из вариантов и определяется условно-годовая экономия.

2.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [12]:

$$K = K_{об} + K_{прс} \quad (17)$$

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

$K_{прс}$ – 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 [12]:

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3}, \quad (18)$$

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

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

$N_{год} = 650$ шт. базовый вариант;

$N_{год} = 11000$ 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

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

производства, $k_3 = 0,75 \div 0,85$.

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [12]:

$$F_{ос} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (19)$$

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

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

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

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количество рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1970 \text{ ч.}$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_n = 1970 \cdot 2 = 3940 \text{ ч.}$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

$$F_n = 1970 \cdot 3 = 5910 \text{ ч.}$$

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

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (14), составляет:

$$F_{ос} = 3940 \cdot \left(1 - \frac{2}{100} \right) = 3861 \text{ ч. - базовый вариант.}$$

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

$$F_{\text{ос}} = 5910 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5378 \text{ ч.} - \text{проектируемый вариант.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени по формуле (18).

Данные по расчетам сводим в таблицу 16 по базовому варианту.

$$C_{6P13} = \frac{0,16 \cdot 650}{3861 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,03 \text{ шт.};$$

$$C_{6P81} = \frac{1,12 \cdot 650}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,22 \text{ шт.};$$

$$C_{2H55} = \frac{0,45 \cdot 650}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,09 \text{ шт.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени, согласно раздела 1.3.2. по формуле (18).

Данные по расчетам сводим в таблицу 17 по проектируемому варианту.

$$C_{V-40IT} = \frac{0,59 \cdot 1100}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,14.$$

После расчета всех операций значений ($T_{\text{шт. (ш-к)}}$) и (C_p) устанавливаем принятое число рабочих мест ($C_{\text{п}}$), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_p) [12].

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

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{\text{шт. (ш-к)}}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{\text{п}}$	Кз.ф.
6P13	0,16	0,03	1	0,03
6P81Г	1,12	0,22	1	0,22
2H55	0,45	0,09	1	0,09
	$\Sigma T_{\text{шт. (ш-к)}} = 1,73$	0,34	$\Sigma C_{\text{п}} = 3$	

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

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, C_n	Кз.ф.
V-40ГТ	0,59	0,14	1	0,14
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 0,59$	0,14	$\Sigma C_n = 1$	

Определений капитальных вложений в оборудование

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

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Фрезерный	6P13	1	11	11	195	19,5	-	214,5
Фрезерный	6P81Г	1	7,5	7,5	170	17	-	187
Радиально-сверлильный	2Н55	1	7,5	7,5	150	15	-	165
Итого		3		26	515	51,5	-	566,5

Таблица 19 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
V-40ГТ		1	18,5	18,5	18560	-	-	18560	18560
Итого		1		18,5					18560

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 14% составляют $0,14 \cdot 18560 = 2611$ т. руб.

Определение капитальных вложений в приспособления

Капитальные вложения в приспособления отсутствуют, так как деталь зажимается в стандартном приспособлении (тиски), поставляемом с оборудованием и включенном в стоимость оборудования.

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 [12]:

$$C = Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_и, \quad (19)$$

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

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

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

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

$Z_и$ – затраты на малоценный инструмент, руб.

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 [12]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_н + Z_к + Z_{тр}, \quad (20)$$

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

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

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

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

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Численность станочников вычисляем по формуле [12]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p}, \quad (21)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего,
 $F_p = 1682$ ч.;

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

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

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

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

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.;

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

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1682 ч.

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

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Фрезерная	3	109,5	0,16	17,5	0,06
Фрезерная	3	109,5	1,12	122,6	0,43
Сверлильная	3	105,3	0,45	47,4	0,17
Итого				187,5	0,66

Определим затраты на заработную плату на годовую программу [12]:

$$Ззп = 187,5 \cdot 650 = 121875 \text{ руб.}$$

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

$$Ззп = 121875 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 162581,3 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Зарботная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	124,1	0,59	73,2	0,39
Итого				73,2	0,39

Определим затраты на заработную плату на годовую программу [12]:

$$Ззп = 73,2 \cdot 1100 = 80520 \text{ руб.}$$

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

$$Ззп = 80520 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 107413,7 \text{ руб.}$$

Зарботная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [12]:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_p}{N_{\text{год}}}, \quad (21)$$

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 650$ шт.;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,2$;

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

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

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей

специальности и разряда определяется по формуле [12]:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (22)$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$$g_n = 0,34 \text{ шт.};$$

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

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

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,34 \cdot 2}{8} = 0,09 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,66 = 0,03 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,66 = 0,05 \text{ чел.}$$

По формуле (21) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{86,8 \cdot 1682 \cdot 0,09 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{650} = 29,8 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{73,9 \cdot 1682 \cdot 0,03 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{650} = 8,4 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{75,1 \cdot 1682 \cdot 0,05 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{650} = 14,5 \text{ руб.}$$

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

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

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	86,8	0,09	29,8
Транспортный рабочий	73,9	0,03	8,4
Контролер	75,1	0,05	14,5
Итого		0,17	52,7

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 52,7 \cdot 650 = 34255 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (20):

$$З_{зп} = 162581,3 + 34255 = 196836,3 \text{ руб.}$$

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

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	86,8	0,05	9,8
Транспортный рабочий	73,9	0,02	3,3
Контролер	75,1	0,03	5,7
Итого		0,10	18,8

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 18,8 \cdot 1100 = 20680 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (17):

$$З_{зп} = 107413,7 + 20680 = 128093,7 \text{ руб.}$$

Страховые взносы.

Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы.

Базовый вариант $196836,3 \cdot 0,3 = 59050,9$ руб.

Проектируемый вариант $128093,7 \cdot 0,3 = 38428,1$ руб.

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле [12]:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{ep} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{ен}} \cdot Ц_э, \quad (23)$$

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 среднесерийного 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, $k_W = 1,04 \div 1,08$;

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

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

$\Pi_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\Pi_э = 3,54$ руб.

