

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)»
Факультет «Машиностроительный»
Кафедра «Технология производства машин»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, к.т.н.
_____ А.В. Плаксин
« ____ » _____ 2017 г.

Участок механической обработки детали «Кронштейн крепления заряда»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ – 15.03.05.2017.635.00 ВКР

Консультант, должность
старший преподаватель
_____ / О.Б.Кучина /
« ____ » _____ 2017 г.

Руководитель, должность
доцент, кандидат технических наук
_____ / Ю.Г.Миков /
« ____ » _____ 2017 г.

Консультант, должность
старший преподаватель
_____ / Е.С.Шапранова /
« ____ » _____ 2017 г.

Автор
студент группы МиМс-441
_____ / Е.М.Филифёрова /
« ____ » _____ 2017 г.

Консультант, должность
старший преподаватель
_____ / Я.В.Высогорец /
« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролер, должность
старший преподаватель
_____ / Е.С.Шапранова /
« ____ » _____ 2017 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО – УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
в г. Миассе

Факультет «Машиностроительный»
Кафедра «Технология производства машин»
Направление «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.В. Плаксин
_____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу студента
Филифёровой Елены Максимовны

_____ (Ф. И.О. полностью)

Группа МиМс-441

1. Тема работы

Участок механической обработки детали «Кронштейн крепления заряда»

_____ (название)

утверждена приказом по университету от _____ 20__ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____ 16.06.2017

3. Исходные данные к работе

1 Чертеж детали; _____

2 Годовая программа выпуска $N = 1000$ шт; _____

3 Отчет по практике; _____

4 Методические указания к выполнению ВКР. _____

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Технологические раздел:

1.1 Описание конструкции и назначения детали;

1.2 Обоснование типа производства;

1.3 Выбор и описание заготовки;

1.4 Выбор технологических баз;

1.5 Выбор метода обработки поверхностей;

1.6 Выбор маршрута обработки с разработкой операционных эскизов;

1.7 Размерный анализ;

1.8 Расчет режимов резания:

1.8.1 Аналитический расчет режимов резания;

1.8.2 Табличный расчет режимов резания;

1.8.3 Расчет штучного времени и нормирование.

2. Конструкторский раздел:

2.1 Проектирование специальной фрезы.

2.2 Проектирование и расчет станочного приспособления для фрезерной операции 040;

2.3 Проектирование и расчет станочного приспособления для фрезерной операции 055;

2.4 Проектирование и расчет контрольного приспособления;

3 Строительный раздел:

3.1 Расчет количества единиц оборудования и их загрузка;

3.2 Расчет числа производственных рабочих;

3.3 Определение основных параметров производственного здания;

4 Автоматизированное проектирование

4.1 Выполнение симуляции мех.обработки на станках с ЧПУ

4.2 Построение 3D модели станочного приспособления

4.3 Создание технологического процесса в программах САРР

5 Безопасность жизнедеятельности:

5.1 Производственный микроклимат;

5.2 Производственное освещение;

5.3 Пожарная безопасность;

5.4 Вентиляция;

5.5 Несчастные случаи.

Заключение

Библиографический список

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

1 Заготовка	(А1)
2 Размерный анализ технологического процесса	(А1)
3 Станочное приспособление для фрезерной операции 040	(А1)
4 Станочное приспособление для фрезерной операции 040 3D	(А1)
5 Станочное приспособление для фрезерной операции 055	1,5(А1)
6 Контрольное приспособление	(А1)
7 Специальная фреза	(А2)
8 Планировка участка и разрез здания	(А1)

Всего 8 листов

6. Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный	О.Б.Кучина		
Безопасность жизнедеятельности	Е.С.Шапранова		
Автоматизированное проектирование	Я.В.Высогорец		

7. Дата выдачи задания 3 апреля 2017г.

Руководитель _____ Ю.Г.Миков
(подпись) (И.О. Ф.)

Задание принял к исполнению _____ Е.М.Филифёрова
(подпись студента) (И.О. Ф.)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении руководителя
Технологический раздел	03.04.2017-28.04.2017	
Конструкторский раздел	17.04.2017-05.06.2017	
Строительный раздел	01.06.2017-11.06.2017	
Безопасность жизнедеятельности	01.06.2017-11.06.2017	
Оформление пояснительной записки	12.06.2017-15.06.2017	
Представление ВКР руководителю	16.06.2017-20.06.2017	
Нормоконтроль	20.06.2017-26.06.2017	
Утверждение	20.06.2017-26.06.2017	

Заведующий кафедрой _____ /А.В. Плаксин/

Руководитель работы _____ /Ю.Г. Миков/

Студент _____ /Е.М. Филифёрова/

АННОТАЦИЯ

Филифёрова Е.М. Участок механической обработки детали «Кронштейн крепления заряда». – Миасс: ЮУрГУ, МиМс, 2017, с. 77, библиографический список – 13 наим., 4 таблицы, 23 рисунка, 7 чертежей формата А1, 2 чертежа формата А2.

В данной выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс обработки детали «Кронштейн крепления заряда» с использованием вертикального обрабатывающего центра Fadal 4020. Составлен и посчитан размерный анализ, спроектирована технологическая оснастка, режущий инструмент, контрольное приспособление. Рассчитаны режимы резания и нормирование операций.

Было посчитано: количество и коэффициент загрузки станка, число производственных рабочих, для того чтобы спроектировать участок механической обработки и разрез здания.

Составлены маршрутный, операционный технологические процессы, и наглядно представлена обработка в программе САПР.

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Филифёрова			Участок механической обработки детали «Кронштейн крепления заряда»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Миков					6	77
<i>Реценз.</i>						ЮУрГУ Кафедра ТПМ		
<i>Н. Контр.</i>		Шапранова						
<i>Утверд.</i>		Плаксин						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	11
1.1 Описание конструкции и назначение детали	11
1.2 Обоснование типа производства.....	14
1.3 Выбор и описание заготовки	15
1.4 Выбор технологических баз.....	15
1.5 Выбор метода обработки поверхностей	15
1.6 Выбор маршрута обработки с разработкой операционных эскизов	16
1.7 Размерный анализ	27
1.8 Расчет режимов резания	35
1.8.1 Аналитический расчет	35
1.8.2 Табличный расчет	38
1.8.3 Расчет штучного времени и нормирование операций	45
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	48
2.1 Проектирование специальной фрезы	48
2.2 Проектирование и расчет приспособления для фрезерной операции №040.....	49
2.3 Проектирование и расчет приспособления для фрезерной операции №055.....	53
2.4 Проектирование и расчет контрольного приспособления	55
3 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	57
3.1 Расчет количества единиц и оборудования и их загрузка	57
3.2 Расчет числа производственных рабочих.....	57
3.3 Определение основных параметров производственного здания	58
4 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	61
4.1 Выполнение симуляции мех.обработки на станках с ЧПУ	61
4.2 Построение 3D модели станочного приспособления.....	62
4.3 Создание технологического процесса в программах САПР	64
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	66
5.1 Производственный микроклимат	67

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

5.2 Производственное освещение	68
5.3 Пожарная безопасность	70
5.4 Вентиляция	72
5.5 Несчастные случаи	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	76

Графическая часть на 7 листе ф. А1

Графическая часть на 2 листе ф. А2

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Одна из наиболее важных задач, стоящих перед нашим обществом, - задача повышения научно-технического уровня, обеспечения быстрого роста производительности труда, повышение эффективности общественного производства.

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Рост промышленности, а также темпы перевооружения их новой техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения.

Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкции машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. От принятой технологии производства во многом зависит надёжность работы выпускаемых машин, а также экономика их эксплуатации.

Одной из главных задач технологии машиностроения является изучение закономерностей протекания технологических процессов и выявление параметров, воздействуя на которые можно интенсифицировать производство и повысить его точность. Знание этих закономерностей является основным условием рационального проектирования технологических процессов. Лишь на базе этих закономерностей может решаться задача автоматизации производства. В каждом конкретном случае принятый вариант автоматизации должен подтверждаться точными технологическими и экономическими расчётами.

Ракетостроение является не только отраслью обороной промышленности, но и одной из отраслей машиностроения. Морские ракеты - специфичная техника и процесс их создания многогранен. Он включает проектирование, конструирование, освоение изготовления на заводе, экспериментальную отработку, опытную эксплуатацию, летные испытания.

Баллистические морские ракеты, изготавливаемые на предприятиях ММЗ и ГРЦ, отличает использование жидкостных двигателей с подводным

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

запуском, предельно плотная компоновка, утопленные двигатели, применение в условиях морской среды алюминиевых сплавов.

В последние годы проведения реформ и ориентации экономики на рыночные отношения, а так же в условиях конкуренции, проведение коренных реформ всех звеньев производства является необходимостью. Совершенствование технологий является одним из основных факторов повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции, а так же для дальнейшего развития производства. Кроме того, важным условием конкурентоспособности предприятия в современных условиях является гибкость производства, позволяющая при изменении рыночной конъюнктуры в короткие сроки перейти на выпуск другой продукции.