Производим расчеты по вариантам по формуле (23):

$$Z_э(6P13) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,16}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 1,3 \text{ руб.};$$

$$Z_э(6P81Г) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 1,12}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 3,8 \text{ руб.};$$

$$Z_э(2H55) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,45}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 2,2 \text{ руб.};$$

$$Z_э(V-40IT) = \frac{18,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,59}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 2,0 \text{ руб.}$$

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

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
6P13	11	0,16	1,3
6P81Г	7,5	1,12	3,8
2H55	7,5	0,45	2,2
Итого			7,3

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_э = 7,3 \cdot 650 = 4745 \text{ руб.}$$

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, руб.
V-40ГТ	18,5	0,59	2,0
Итого			2,0

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_3 = 2,0 \cdot 1100 = 2200 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [12]:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (24)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [12]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн}}, \quad (25)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

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

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (25):

$$C_{\text{ам}}(6P13) = \frac{214500 \cdot 0,12 \cdot 0,16}{3861 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1,2 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(6P81Г) = \frac{187000 \cdot 0,12 \cdot 1,12}{3861 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 7,6 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(2H55) = \frac{165000 \cdot 0,12 \cdot 0,45}{3861 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 2,6 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(V-40IT) = \frac{18560000 \cdot 0,06 \cdot 0,59}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 140,7 \text{ руб.}$$

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

$$Ц_{\text{РЕбаз}} = 440 \text{ руб.}, Ц_{\text{РЕчпу}} = 850 \text{ руб.}$$

Вычисления производим по формуле [12]:

$$C_{\text{рем}} = \frac{Ц_{\text{РЕ}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{год}}}, \quad (26)$$

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

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (26):

$$C_{\text{рем}}(6P13) = \frac{440 \cdot 1}{0,16 \cdot 650} = 4,2 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(6P81Г) = \frac{440 \cdot 1}{1,12 \cdot 650} = 0,6 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(2H55) = \frac{440 \cdot 1}{0,45 \cdot 650} = 1,5 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(V-40IT) = \frac{850 \cdot 1}{0,59 \cdot 1100} = 1,3 \text{ руб.}$$

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

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

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

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
6P13	214,5	1	12	0,16	1,2	4,2
6P81Г	187,0	1	12	1,12	7,6	0,6
2H55	165,0	1	12	0,45	2,6	1,5
Итого					11,4	6,3

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

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
V-40IT	18560	1	6	0,59	140,7	1,3
Итого					140,7	1,3

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (24):

$$Z_6 = 11,4 + 6,3 = 17,7 \text{ руб.}$$

$$Z_n = 140,7 + 1,3 = 142 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии

вычисляем по формуле:

$$Z_{и} = \frac{C_{и} + \beta_n \cdot C_n}{T_{ст} \cdot N_{год} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{и}, \quad (27)$$

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

β_n – число переточек;

C_n – стоимость одной переточки, руб.;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента;

T_M – машинное время, мин.;

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

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 650$ шт.

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

Таблица 28 – Перечень инструмента базового технологического процесса

№ опер.	Наименование	T_M , мин	№ опер.	Наименование	T_M , мин.
005	Фреза торцевая ГОСТ 26595-85	9,6	020	Фреза концевая ГОСТ 17026-71	20,9
010	Фреза концевая ГОСТ 17026-71	22,9	025	Сверло ГОСТ 10903	12,9
015	Фреза концевая ГОСТ 17026-71	23,4	030	Сверло ГОСТ 10903	14,1

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по базовому тех. процессу (для стандартного инструмента) по формуле (27):

$$Z_{II} = \frac{956,1 + 8 \cdot 77}{60 \cdot 650 \cdot 9} \cdot 9,6 \cdot 0,98 + \frac{855,3 + 9 \cdot 68}{60 \cdot 650 \cdot 10} \cdot 22,9 \cdot 0,98 + \frac{1023 + 6 \cdot 92}{50 \cdot 650 \cdot 7} \cdot 23,4 \cdot 0,98 + \frac{956,6 + 7 \cdot 84}{45 \cdot 650 \cdot 8} \cdot 20,9 \cdot 0,98 + \frac{1106 + 6 \cdot 88}{50 \cdot 650 \cdot 7} \cdot 12,9 \cdot 0,98 + \frac{15632 + 0 \cdot 0}{189 \cdot 650} \cdot 14,1 \cdot 0,98 = 145,4 \text{ руб.}$$

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [12]:

$$Z_{эи} = (C_{пл} \cdot n + (C_{корп} + k_{компл} \cdot C_{компл}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{маш} \cdot (T_{ст} \cdot b_{фи} \cdot N)^{-1}, \quad (28)$$

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

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

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

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

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

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

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

N – количество вершин сменной многогранной пластины, шт.
(для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

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

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

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

В таблицу 29 внесем параметры инструмента.

Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле [12]:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{g_p \cdot H_{\text{нрс}} \cdot C_{\text{нрс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{нрс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (29)$$

где g_p – принятое количество оборудования, ($g_p = 3$ шт.);

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.740.ПЗ				

Таблица 29 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости ин-та, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
005	Фреза 20E3S100-38A20 SUMA	1,67	10256	250	-	0,90	7,2
	Фреза 80B05R-S45SE12F-А СМП SEET 1204AFSN 2230	1,17	21563 496	196	-	0,90	12,8
	Сверло 303DA-8.0-29-A08-M	0,05	5632	30	-	0,90	5,6
	Сверло 303DA-12.0-40-A12-M	0,02	5463	27	-	0,90	5,1
Итого							30,7

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

$C_{\text{прс}}$ – стоимость приспособлений, ($C_{\text{прс1}}=25563$ руб., $C_{\text{прс2}}=17300$ руб.,

$C_{\text{прс3}}=29631$ руб.).

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

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}} = 66\%$;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 650$ шт.

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (26):

$$Z_{\text{осн}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot (25563 + 17300 + 29631) \cdot 66}{650 \cdot 100} = 73,4 \text{ руб.}$$

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

Таблица 30 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Заработная плата с начислениями	393,7	151,4
Затраты на технологическую электроэнергию	7,3	2,0
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	17,7	142,0
Затраты на эксплуатацию оснастки	73,4	0
Затраты на инструмент	145,4	30,7
Итого	637,5	326,1

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:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N_{год}, \quad (30)$$

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

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

Тогда по (30):

$$\mathcal{E}_{год} = (637,5 - 326,1) \cdot 1100 = 342540 \text{ руб.}$$

Анализ уровня технологии производства

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{оп} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%,$$

(31)

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

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (31) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(6P13) = \frac{0,16}{1,73} \cdot 100\% = 9,2\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(53A11) = \frac{1,12}{1,73} \cdot 100\% = 64,7\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2H55) = \frac{0,45}{1,73} \cdot 100\% = 26,1\%;$$

По проектируемому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(V-40IT) = \frac{0,59}{0,59} \cdot 100\% = 100\%.$$

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 [12]:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (32)$$

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

g_{Σ} – 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:

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{35,25} = 3435,6 \text{ шт/чел.год}$$

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_b = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{103,8} = 1166,7 \text{ м/чел.год}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{пр} - B_b}{B_b} \cdot 100\%,$$

где $B_{пр}$, B_b – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

$$\Delta B = \frac{3435,6 - 1166,7}{1166,7} \cdot 100\% = 194,5\%$$

В таблице 31 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 31 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	650	1100	+450
Количество видов оборудования	шт.	3	1	-2
Количество рабочих	чел.	3	1	-2
Сумма инвестиций	т. руб.		2611,0	
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	1,73	0,59	-1,14
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	637,5	326,1	-296,3
- затраты на инструмент		145,4	30,7	-114,7
- заработная плата рабочих		393,7	151,4	-242,3
Доля прогрессивного оборудования	%	0	100	100
Производительность труда	шт/чел. год	1166,7	3435,6	+2268,9
Рост производительности труда	%	100	294,5	+194,5
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,11	0,14	+0,03
Годовой экономический эффект	тыс. руб.		342,54	
Срок окупаемости	лет		8	

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 1,95 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обуславливает увеличение объема выпуска продукции с 650 шт. до 1100 шт. в год, что при неизменных материальных и трудовых затратах также ведет к снижению себестоимости продукции.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Кронштейн», 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 325,93 т. руб. и срок окупаемости проекта 8 лет.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

3. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Введение

В дипломном проекте совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Кронштейн». Данная деталь изготавливается на ПАО "Машиностроительный завод имени М.И. Калинина", где и была выбрана для диплома в результате прохождения производственной практики.

В процессе совершенствования применяем современное высокопроизводительное оборудование с числовым программным управлением вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ LEADWELL V-40iT.

Выбор станка обусловлен с его возможностями обеспечить технические требования, формы и качество обрабатываемых поверхностей.

В результате совершенствования технологического процесса изготовления детали «Кронштейн», помимо роста производительности обработки, изменился характер труда производственных рабочих. Теперь для производства данной детали необходимы навыки операторов станков с программным управлением, наладчиков станков с программным управлением и операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ.

Следовательно, в методической части выпускной квалификационной работы рассмотрим особенности и структуру переподготовки рабочих по профессии «Токарь» 4 разряда на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда. Переподготовка ведется на базе "Регионального межотраслевого центра дополнительного профессионального образования", созданного в 2009 году на базе ОАО "МЗиК".

Цель разработки методической части: разработать учебную программу для переподготовки токарей по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда и разработать занятие теоретического обучения для данной переподготовки.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

3.1. Условия обучения и возможности обучающей организации

"Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования" создан в 2009 году на базе ОАО "МЗиК" и является его структурным подразделением.

Центр ДПО расположен в административном здании предприятия с общей площадью более 600 м².

Цель работы:

Основными целями деятельности Центра ДПО является обучение рабочих для предприятий оборонно-промышленного комплекса (далее ОПК) и обеспечение функционирования, совместно с Правительством Свердловской области и Союзом оборонных предприятий системы дополнительного профессионального образования работников предприятий оборонно-промышленного комплекса для развития их кадрового ресурса в условиях технического, технологического перевооружения и инновационного развития, реализации инвестиционных проектов.

Задачи:

1. Формирование системы дополнительного профессионального образования работников предприятий оборонно-промышленного комплекса в составе:

- центр по организации процесса дополнительного профессионального образования работников предприятий оборонно-промышленного комплекса и проведению обучения

- учебно-методическая и учебно-производственная база ВУЗов и других образовательных учреждений – участников системы дополнительного профессионального образования;

- технологическая база передовых предприятий оборонно-промышленного комплекса – участников системы дополнительного профессионального образования.

											Лист
											75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.740.ПЗ						

2. Формирование системы комплектования контингента обучающихся по программам дополнительного профессионального образования и программам профессиональной подготовки за счет:

- рабочих и специалистов предприятий входящих в состав ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей» оборонно-промышленного комплекса Свердловской области и предприятий других отраслей промышленности города Екатеринбурга и Свердловской области;

- лиц, состоящих на учете в центрах занятости;

- студентов и выпускников образовательных учреждений начального, среднего и высшего профессионального образования.

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

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

- учебные кабинеты, лаборатории, компьютерные классы;

- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;

- учебно-методический кабинет,

- техническую библиотеку, читальный зал;

- кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей;

- медицинский пункт;

- столовую;

- бытовые и другие помещения.

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

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

С целью повышения эффективности обучения по отработке навыков работы на погрузчиках, спецтехнике, а также для повышения уровня охраны труда и промышленной безопасности, обустроен учебный полигон (трактородром) с площадью 2000м².

В торгово-выставочном центре оборудован совмещенный класс по устройству основных механизмов выпускаемых погрузчиков: приборов, аппаратуры, учебно-наглядных пособий, подборка методической и технической литературы. Выставленные действующие образцы техники. Оборудован отдельный ангар для выполнения заданий водителями погрузчика (бетонированный, освещенный, с вентиляцией) в составе:

- стенд гидравлический с регулируемым углом наклона,
- смотровая яма,
- эстакада.

Методическое сопровождение:

На сегодняшний день Центре ДПО располагает следующими средствами обучения:

- оборудованный класс технического обучения;
- современные наглядные технические средства;
- учебные программы разработаны ФГУ «ВНИИ охраны и экономики труда», согласованы с МТУ Ростехнадзора по УрФО;
- техническая библиотека – порядка 30 000 экз.

Для учащихся:

Центре ДПО предоставляет студентам и учащимся учреждений СПО и ВПО возможность прохождения ознакомительной, производственной и преддипломной практик с последующим трудоустройством.