Стратегия развития «Миасского машиностроительного завода» ориентирована на удовлетворение запросов конкретного потребителя, постоянное обновление модельного ряда продукции, повышение качества, освоение новых технологий и рынков.

«Миасский машиностроительный завод», имеет большое количество медалей и наград с международных выставок. Одной из важных задач ММЗ является техническое перевооружение действующего производства. Необходимо внедрение новых технологий обработки и современного оборудования.

Задачей выпускной квалификационной работы является проектирование нового технологического процесса механической обработки с целью снижения себестоимости детали и уменьшению затрат труда на ее изготовление, за счет повышения коэффициента использования материала (уменьшение припусков на механическую обработку), снижения времени занятости рабочего и повышения гибкости участка (применение станков с ЧПУ), повышения коэффициента загрузки оборудования, снижения стоимости дорогостоящего режущего инструмента (замена материала на более износостойкий и долговечный) и т.д.

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Описание конструкции и назначение детали

Баллистическая ракета РСМ-54 для подводных лодок (рисунок 1) характеризуется:

- наличием двигателей, «утопленных» в топливных емкостях ракет (как в баке горючего, так и в баке окислителя);
- совмещением функций днища бака и рамы двигателя;
- подводным запуском;
- цельносварным корпусом;
- применением вафельных оболочек.

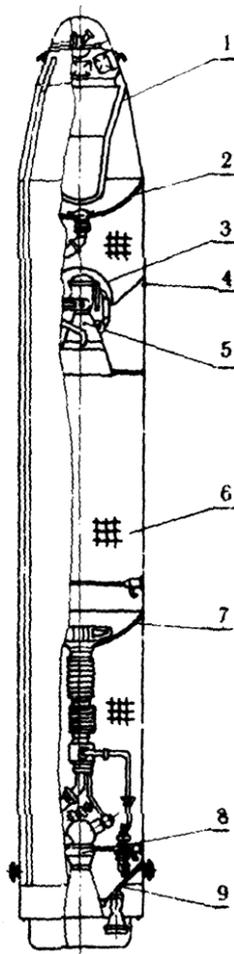


Рисунок 1-Морская баллистическая ракета РСМ-54:

1 – днище – ниша ГЧ; 2 – двойное разделительное днище; 3 – днище – рама двигателя; 4 – ДУЗ разделения ступеней; 5 – «утопленный» двигатель второй ступени и ликвидация межступенчатого отсека; 6 — вафельное оребрение; 7– двойное разделительное днище; 8 – «утопленный» двигатель первой ступени; 9 – днище – рама двигателя.

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Для ракеты разработано три двигателя: второй ступени, третьей ступени и ступени разведения. Двигатель второй и третьей ступеней (однокамерные с турбонасосной подачей топлива) выполнены по схеме с дожиганием окислительного генераторного газа. Вторая ступень обеспечивает выход ракеты на орбиту, а третья отвечает за точность стрельбы.

Двигатель разведения предназначен для выполнения двух функций: управление третьей ступенью ракеты и управление отсеком ракеты после отделения двигателя третьей ступени. Двигатель – четырехкамерный, с турбонасосной системой подачи топлива, с автоматическим регулированием режимов работы при помощи регулятора давления двигателя. Четыре камеры двигателя включаются многократно, шесть сопел действуют непрерывно.

Силовые оболочки корпуса (цилиндрические, конические, сферические) облегчены, имеют вафельную конструкцию

Главной частью ракеты является скоростная малогабаритная боеголовка, основное назначение которой «донести» ядерный заряд к цели. После отделения от носителя продолжается её самостоятельный полет.

Именно здесь в боевом блоке используется деталь кронштейн. Она предназначена для установки ядерного заряда на корпусе. Кронштейн крепится к корпусу при помощи заклепок.

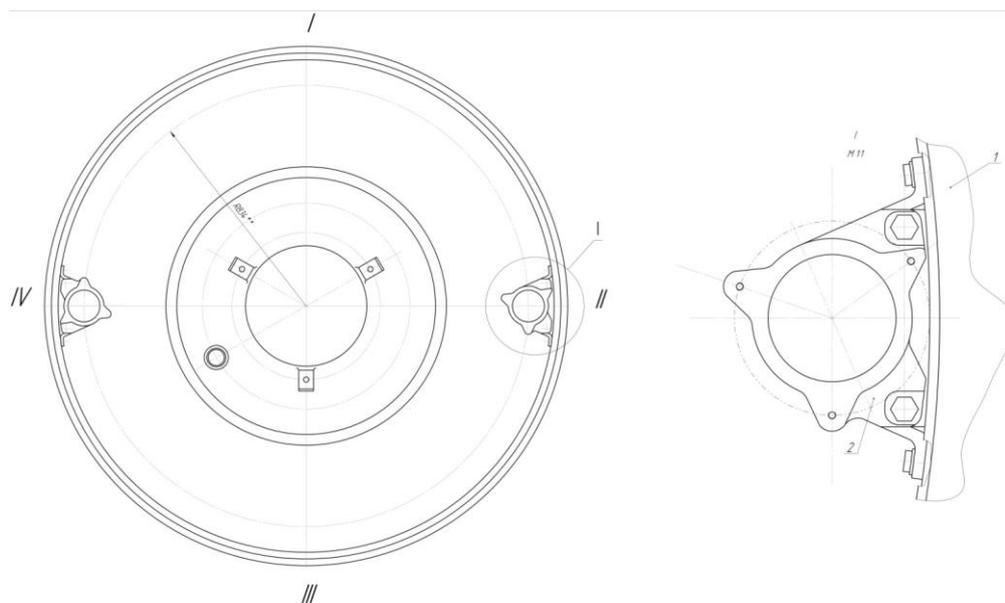


Рисунок 2-Установка кронштейнов:
1 – корпус ракеты; 2 – кронштейн.

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Кронштейн принадлежит классу корпусных деталей. Технические условия, точность изготовления и простановка размеров указаны на чертеже детали.

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологических процессов, является технологичность конструкции детали.

Технологичность конструкции детали – это совокупность свойств конструкции детали, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материала, и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте и при обеспечении технологичности сборочной единицы.

Показатели технологичности для детали «Кронштейн крепления заряда»:

1. Форма детали обеспечивает свободный доступ инструмента при обработке и возможность применения рационального метода получения заготовки (с учетом программы выпуска деталей). Исходя из вышеперечисленного, кронштейн является технологичной деталью.

2. Заготовка кронштейна изготовлена штамповкой с применением подкладных штампов.

3. Конструкция детали позволяет вести обработку на станке с ЧПУ, т.е. допускает применение высокопроизводительных методов обработки. Обработка на станках с ЧПУ позволяет получить деталь с точностью по 9-10 квалитет.

4. Для изготовления кронштейна применяется алюминиевый деформируемый сплав АМг6 ГОСТ 4784 – 97. Этот сплав применяется в тех случаях, когда требуется небольшая масса изделия, пластичность, высокая коррозионная стойкость.

Химический состав стали:

Al – 91,2 %; Be – 0,0002...0,005 %; Fe – 0,4 %; Si – 0,4 %; Mg – 5,8...6,8 %; Mn - 0,5...0,8 %; Cu – 0,1 %; Ti – 0,02...0,1 %; Zn – 0,2 %.

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Механические характеристики стали:

Предел текучести $\sigma_T = 320$ МПа; предел прочности на растяжение $\sigma_B = 400$ МПа; относительное сужение $\Psi = 10\%$; модуль упругости $E = 71000$ МПа; плотность $\rho = 2640$ кг/м³; свариваемость высокая.

Без термической обработки.

Конструкция детали – жесткая, деталь является средненагруженной.

5. В качестве основных баз используется точно обработанное отверстие и наружная поверхность. На большинстве операций деталь базируется по ним. По технологическому процессу отверстие обрабатывается на первых операциях.

6. Коэффициент использования материалов должен быть не ниже 0,05.

$$K_{им} = \frac{G_D}{G_3}, \quad (1)$$

где $K_{им}$ - коэффициент использования материала;

G_D - масса детали, кг;

G_3 - масса заготовки, кг.

$$K_{им} = \frac{0,67}{1,3} = 0,63.$$

Исходя из вышперечисленного, кронштейн является технологичной деталью.

1.2 Обоснование типа производства

Чтобы определить тип производства, нужно посчитать коэффициент серийности:

$$K_c = \frac{n}{P}, \quad (2)$$

где n – количество операций;

P – число рабочих.

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

$$K_c = \frac{14}{1} = 14$$

$10 < K_c < 20$ - среднесерийное производство.

1.3 Выбор и описание заготовки

Способ получения заготовки определяется типом производства и материалом детали и обеспечивает оптимальный технологический процесс механической обработки.

Поскольку производство среднесерийное, то для кронштейна в качестве заготовки предлагается поковка, получаемая при применении подкладных штампов.

Заготовку, предварительно выполненную свободной ковкой с помощью универсального кузнечного инструмента, помещают в подкладной штамп, где она принимает форму, более близкую к форме готовой детали.

Поковка получается за 1 переход: образование наружных поверхностей.

Поверхности полученной поковки очищаются от окалины травлением в растворе щелочи.