В таблице 32 приведем описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

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

Согласно Профессиональному стандарту, утвержденному приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «4» августа 2014г. № 530н, Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением (далее Стандарт) должен иметь:

-образование и обучение - Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)

-опыт практической работы - Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Таблица 32 – Описание трудовых функций

Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	A/01.2
Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2
Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2
Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2
Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2
Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	A/06.2
Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2

Проанализируем обобщенную трудовую функцию – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам».

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.

Обобщенная трудовая функция – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 8–14 квалитетам» 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 поверхностях 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.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

-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 33.

Таблица 33 – Анализ трудовой функции «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам»

Наименование	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.	Ко д	А/06. 2	Уровень (подуровень) квалификаци и	2
Трудовые действия Необходимые умения	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				
	Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам				
	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 А/01.2 – А/05.2				
Трудовые действия	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				

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

3.3. Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре ДПО

Основополагающим документом по профессиональной подготовке Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре является программа повышения квалификации.

Программа повышения квалификации состоит из теоретической части (72 академических часа) и производственного обучения (72 часа). Всего на обучение отводится 144 часа по учебно-тематическому плану.

В ходе обучения учащиеся изучают основы технического черчения, допуски и посадки основы материаловедения, основы электротехники электроники, основы программирования, устройство обрабатывающих центров, а также обучаются настраивать и наладивать вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ LEADWELL V-40iT непосредственно в ходе практического обучения на предприятии.

Учебный график рассчитан на 4 часа в день с пяти часов, поскольку обучения ведется без отрыва о производства. Таким образом, срок обучения составляет 8 недель с учетом подготовки и сдачи квалификационного экзамена.

После прохождения курса сдаётся квалификационный экзамен, состоящий из теоретической (контрольный тест) и практической (обработка детали) частей. В случае успешной сдачи экзамена, присваивается 2-й разряд по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.

Учебно-тематический план повышения квалификации по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ приведен в таблице 34.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Таблица 34 - Учебно-тематический план повышения квалификации по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Наименование темы	Количество часов			Форма контроля
	Общее	Теоретическое обучение	Практическое обучений	
<i>Теоретическое обучение</i>	72	40	32	
1. Техническое черчение	10	4	6	Контрольный чертеж
2. Допуски, посадки, технические измерения	6	4	2	Задание
3. Современные металлорежущие инструменты	10	6	4	Задание по выбору инструмента
4. Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ	14	8	6	Задание по разработке технологии
5. Устройство станков с ЧПУ	14	10	4	Тест
6. Основы программирования обработки деталей на станках с ЧПУ	12	4	8	Задание по разработке УП
7. Техника безопасности и пожарная безопасность на предприятии	6	6	-	Тест
<i>Практическое обучение</i>	72	12	60	
Наладка обрабатывающего центра LEADWELL V-40iT	16	4	12	Задание по наладке станка
Отработка управляющих программ токарной обработки деталей	32	4	28	Задание по отработке УП
Отработка управляющих программ фрезерования и сверления деталей	24	4	20	Задание по отработке УП
ИТОГО	144	52	92	

В таблице 35 приведено соотношение требований Профессионального стандарта и структуры учебно-тематического плана.

Таблица 35 - соотношение требований Профессионального стандарта и структуры учебно-тематического плана

Темы учебно-тематического плана	Требования Профессионального стандарта
<i>Теоретическое обучение</i>	
1. Техническое черчение	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
2. Допуски, посадки, технические измерения	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
3. Современные металлорежущие инструменты	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
4. Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
5. Устройство станков с ЧПУ	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
6. Основы программирования обработки деталей на станках с ЧПУ	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
7. Техника безопасности и пожарная безопасность на предприятии	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам
<i>Практическое обучение</i>	
Наладка обрабатывающего центра LEADWELL V-40iT	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
Отработка управляющих программ токарной обработки деталей	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам
Отработка управляющих программ фрезерования и сверления деталей	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам

В методической части дипломного проекта выберем тему «Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ». На эту тему отводится 14, из них - 8 часов теоретическое обучение, 6 – практическое. В следующем параграфе рассмотрим содержание выбранной темы и тематическое планирование.

3.4. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Современные металлорежущие инструменты»

Цели изучения темы «Современные металлорежущие инструменты»

знания:

- сформировывать у обучаемых знания о современных металлорежущих инструментах;
- сформировать у обучаемых знания о выборе инструментов для станков с ЧПУ;
- сформировать у обучаемых знания выбора режимов обработки на станках с ЧПУ: особенностях процесса резания на станках с ЧПУ, выбора режимов резания;
- сформировать у обучаемых знания эффективности работы режущих инструментов в условиях ГПС.

умения:

- способствовать развитию умений и приобретению навыков при выборе металлорежущих инструментов;
- способствовать развитию умений и приобретению навыков при выборе режимов обработки на станках с ЧПУ;
- способствовать формированию умений творческого подхода к решению профессиональных задач.

Критерии и норма достижения целей:

- понимание закономерностей изучаемых явлений;
- умение соотносить между собой понятия и факты, явления и сущность процессов;
- умение обосновать изложенные понятия, явления, обобщать и делать выводы;
- умение находить взаимосвязи и взаимозависимости в изучаемом материале.

Содержание темы «Современные металлорежущие инструменты»:

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

Современные, высокопроизводительные металлорежущие инструменты. Выбор режимов резания.

Перспективно-тематический план приведен в таблице 36.

Таблица 36 - Перспективно-тематический план изучения темы «Современные металлорежущие инструменты»

№ Занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1	2	3	4	5	6
Тема 1 (2 часа)	Современные металлорежущие инструменты	Образовательные: сформировывать у обучаемых знания о современных металлорежущих инструментах Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация, презентации плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная
		Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать каталоги металлорежущих инструментов			
Тема 2 (2 часа)	Особенности выбора инструментов для станков с ЧПУ	Образовательные: сформировывать у обучаемых знания о выборе инструментов для станков с ЧПУ Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты	Фронтальная

Окончание таблицы 36

1	2	3	4	5	6
Тема 2 (2 часа)	Особенности выбора инструментов для станков с ЧПУ	поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать каталоги металлорежущих инструментов	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная
Тема 3 (2 часа)	Особенности выбора режимов обработки на станках с ЧПУ	Образовательные: сформировать у обучаемых знания выбора режимов обработки на станках с ЧПУ: особенностях процесса резания на станках с ЧПУ, выбора режимов резания Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать каталоги металлорежущих инструментов	Словесные (беседа, рассказ, объяснение).	Учебная презентация, учебные плакаты	Фронтальная

3.5. Выбор урока и разработка плана и плана-конспекта урока

Для дальнейшей разработки выберем тему «Современные металлорежущие инструменты»

Цели урока:

Образовательные: сформировывать у обучаемых знания о современных

											Лист
											86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.740.ПЗ						

металлорежущих инструментах.

Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности к производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия

Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать каталоги металлорежущих инструментов

Учебно-наглядные пособия, используемые на уроке: учебник, справочник-каталог по металлорежущим инструментам, презентация, рисунки на доске.

Методические указания: необходимо привить сознательное усвоение материала о современных металлорежущих инструментах.

Ход занятия:

I. Организационная часть (1 минута)

Проверка присутствующих по журналу

II. Подготовка к изучению нового материала (1 минута).

Сообщение темы и целей занятия.

III. Объяснение нового материала (70 минут).

Номенклатура режущих инструментов, применяемых в автоматизированном производстве, практически совпадает с применяемой на универсальных станках. Однако к этим инструментам предъявляются более жесткие требования по точности размеров, формы и качеству заточки, оформленные в виде специальных стандартов.

Во вновь разработанных конструкциях режущих инструментов широко используются СМП не только в резцах, но и сверлах, комбинированных инструментах, фрезах и др.

Для обработки отверстий широкое применение нашли перовые сверла, позволяющие быстро изменять диаметр за счет замены пластин, закрепляемых винтами в жестких оправках, а также твердосплавные сверла с

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

внутренним подводом СОЖ, оснащенные СМП.

Для сокращения числа переходов используются комбинированные инструменты: ступенчатые сверла, зенкеры-развертки, сверла-метчики (рис. 21, а) и другие и даже целые агрегаты в виде корпусов сложной формы, оснащенных большим числом СМП, каждая из которых обрабатывает определенную поверхность заготовки (рис. 21, б).

Для расточки ступенчатых отверстий применяются разнообразные многолезцовые расточные оправки с резцовыми вставками, оснащенными СМП (рис. 21, в).

При конструировании торцовых фрез агрегатно-модульный принцип используется за счет применения кассет, оснащенных СМП разной формы режущих кромок.

На горизонтально-фрезерных станках, встраиваемых в автоматические линии, применяют наборы фрез, закрепленных на одной оправке (рис. 22, а) и предназначенных для одновременной обработки нескольких поверхностей заготовки. За счет этого существенно повышается производительность, а также точность взаимного расположения обработанных поверхностей.

Для фрезерования по трем координатам на станках с ЧПУ используют комбинированную фрезу — сверло (рис. 22, б), у которой режущие кромки на торце подобны применяемым на спиральных сверлах и работают при осевой подаче, а режущие кромки на цилиндрической части работают, как у торцевых фрез при подаче по контуру.

Для обработки сложных фасонных поверхностей применяют концевые фрезы со сферической или радиусной формой режущих кромок (рис. 22, в).

С целью обеспечения быстросменности инструмента и сокращения времени простоев оборудования настройка инструментов на размер осуществляется с помощью специальных приспособлений вне станка.

Для этого режущие инструменты снабжаются регулируемыми элементами. Например, у резцов используют для этого винты со сферической

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88



Рисунок 21-Комбинированные инструменты

а-сверло-метчик; б-сверло-зенкер; в-расточная оправка, оснащенная твердосплавными СМП



Рисунок 22–Фрезерные инструменты:

а-фреза-сверло; б-концевая фреза для обработки фасонных поверхностей.

Для сокращения времени замены резцов используются различные

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

устройства, одно из которых показано на рис. 23, б. Здесь крепление резца 1 осуществляется подпружиненным клином 2. Для замены резца достаточно рукояткой 3 сдвинуть тягу влево, и резец свободно снимается. Регулировка на размер здесь также осуществляется за счет самотормозящегося винта 4, опирающегося на неподвижную опору 5, установленную в корпус 6.

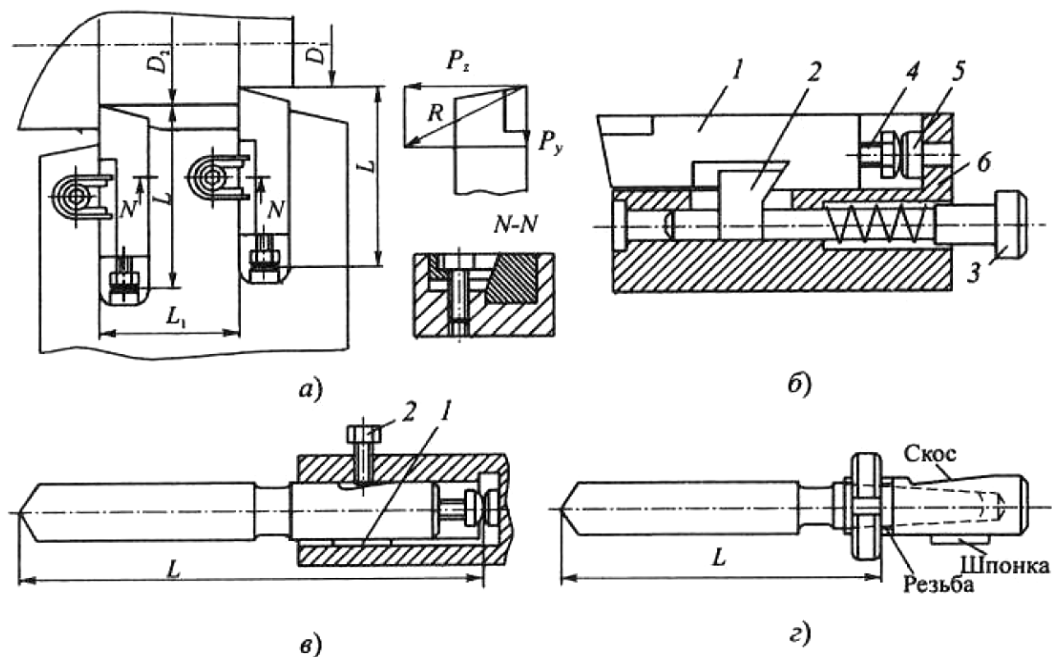


Рисунок 23 – Устройства для бесподналадочной замены: а, б - резцов; в, г - осевых инструментов

Бесподналадочная замена осевых инструментов (сверл, зенкеров, разверток и т.д.) достигается с помощью регулировочных винтов рис. 23, в) или регулировочных гаек (рис. 23, г), позволяющих изменять вылет инструмента L . Крутящий момент в обоих примерах воспринимается шпонкой 1, а зажим осуществляется винтом 2, упирающимся в скошенную лыску на хвостовике.