Масса заготовки 1,3 кг.

Заготовка выполняется в соответствии с ОСТом 92-5033-88.

1.4 Выбор технологических баз

В качестве черновой поверхности используем поверхность 2, так как она обеспечивает минимальные припуски. В дальнейшем, чтобы выполнить чертежные размеры, технологическими базами являются поверхности 5, 6 и 7.

1.5 Выбор метода обработки поверхностей

Выбор метода обработки поверхностей определяется выбором получения заготовки и выбором оборудования. Методом получения заготовки я выбрала поковку, получаемую при применении подкладных штампов, а выбранным оборудованием является - вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020 с ЧПУ, и дополненный поворотным столом.

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

G – коэффициент по массе, G=3;

M – коэффициент по группе стали, M=0;

C – коэффициент по степени сложности, C=1;

T – коэффициент по классу точности, T = 6.

$$K = 3 + 0 + 1 + 2 = 10.$$

Значения допусков T выбираются по таблице в зависимости от качества точности.

Допуски на размеры заготовки выбираются по таблице допусков для поковок.

$$TA^0 = 2,2 \begin{pmatrix} +1,4 \\ -0,8 \end{pmatrix}$$

$$TB^0 = 2,0 \begin{pmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{pmatrix}$$

$$TV^0 = 1,6 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$$

$$TE^0 = 2,0 \begin{pmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{pmatrix}$$

$$TK^0 = 2,2 \begin{pmatrix} +1,4 \\ -0,8 \end{pmatrix}$$

$$TD^0 = 2,0 \begin{pmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{pmatrix}$$

$$TI^0 = 1,4 \begin{pmatrix} +0,9 \\ -0,5 \end{pmatrix}$$

$$TJ^0 = 2,0 \begin{pmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{pmatrix}$$

$$TO^0 = 1,6 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$$

$$TP^0 = 2,0 \begin{pmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{pmatrix}$$

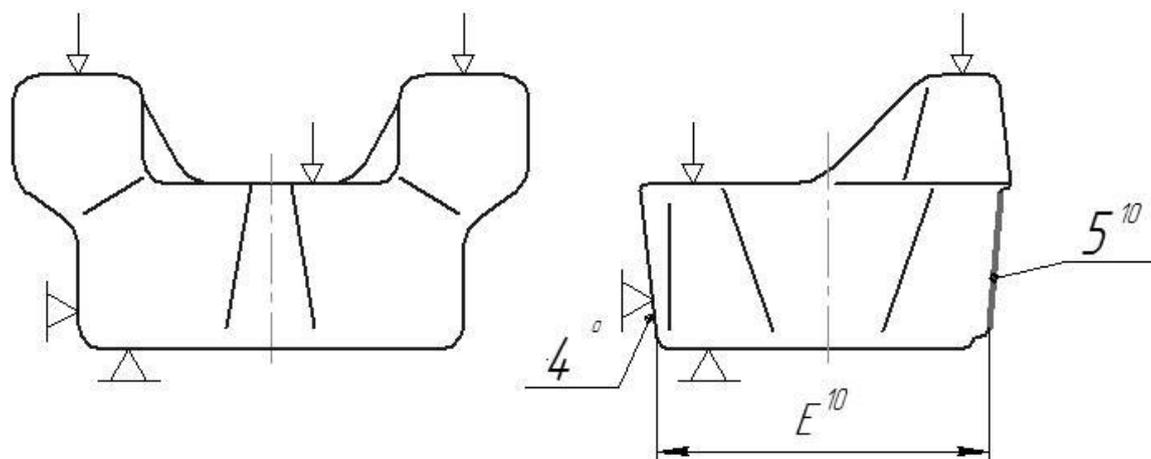
005 Разметка

010 Фрезерная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

I Переход

Фрезеровать по разметке поверхность 5.



$$TE^{10} = 0,63$$

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

II Переход

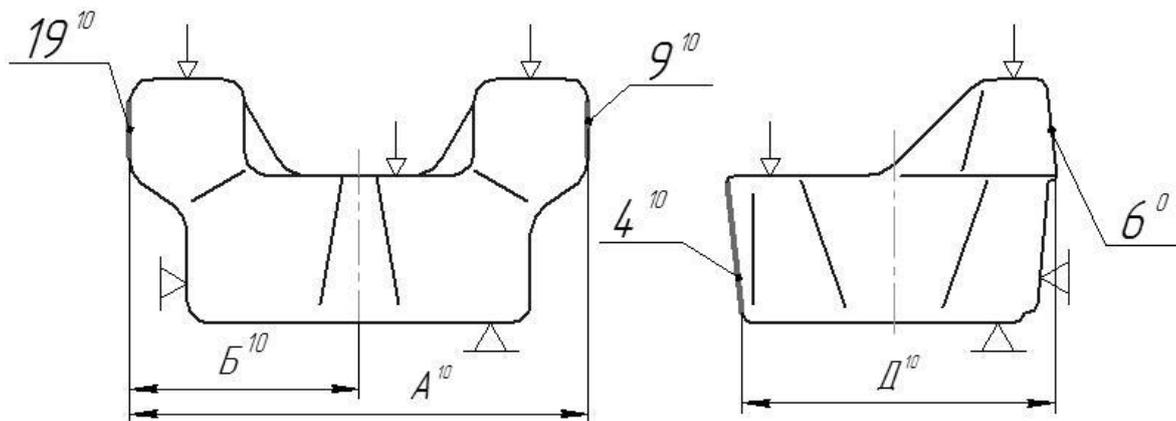
Фрезеровать по разметке поверхность 4.

III Переход

Фрезеровать по разметке поверхность 19.

IV Переход

Фрезеровать по разметке поверхность 9.



$$ТA^{10}=0,81$$

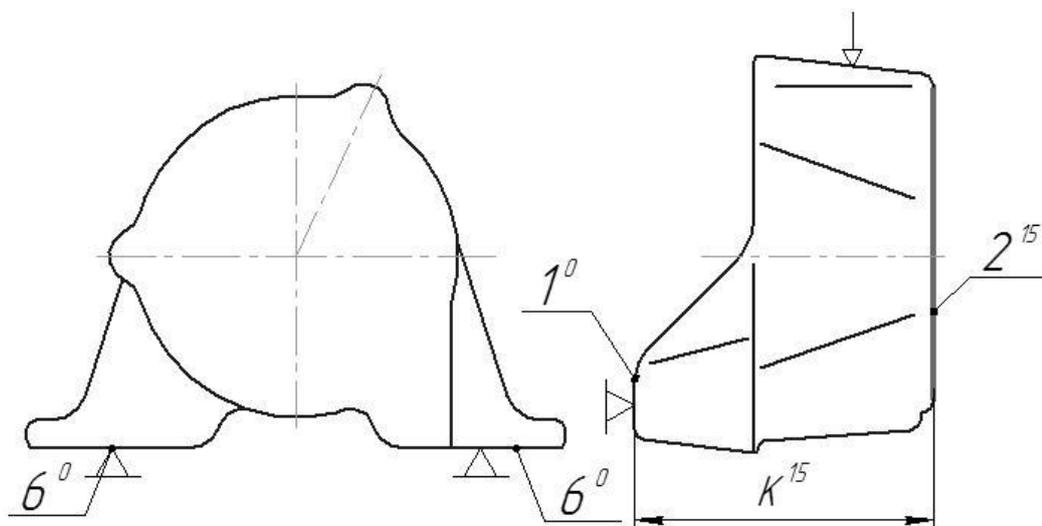
$$ТД^{10}=0,63$$

$$ТБ^{10}=0,4$$

015 Фрезерная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

Фрезеровать по разметке поверхность 2



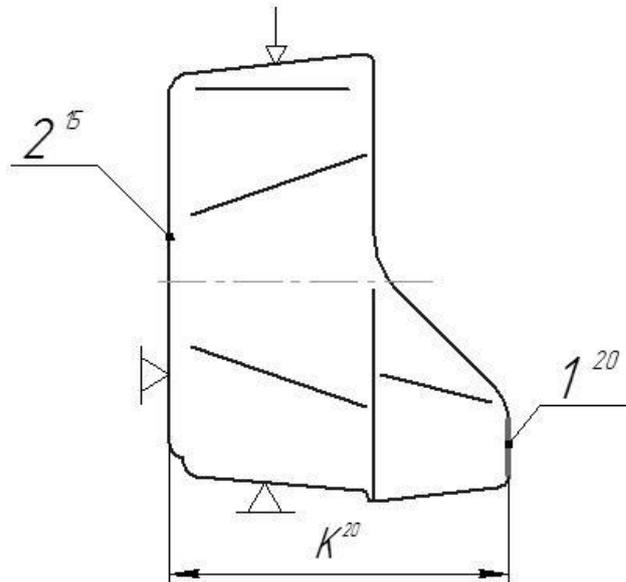
$$ТK^{15}=0,63$$

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

020 Фрезерная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

Фрезеровать по разметке поверхность 1.