При конструировании быстросменных наладок инструментов во избежание раскрепления при переменных нагрузках необходимо использовать направления составляющих силы резания таким образом, чтобы они принимали державки к опорным поверхностям блока, а не к

элементам для регулировки и крепления (см. рис. 23, а).

									Лист
									90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.740.ПЗ				

Для повышения размерной стойкости инструментов, которая по величине меньше стойкости до полного износа инструмента, когда процесс резания становится невозможным, применяют самые различные устройства для автоматической поднастройки инструмента на размер в процессе работы, Один из примеров такого устройства схематично представлен на рис. 28. Измерительное устройство станка контролирует размер отверстия и при его приближении к границам допуска дает команду на осуществление поднастройки. При этом тяга 1 с конической частью перемещается вдоль оси и через стержни 2 разжимает упругие элементы резцовой головки 3, регулируя, таким образом, диаметр расточки D .



Рисунок 24 - Расточная оправка с автоматической поднастройкой на размер

Разработана эффективная система автоматической настройки (САН) расточных оправок металлорежущих станков (рис. 24), позволяющая производить диаметральную настройку оправок непосредственно на станке перед растачиванием отверстия. Это дает возможность учитывать

погрешность установки оправки в шпиндель, а также размерный износ расточного резца, что особо важно при чистовой обработке. САН реализует способ управления размерными связями металлорежущих станков, при котором для исключения влияния указанных погрешностей на конечную точность обработки для каждого диаметрального размера определяется фактически достигнутый размер настройки и сравнивается с эталонным значением, которое задано картой наладки. По результатам сравнения вносится соответствующая коррекция в статическую настройку металлорежущих станков (диаметральный размер).

САН функционирует следующим образом. Оправка, внутри которой расположена система автоматического регулирования вылета расточного резца, устанавливается автооператором станка в шпиндель. Вследствие влияния ряда факторов (погрешности установки оправки в шпиндель, предварительной настройки технологической системы и др.) фактически достигнутый настроечный размер $D_{н.ф} = 2R_{н.ф}$ отличается от эталонного $D_{н.э}$, принятого на этапе разработки управляющей программы (УП).

На столе станка установлены два высокоточных датчика Д1, Д2, расположенные по его краям на расстоянии A_2 относительно друг друга. Датчики через блок согласования связаны с устройством числового программного управления (УЧПУ) станка. Для компенсации указанных погрешностей измеряются два размера И1, И2 с учетом «нуля станка». При этом вершина режущей кромки инструмента поочередно касается штоков датчиков Д1, Д2 при перемещении стола станка по координате X. По результатам измерений определяются отклонения $\pm K$ значения $D_{н.ф}$ от эталонного $D_{н.э}$ поскольку размер A_2 измеряется один раз при установке датчиков Д1, Д2, а размер A_1 равен разности размеров И1 и И2 ($A_1 = И1 - И2$).

Датчики Д1, Д2 через блок согласования выдают сигналы в УЧПУ станка (блок управления серводвигателями). По результатам этих

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

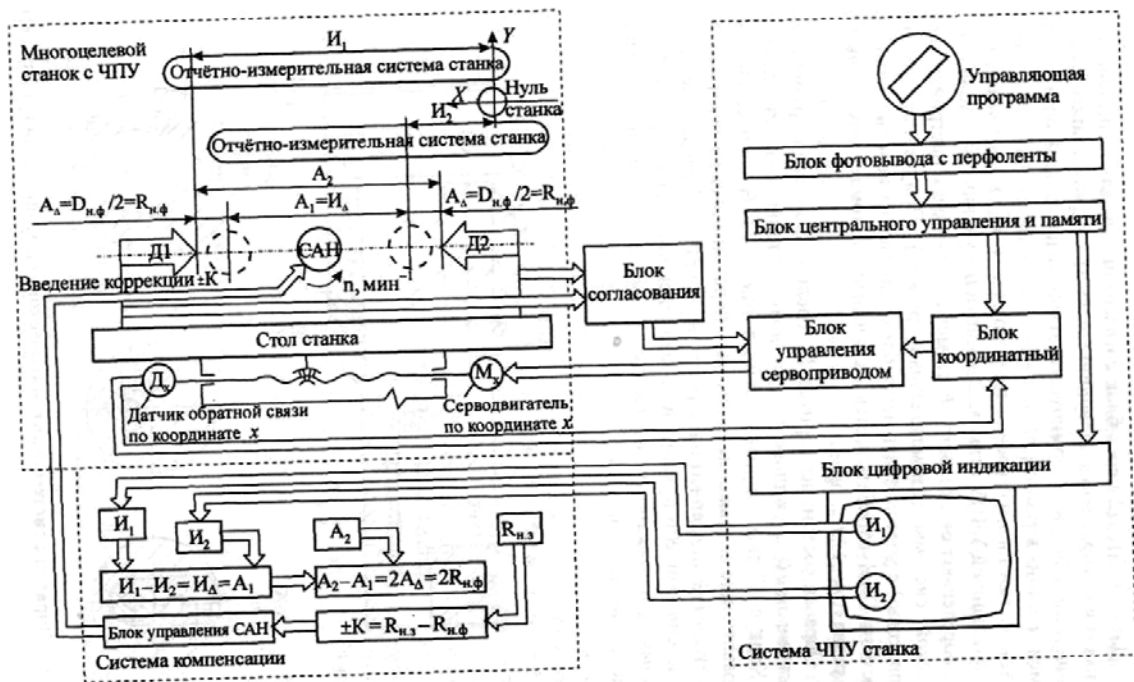


Рисунок 25 – Структурная схема автоматической настройки расточных оправок

управляющих воздействий формируется команда на точный останов стола в момент касания вершины резца либо с датчиком Д1, либо с датчиком Д2. Результат каждого измерения размеров (И1 и И2) высвечивается цифровой индикацией УЧПУ станка. Суммируя Полученные значения с A_2 , $D_{н.ф.}$, $D_{н.з.}$, определяют отклонение $\pm K$ размера статической настройки технологической системы (диаметральный размер). Полученное отклонение (коррекцию) с учетом знака через блок управления исполнительным устройством САН обрабатывается механизмом автоматического выдвижения резца (рис. 26) оправки.