$$TK^{20}=0,63$$

$$TK^{20'}=0,25$$

025 Фрезерная операция

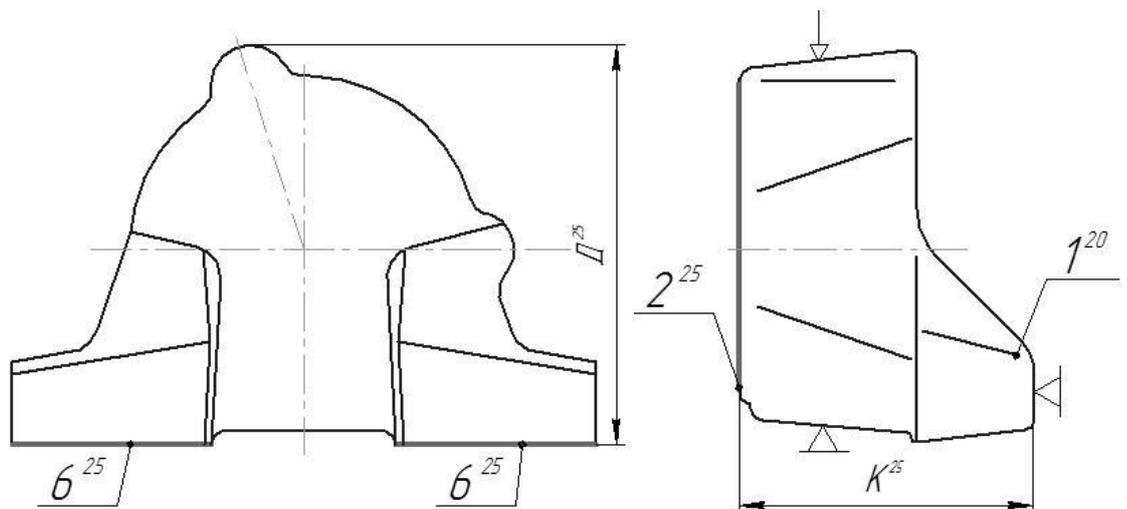
Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

I Переход

Фрезеровать по разметке поверхность 2.

II Переход

Фрезеровать по разметке поверхность 6.



$$TD^{25}=0,63$$

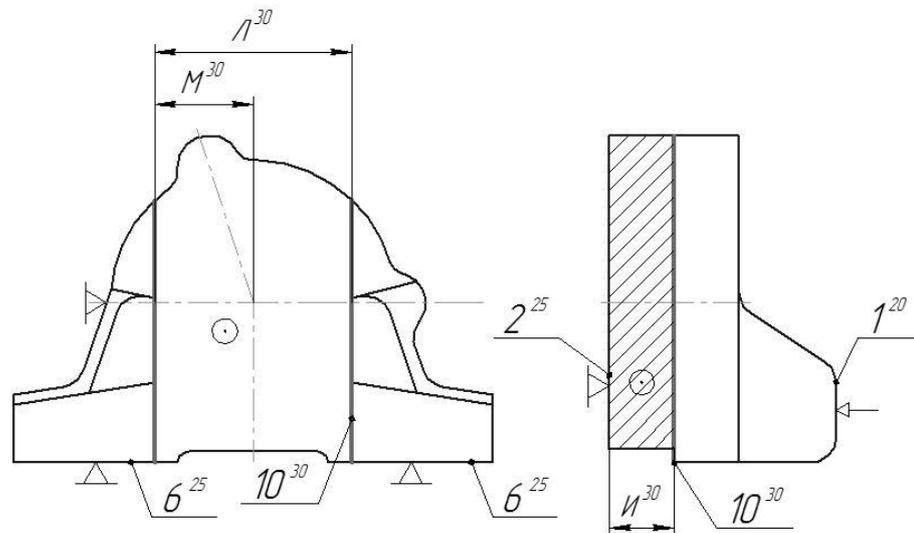
$$TK^{25}=0,25$$

										Лист
										19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.635.00. ПЗ					

030 Фрезерная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

Фрезеровать паз - поверхность 10.



$ТЛ^{30}=0,46$

$ТИ^{30}=0,39$

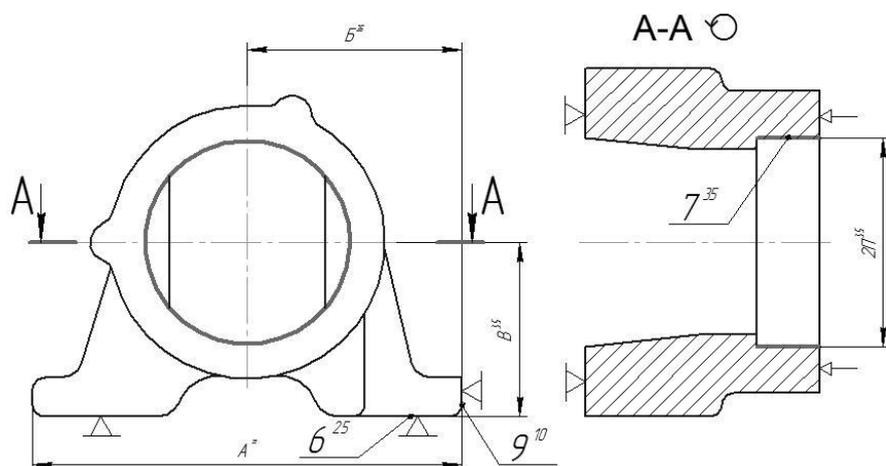
$ТМ^{30}=0,39$

035 Фрезерная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

I Сверлить отверстие $\varnothing 35$ мм

II Расфрезеровать отверстие за 4 проходов ($t=15$ мм)



$ТП^{35}=0,27$

$ТА^{35}=0,81$

$ТП^{35'}=0,27$

$ТБ^{35}=0,63$

$ТВ^{35}=0,46$

$\odot 11^0, 70^{35} \leq 0,2$

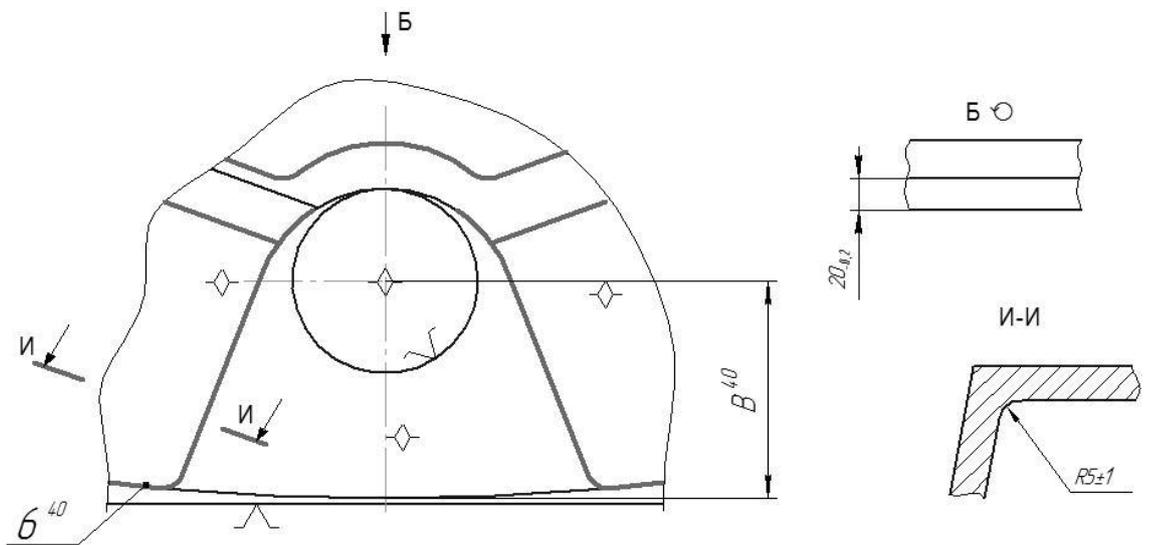
$\odot 11^0, 70^{35'} \leq 0,3$

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.635.00. ПЗ					

040 Фрезерная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

Фрезеровать внутренний контур лапок.