Оправка состоит из корпуса 17, соединенного с инструментальным хвостовиком 10, служащим для установки устройства в шпиндель, станка.

Корпус 17 зафиксирован двумя винтами 13. В корпусе выполнены направляющие скольжения, в которых перемещаются резцедержатель 6 и толкатель 1. Резцедержатель с расточным резцом 7 удерживается от поворота шпонкой 8 и пружиной 5, закрепленной в пазу корпуса 17 двумя винтами 4, постоянно поджимается к толкателю 1. Резец 7 закреплен в резцедержателе 6

преобразуется в поступательное движение толкателя 1 и резцедержателя 6. В результате резец 7 перемещается на требуемую величину. После этого цепь питания электродвигателя разрывается.

По окончании процесса настройки (или поднастройки) происходит автоматическое отсоединение разъема питания электродвигателя и включение УЧПУ на обработку основной программы. Точность перемещения резца составляет 0,003 мм. Точность определения отклонения размера статической настройки обусловлена точностью срабатывания датчиков Д1 и Д2 (см. рис. 5), накопленной погрешностью определения размера A_2 между базами датчиков Д1 и Д2. Таким образом, общая погрешность определения отклонения размера статической настройки оценивается величиной 0,011 мм на диаметр. Использование САН на станках данного типа позволяет, например, повысить точность диаметральных размеров отверстий при тонком растачивании в 1,8—2,5 раза.

В настоящее время для обрабатывающих центров создаются так называемые «интеллектуальные» режущие инструменты, у которых регулирование положения режущих кромок осуществляется с помощью элементов мехатроники. Мехатроника — это современное направление развития науки и техники, базирующееся на использовании достижений точной механики, электроники и электротехники, для создания комплектных интегрированных интеллектуальных систем движения рабочих органов машин и средств управления ими.

Существенно сокращает простом станков с ЧПУ автоматическая смена инструментов с помощью манипуляторов. Для этого инструменты должны иметь специальные устройства для захвата и специальные патроны для автоматического крепления на станке. Поэтому инструментальная оснастка таких станков имеет весьма развитую подсистему вспомогательных инструментов.

IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

материала (15 минут).

4.1. Чем отличается номенклатура режущих инструментов, применяемых в автоматизированном производстве, от применяемой на универсальных станках?

Номенклатура режущих инструментов, применяемых в автоматизированном производстве, практически совпадает с применяемой на универсальных станках. Однако к этим инструментам предъявляются более жесткие требования по точности размеров, формы и качеству заточки, оформленные в виде специальных стандартов.

Во вновь разработанных конструкциях режущих инструментов широко используются СМП не только в резцах, но и сверлах, комбинированных инструментах, фрезах и др.

4.2. Какие сверла получили широкое распространение для обработки отверстий? Назовите достоинства.

Для обработки отверстий широкое применение нашли перовые сверла, позволяющие быстро изменять диаметр за счет замены пластин, закрепляемых винтами в жестких оправках, а также твердосплавные сверла с внутренним подводом СОЖ, оснащенные СМП.

4.3. Какие инструменты использую для сокращения числа переходов?

Для сокращения числа переходов используются комбинированные инструменты: ступенчатые сверла, зенкеры-развертки, сверла-метчики (рис. 1, а) и другие и даже целые агрегаты в виде корпусов сложной формы, оснащенных большим числом СМП, каждая из которых обрабатывает определенную поверхность заготовки.

Для расточки ступенчатых отверстий применяются разнообразные многорезцовые расточные оправки с резцовыми вставками, оснащенными СМП.

При конструировании торцовых фрез агрегатно-модульный принцип используется за счет применения кассет, оснащенных СМП разной формы

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

режущих кромок.

На горизонтально-фрезерных станках, встраиваемых в автоматические линии, применяют наборы фрез, закрепленных на одной оправке и предназначенных для одновременной обработки нескольких поверхностей заготовки. За счет этого существенно повышается производительность, а также точность взаимного расположения обработанных поверхностей.

Для фрезерования по трем координатам на станках с ЧПУ используют комбинированную фрезу — сверло, у которой режущие кромки на торце подобны применяемым на спиральных сверлах и работают при осевой подаче, а режущие кромки на цилиндрической части работают, как у торцевых фрез при подаче по контуру.

Для обработки сложных фасонных поверхностей применяют концевые фрезы со сферической или радиусной формой режущих кромок.

4.4. Что используют для обеспечения быстросменности инструмента?

С целью обеспечения быстросменности инструмента и сокращения времени простоев оборудования настройка инструментов на размер осуществляется с помощью специальных приспособлений вне станка.

Для этого режущие инструменты снабжаются регулируемыми элементами. Например, у резцов используют для этого винты со сферической головкой, ввинчиваемые с торца в державку, и после регулировки на размер L крепление в сменном резцовом блоке осуществляют с помощью клиньев и винтов. Бесподналадочная замена осевых инструментов (сверл, зенкеров, разверток и т.д.) достигается с помощью регулировочных винтов) или регулировочных гаек, позволяющих изменять вылет инструмента L.

При конструировании быстросменных наладок инструментов во избежание раскрепления при переменных нагрузках необходимо использовать направления составляющих силы резания таким образом, чтобы они принимали державки к опорным поверхностям блока, а не к элементам для регулировки и крепления.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

4.5. Дайте определение понятию «Мехатроника»

Мехатроника — это современное направление развития науки и техники, базирующееся на использовании достижений точной механики, электроники и электротехники, для создания комплектных интегрированных интеллектуальных систем движения рабочих органов машин и средств управления ими.

V. Подведение итогов занятия (1 минута).

Обучающийся должен знать: современные металлорежущие инструменты.

VI. Домашнее задание (2 минуты)

Изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.