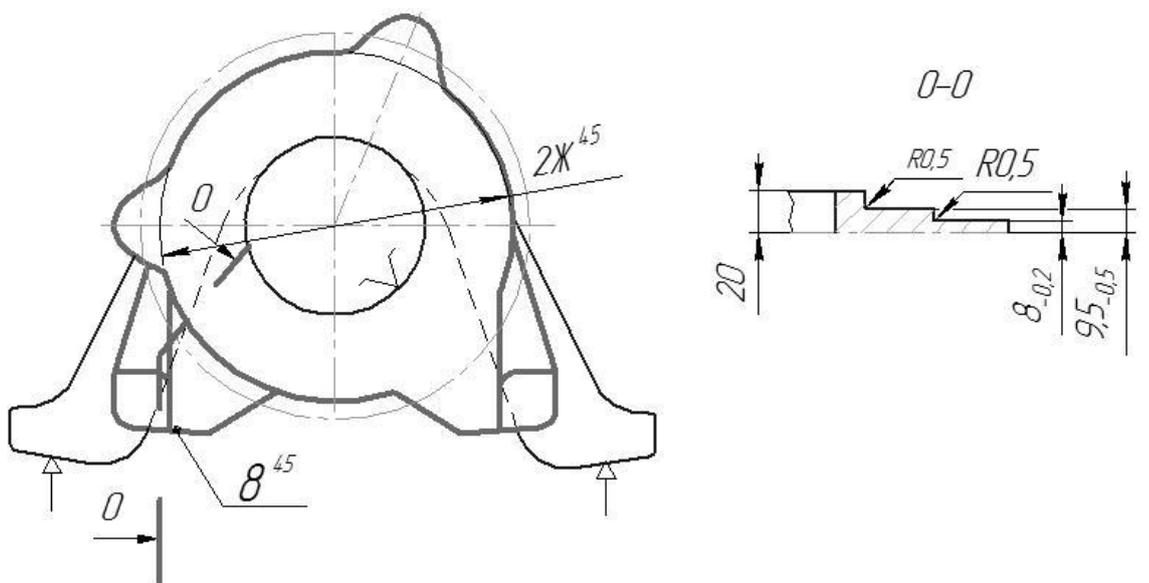
$ТВ^{40}=0,46$

045 Фрезерная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

I Переход

Фрезеровать наружный контур.



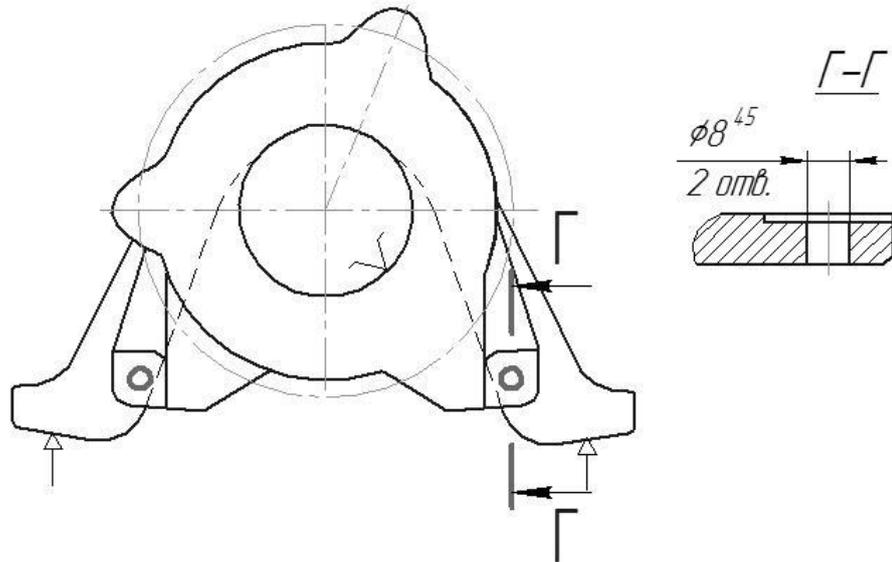
$ТЖ^{45}=0,315$

$© 11^{45}, 70^{35} \leq 0,25$

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

II Переход

Сверлить два отверстия $\varnothing 8$ мм



$T8^{45}=0,36$

III Переход

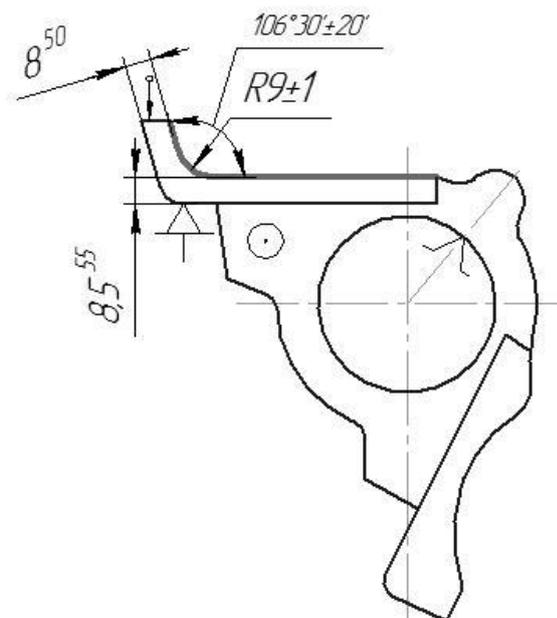
Фрезеровать 2 фаски $2 \times 45^\circ$

050 Разметка

055 Фрезерная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

Фрезеровать наружную поверхность левой лапки.



$T8^{55}=1,0$

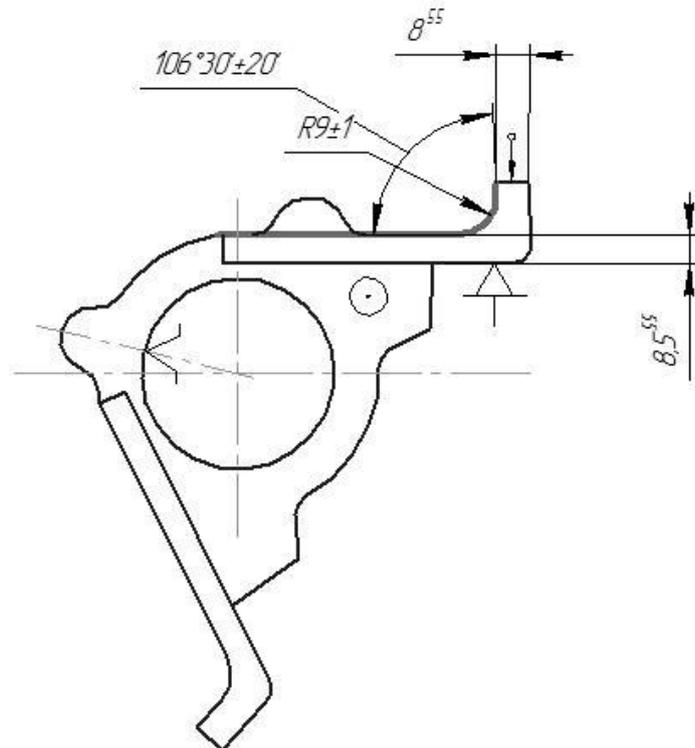
$T8,5^{55}=0,5$

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.635.00. ПЗ				

060 Фрезерная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

Фрезеровать наружную поверхность правой лапки.



T8⁶⁰=1,0

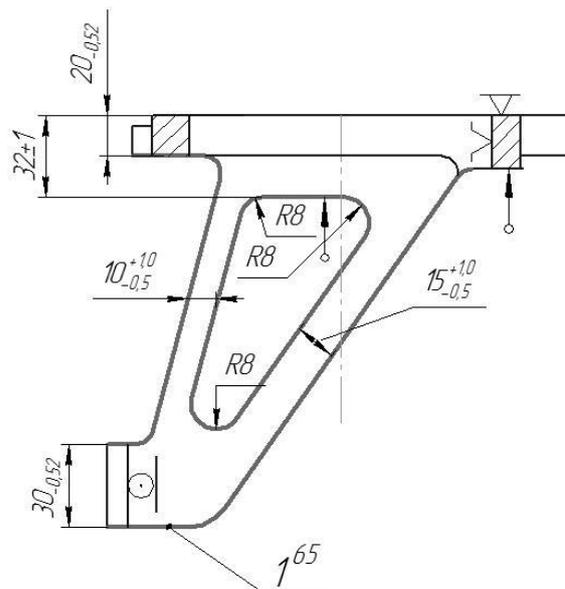
T8,5⁶⁰=0

065 Фрезерная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

I Фрезеровать наружный контур левой лапки

II Фрезеровать окно в левой лапке



					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

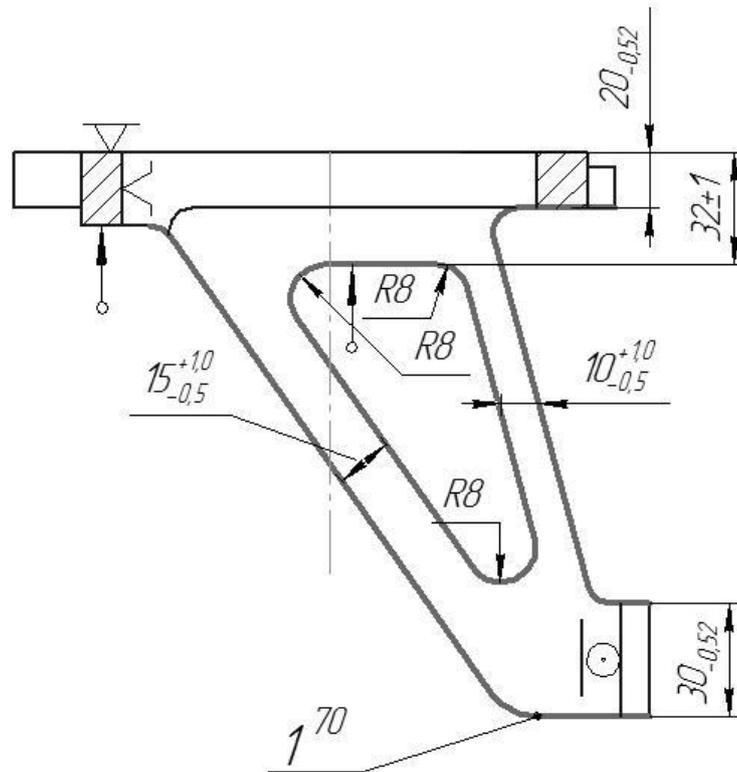
ТК⁶⁵=0,25

070 Фрезерная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

I Фрезеровать наружный контур правой лапки

II Фрезеровать окно в правой лапке



ТК⁷⁰=0,25

075 Слесарная операция

080 Фрезерная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

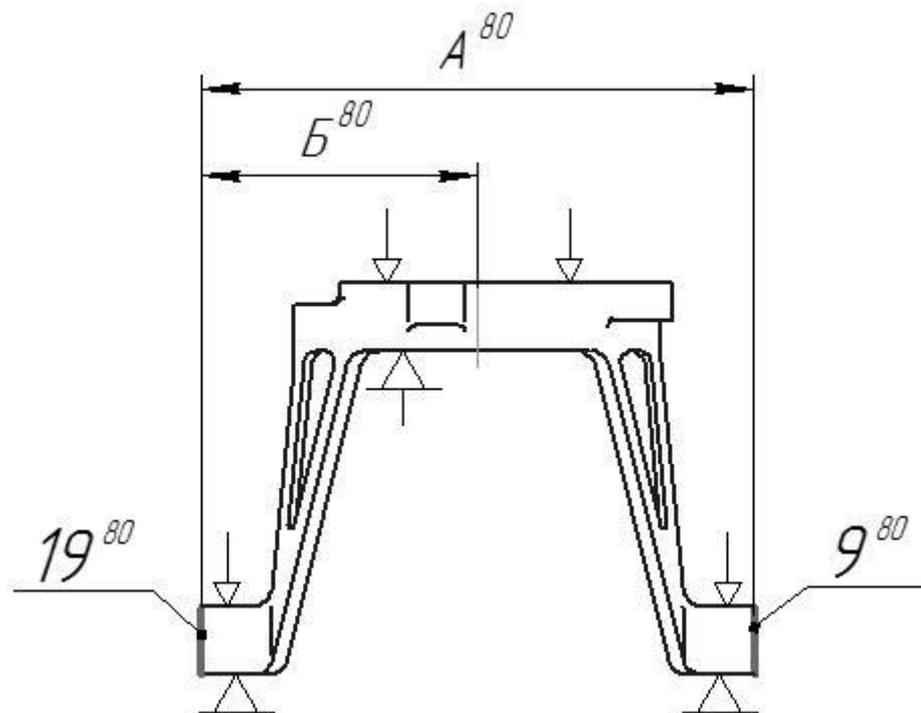
I Переход

Фрезеровать торец (поверхность 19).

II Переход

Фрезеровать торец (поверхность 9).

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



$$T_A^{85}=0,32$$

$$T_B^{85}=0,25$$

$$\odot 11^{45}, 70^{85} \leq 0,3$$

085 Сверлильная операция

Вертикальный обрабатывающий центр Fadal VMC 4020

I Переход

Сверлить два отверстия

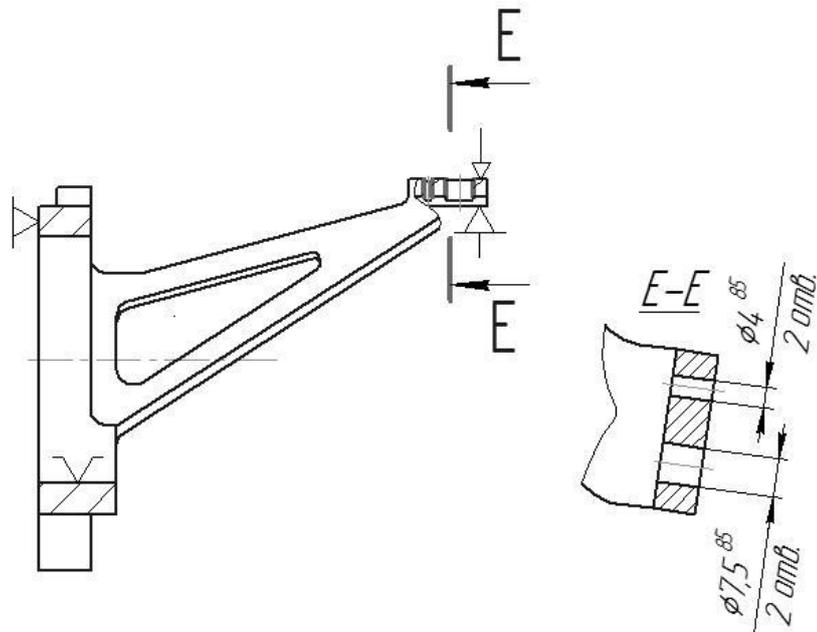
$$T4^{90}=0,3$$

II Переход

Сверлить два отверстия

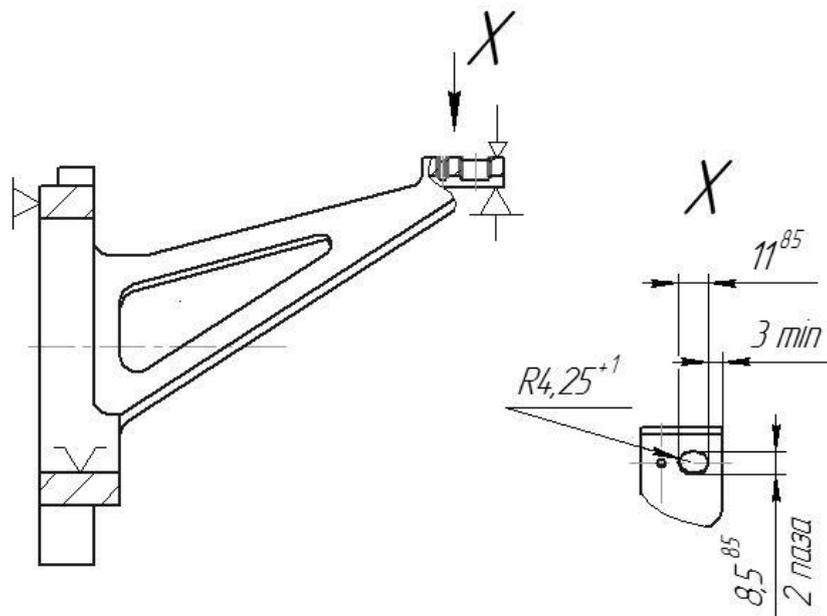
$$T7,5^{90}=0,36$$

										Лист
										25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.635.00. ПЗ					



III Переход

Фрезеровать два паза.



$$T_{8,5}^{90} = 0,36$$

090 Слесарная

095 Промывка

100 Маркирование

105 Контроль

110 Покрытие

115 Контроль

120 Контроль массы

125 Упаковывание

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.635.00. ПЗ

Лист

26

1.7 Размерный анализ

Кронштейн является корпусной деталью, поэтому размерный анализ производится по трем плоскостям.

Исходными данными для расчета являются размеры готовой детали, минимальные припуски, допуски на операционные размеры и размерная схема. Для техпроцесса обработки кронштейна строятся три размерные схемы – схема по плоскости ZX, схема по плоскости ZY, схема по плоскости XY.

Величина минимального припуска определяется расчетно-аналитическим путем по формуле:

$$z_{min}^i = R_z^{i-1} + h^{i-1}, \quad (3)$$

где R_z - высота неровностей профиля, образовавшегося на предшествующей операции или переходе, мм;

h - глубина дефектного слоя, образовавшегося на предшествующей операции или переходе, мм, [6, с.34].