Таблица 37 – План занятия теоретического обучения

Этапы урока, время	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебных действий
1	2	3
Организационная часть, 2 минуты	I. Организационная часть (1 минута) Проверка присутствующих по журналу II. Подготовка к изучению нового материала (1 минута). Сообщение темы и целей урока.	Урок начинается с вводной организационной части, проверки присутствующих по журналу, сообщения темы и целей урока, Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему урока, отвечают на вопросы преподавателя.
Объяснение нового материала, 70 минут	III. Объяснение нового материала (70 минут). Современные металлорежущие инструменты	Действия преподавателя: при объяснении нового учебного материала преподаватель использует словесные методы: устное изложение нового материала, беседу; использует наглядные методы: показ натуральных (инструменты, приборы, детали и узлы оборудования, образцы материалов, изделий и т.п.); изобразительных (плакаты, модели, макеты, схемы) средств наглядности. Действия учащихся: слушают преподавателя, конспектируют новый материал, зарисовывают схемы и

Окончание таблицы 37

1	2	3
		рисунки, рассматривают средства наглядности, отвечают на вопросы преподавателя
Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала, 15 минут	<p>IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала (15 минут).</p> <p>4.1. Чем отличается номенклатура режущих инструментов, применяемых в автоматизированном производстве, от применяемой на универсальных станках?</p> <p>4.2. Какие сверла получили широкое распространение для обработки отверстий? Назовите достоинства.</p> <p>4.3. Какие инструменты используют для сокращения числа переходов?</p> <p>4.4. Что используют для обеспечения быстроты смены инструмента?</p> <p>4.5. Дайте определение понятию «Мехатроника»</p>	<p>Преподаватель опрашивает группу учащихся по новой теме, задает вопросы, используя вопросно-ответный метод – беседу, дает задание - решить два примера, подводит итоги о проделанной работе.</p> <p>Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему урока, отвечают на вопросы преподавателя. Учащиеся отвечают на вопросы преподавателя, глядя на наглядные средства обучения, решают два примера.</p>
Выдача домашнего задания, 3 минуты	<p>V. Подведение итогов занятия (1 минута)</p> <p>Обучающийся должен знать: Последовательность обработки типовых деталей и поверхностей.</p> <p>VI. Домашнее задание (2 минуты)</p> <p>Изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.</p>	<p>Преподаватель подводит итоги по пройденной теме, выдает домашнее задание: изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.</p> <p>Учащиеся слушают преподавателя, записывают домашнее задание.</p>

3.6. Разработка методического обеспечения

Тестовые задания

В заданиях 1 – 4 один или несколько вариантов правильных ответов.

1. К номенклатуре режущих инструментов, применяемых в автоматизированном производстве, применяют

- А. более жесткие требования
- Б. более мягкие требования
- В. требования по точности размеров

Г. требования по форме и качеству заточки

Д. требования по твердости

Ответ: __, __, __, __, __, __.

Эталон ответа: А, В, Г.

2. Во вновь разработанных конструкциях режущих инструментов широко используются СМП:

А. в резцах

Б. в протяжках

В. в сверлах

Г. фрезях

Ответ: __, __, __, __.

Эталон ответа: А, В, Г.

3. Для обработки отверстий широкое применение нашли:

А. расточные резцы

Б. перовые сверла

В. быстрорежущие сверла

Г. твердосплавные сверла с внутренним подводом СОЖ

Д. сверла, оснащенные СМП

Ответ: __, __, __, __.

Эталон ответа: Б, Г, Д.

4. Для сокращения числа переходов используются

А. ступенчатые сверла

Б. зенкеры-развертки

В. сверла-метчики

Г. сверла-фрезы

Д. наборы фрез

Ответ: __, __, __, __.

Эталон ответа: А, Б, В, Г, Д.

В задании 5 впишите недостающие слова

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. Мехатроника — это _____
_____, базирующееся на использовании _____
_____, _____, для создания _____
_____ движения рабочих
органов машин и средств управления ими.

Эталон ответа: современное направление развития науки и техники, достижений точной механики, электроники и электротехники, комплектных интегрированных интеллектуальных систем.

Заключение

В методической части дипломного проекта проведен анализ нормативной, программной и учебной документации и разработана программа теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ LEADWELL V-40iT.

Решены следующие задачи:

- Приведено описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре ДПО;
- Проведен анализ Профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработан учебный план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработано содержание и плана проведения учебных занятий по теме «Современные металлорежущие инструменты»;
- Разработан план и план-конспект учебного занятия по теме «Современные металлорежущие инструменты»;
- Разработано методическое обеспечение учебного занятия по теме «Современные металлорежущие инструменты» в форме тестовых заданий.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в дипломном проекте был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Кронштейн» в условиях серийного производства с использованием оборудования с ЧПУ.

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 комплексную операцию на ОЦ с ЧПУ.

В экономической части дипломного проекта были определены единовременные вложения, себестоимость обработки детали по проектному варианту. Согласно расчетам, экономический эффект составил 325,93 т. руб. в год.

В методической части проекта была разработана методика проведения занятия теоретического обучения для операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.
2. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.
3. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
4. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
5. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург, Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.
6. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008.34с.
7. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.
8. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.
9. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

10. 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.

11. 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.

12. Технология машиностроения : учебное пособие для вузов [Гриф Минобразования РФ]. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; ред. С. Л. Мурашкин. - 2-е изд., доп. - Москва : Высшая школа, 2005. - 278 с.

13. 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.

14. Электронный каталог «Pramet», Фрезерование, 2014 г.

15. Электронный каталог «Pramet», Обработка отверстий, 2014 г.

16. Электронный каталог «Pramet», Цельные фрезы, 2015 г.

17. Электронное руководство по эксплуатации Fanuc для системы многоцелевого станка.

18. <http://uas.su/books/specialmethodsforcasting/21/razdel21.php>

19. <https://cftech.ru/machine/puma-mx2600-series/>

20. <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/>

21. <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833>.

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

23. <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/pages/default.aspx>.

					ДП 44.03.04.740.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1.Кронштейн Отливка	ДП 44.03.04.740.01	A1	1	
2.Кронштейн	ДП 44.03.04.740.02	A1	1	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.740.Д01	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.740.Д02	A1	1	
5.Управляющая программа на опер. 005 (фрагмент)	ДП 44.03.04.740.Д03	A1	1	
6. Иллюстрация технико-экономические показатели	ДП 44.03.04.740.Д04	A1	1	