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$[z_2^{25}] = K^{20} - K^{25};$$

$$[z_2^{25}]_{\min} = K_{\min}^{20} - K_{\max}^{25};$$

$$K_{\min}^{20} = [z_2^{25}]_{\min} + K_{\max}^{25};$$

$$K_{\min}^{20} = 0,082 + 172,2 = 172,282 \text{ мм};$$

$$K_{\max}^{20} = 172,282 + 0,25 = 172,532 \text{ мм};$$

$$K^{20} = 172,532_{-0,25};$$

$$[z_2^{25}]_{\max} = 0,082 + 0,25 + 0,25 = 0,582 \text{ мм.}$$

$$[z_1^{20}] = K^{25} - K^{20};$$

$$[z_1^{20}]_{\min} = K_{\min}^{20I} - K_{\max}^{20};$$

$$K_{\min}^{20I} = [z_1^{20}]_{\min} + K_{\max}^{20};$$

$$K_{\min}^{20I} = 0,082 + 172,532 = 172,614 \text{ мм};$$

$$K_{\max}^{20I} = 172,614 + 0,63 = 173,244 \text{ мм};$$

$$K^{20I} = 173,244_{-0,63};$$

$$[z_1^{20}]_{\max} = 0,082 + 0,63 + 0,25 = 0,962 \text{ мм.}$$

$$[z_1^{20I}] = K^{15} - K^{20I};$$

$$[z_1^{20I}]_{\min} = K_{\min}^{15} - K_{\max}^{20I};$$

$$K_{\min}^{15} = [z_1^{20I}]_{\min} + K_{\max}^{20I};$$

$$K_{\min}^{15} = 0,36 + 173,244 = 173,604 \text{ мм};$$

$$K_{\max}^{15} = 173,604 + 0,63 = 174,234 \text{ мм};$$

$$K^{15} = 174,234_{-0,63};$$

$$[z_1^{20I}]_{\max} = 0,36 + 0,63 + 0,63 = 1,62 \text{ мм.}$$

$$[z_2^{15}] = K^0 - K^{15};$$

$$[z_2^{15}]_{\min} = K_{\min}^0 - K_{\max}^{15};$$

$$K_{\min}^0 = [z_2^{15}]_{\min} + K_{\max}^{15};$$

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_{\min}^0 = 0,36 + 174,234 = 174,594 \text{ мм};$$

$$K_{\max}^0 = 174,594 + 2,2 = 176,794 \text{ мм};$$

$$K^0 = 175,394_{-0,8}^{+1,4};$$

$$[z_2^{15}]_{\max} = 0,36 + 2,2 + 0,63 = 3,19 \text{ мм}.$$

$$[O] = I^0 - K^0 + K^{15} - K^{20} + K^{25} - I^{30};$$

$$[O] = I_{\min}^0 - K_{\max}^0 + K_{\min}^{15} - K_{\max}^{20} + K_{\min}^{25} - I_{\max}^{30};$$

$$[O] = 100 - 176,794 + 173,604 - 172,532 + 171,8 - 30,26 = 65,818 \text{ мм}.$$

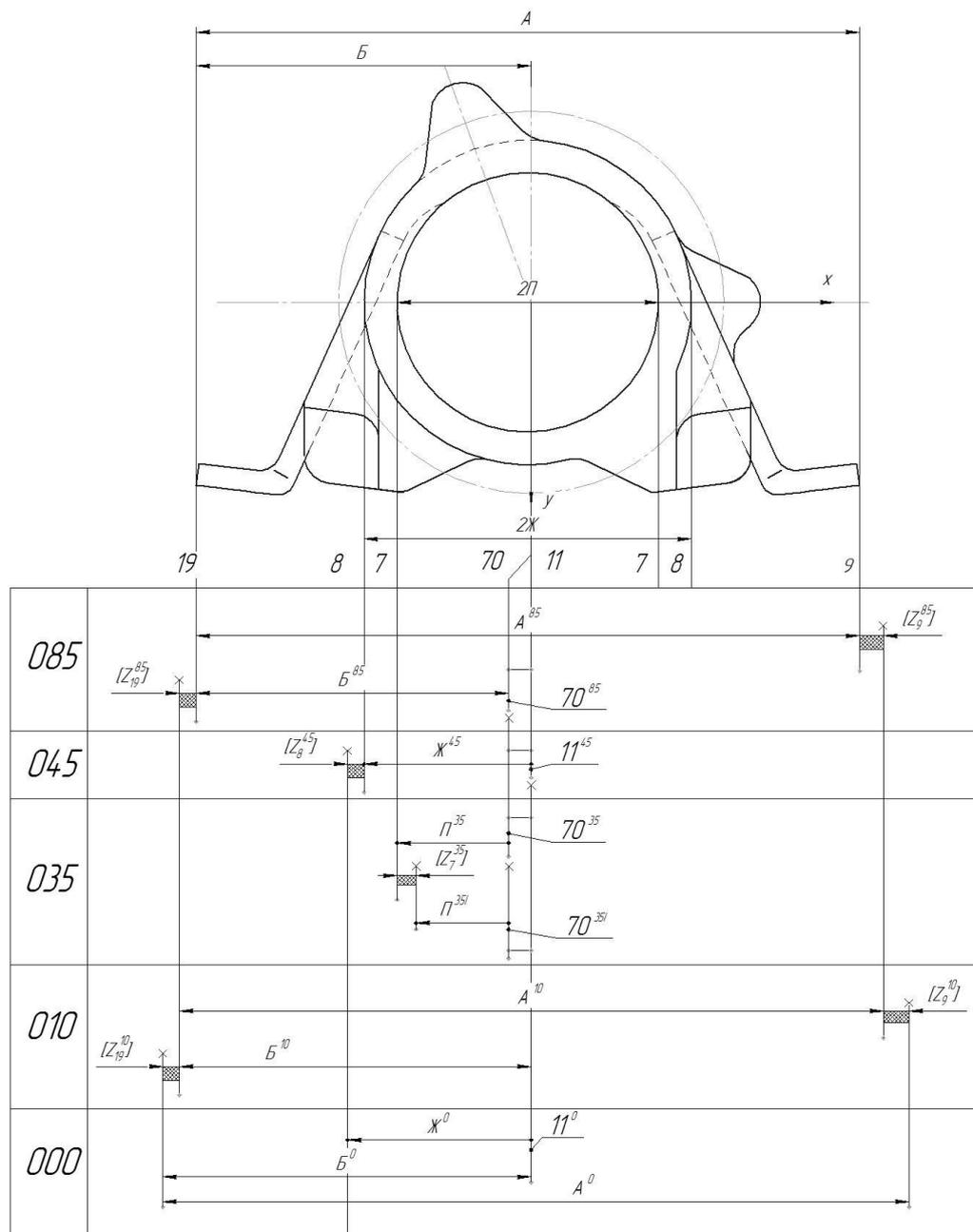


Рисунок 5-Размерный анализ в плоскости ух

$$[z_9^{85}]_{\min} = 0,082 \text{ мм}$$

$$[z_{19}^{85}]_{\min} = 0,082 \text{ мм}$$

$$[z_8^{45}]_{\min} = 0,12 \text{ мм}$$

$$[z_9^{10}]_{\min} = 0,36 \text{ мм}$$

$$[z_{19}^{10}]_{\min} = 0,36 \text{ мм}$$

$$[z_9^{85}] = A^{10} - B^{10} - (11^{45}; 70^{85}) + B^{85} - A^{85};$$

$$[z_9^{85}]_{\min} = A_{\min}^{10} - B_{\max}^{10} - (11^{45}; 70^{35})_{\max} + B_{\min}^{85} - A_{\max}^{85};$$

$$A_{\min}^{10} = [z_9^{85}]_{\min} + B_{\max}^{10} + (11^{45}; 70^{35})_{\max} - B_{\min}^{85} + A_{\max}^{85};$$

$$A_{\min}^{10} = 0,082 + 122,602 + 0,3 - 121,5 + 244,5 = 245,984 \text{ мм};$$

$$A_{\max}^{10} = 245,984 + 0,32 = 246,304 \text{ мм};$$

$$A^{10} = 246,304_{-0,32};$$

$$[z_9^{85}]_{\max} = 0,082 + 0,32 + 1 + 0,3 + 0,4 + 0,25 = 2,352 \text{ мм}.$$

$$[z_{19}^{85}] = B^{10} - (11^{45}; 70^{85}) - B^{85};$$

$$[z_{19}^{85}]_{\min} = B_{\min}^{10} - (11^{45}; 70^{35})_{\max} - B_{\max}^{85};$$

$$B_{\min}^{10} = [z_{19}^{85}]_{\min} + (11^{45}; 70^{35})_{\max} + B_{\max}^{85};$$

$$B_{\min}^{10} = 0,082 - 0,3 + 122,5 = 122,282 \text{ мм};$$

$$B_{\max}^{10} = 122,282 + 0,32 = 122,602 \text{ мм};$$

$$B^{10} = 122,602_{-0,25};$$

$$[z_{19}^{85}]_{\max} = 0,082 + 0,32 + 0,25 + 0,3 = 0,952 \text{ мм}.$$

$$[z_8^{45}] = Ж^0 - (11^0; 70^{35}) - (11^{45}; 70^{35}) - Ж^{45};$$

$$[z_8^{45}]_{\min} = Ж_{\min}^0 - (11^0; 70^{35})_{\max} - (11^{45}; 70^{35})_{\max} - Ж_{\max}^{45};$$

$$Ж_{\min}^0 = [z_8^{45}]_{\min} + (11^0; 70^{35})_{\max} + (11^{45}; 70^{35})_{\max} + Ж_{\max}^{45};$$

$$Ж_{\min}^0 = 0,12 + 0,2 + 0,25 + 62,25 = 62,82 \text{ мм};$$

$$Ж_{\max}^0 = 62,82 + 1 = 63,82 \text{ мм};$$

$$2Ж^0 = 126,34_{-0,7}^{+1,3};$$

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$$[z_8^{45}]_{\max} = 0,12 + 1 + 0,2 + 0,25 + 0,315 = 1,885\text{мм.}$$

$$[z_{19}^{10}] = B^0 - B^{10};$$

$$[z_{19}^{10}]_{\min} = B_{\min}^0 - B_{\max}^{10};$$

$$B_{\min}^0 = [z_{19}^{10}]_{\min} + B_{\max}^{10};$$

$$B_{\min}^0 = 0,36 + 122,602 = 122,962\text{мм};$$

$$B_{\max}^0 = 122,962 + 2 = 124,962\text{мм};$$

$$B^0 = 123,662_{-0,7}^{+1,3};$$

$$[z_{19}^{85}]_{\max} = 0,36 + 2 + 0,4 = 2,76\text{мм.}$$

$$[z_9^{10}] = A^0 - B^0 + B^{10} - A^{10};$$

$$[z_9^{10}]_{\min} = A_{\min}^0 - B_{\max}^0 + B_{\min}^{10} - A_{\max}^{10};$$

$$A_{\min}^0 = [z_9^{10}]_{\min} + B_{\max}^0 - B_{\min}^{10} + A_{\max}^{10};$$

$$A_{\min}^0 = 0,36 + 124,962 - 122,352 + 246,304 = 249,274;$$

$$A_{\max}^0 = 249,274 + 2,2 = 251,474\text{мм};$$

$$A^0 = 250,074_{-0,8}^{+1,4};$$

$$[z_9^{10}]_{\max} = 0,36 + 2,2 + 2 + 0,4 + 0,81 = 5,77\text{мм.}$$

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

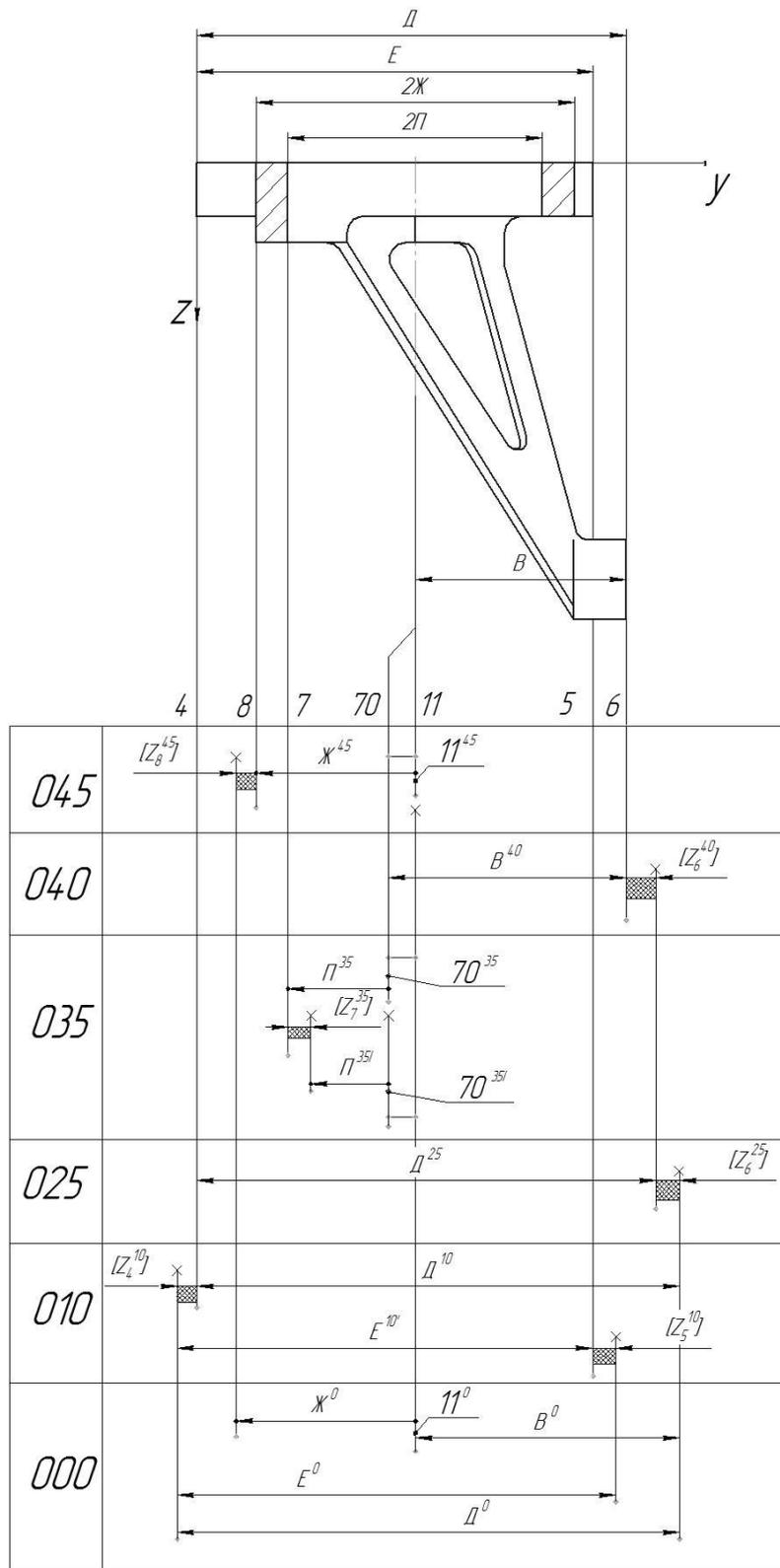


Рисунок 6-Размерный анализ в плоскости yz

$$[z_8^{45}]_{\min} = 0,12\text{мм}$$

$$[z_4^{10}]_{\min} = 0,36\text{ мм}$$

$$[z_6^{40}]_{\min} = 0,082\text{ мм}$$

$$[z_5^{10}]_{\min} = 0,36\text{ мм}$$

$$[z_6^{25}]_{\min} = 0,36\text{ мм}$$

$$D_{\min}^0 = 0,36 + 157,59 = 157,95 \text{ мм};$$

$$D_{\max}^0 = 2 + 157,95 = 159,95 \text{ мм};$$

$$D^0 = 158,65_{-0,7}^{+1,3};$$

$$[Z_4^{20}]_{\max} = 0,36 + 2 + 0,63 = 2,99 \text{ мм.}$$

$$[Z_5^{10}] = E^0 - E^{10};$$

$$[Z_5^{10}]_{\min} = E_{\min}^0 - E_{\max}^{10};$$

$$E_{\min}^0 = [Z_5^{10}]_{\min} + E_{\max}^{10};$$

$$E_{\min}^0 = 0,2 + 153 = 153,2 \text{ мм};$$

$$E_{\max}^0 = 2 + 153,2 = 155,2 \text{ мм};$$

$$E^0 = 154,1_{-0,7}^{+1,1};$$

$$[Z_4^{20}]_{\max} = 0,2 + 2 + 0,63 = 2,83 \text{ мм.}$$

1.8 Расчет режимов резания

1.8.1 Аналитический расчет Фрезерная операция 040

$$t = 40 \text{ мм}$$

Назначение подачи

$$S_z = 0,12 \text{ мм [3, с.284, таблица 36]}$$

Период стойкости фрезы

Для концевых фрез диаметром до 40 $T = 120$ мин. [3, с.290, таблица 40]

Скорость резания, допускаемая режущими свойствами инструмента

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u Z^p} K_v, \text{ м/мин} \quad (4)$$

где $C_v=185,5$; $q=0,45$; $x=0,3$; $y=0,2$; $u=0,1$; $p=0,1$; $m=0,33$ [3, с. 286, таблица 39];

D – диаметр фрезы, мм

T – период стойкости, мин

t – глубина резания, мм

s_z – подача на зуб, мм

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

V – ширина фрезерования, мм

z – число зубьев.

Поправочный коэффициент

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{uv}, \quad (5)$$

где $K_{mv} = 0,8$ – физико-механических свойств материала [3, с.263, таблица 4];

$K_{uv} = 1$ – влияние инструментального материала [3, с.263, таблица 6];

$K_{pv} = 0,9$ – влияние состояния поверхности заготовки [3, с.263, таблица 5].

$$V = \frac{185,5 \cdot 40^{0,45}}{120^{0,33} \cdot 40^{0,3} \cdot 0,12^{0,2} \cdot 6^{0,1} \cdot 6^{0,1}} \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 51 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости резания

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/мин} \quad (6)$$

где V – скорость резания, м/мин

D – диаметр фрезы, мм

$$n = \frac{1000 \cdot 51}{3,14 \cdot 40} = 406 \text{ об/мин}$$

Минутная подача $S_M = S_z \cdot z \cdot n = 0,12 \cdot 6 \cdot 406 = 292 \text{ мм/мин.}$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (7)$$

Сила резания

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{Mp}, \text{ Н} \quad (8)$$

где $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$ [3, с.291, таблица 41];

D – диаметр фрезы, мм

T – период стойкости, мин

t – глубина резания, мм

s_z – подача на зуб, мм

V – ширина фрезерования, мм

n – частота вращения, об/мин

z – число зубьев.

Поправочный коэффициент

$K_{mp} = 1$ - влияние качества обрабатываемого материала [3, с.265, таблица 10]

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 40^{0,86} \cdot 0,12^{0,72} \cdot 6^1 \cdot 6}{40^{0,86} \cdot 406^0} \cdot 1 \cdot 0,25 = 1500 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}, \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (9)$$

где P_z – сила резания, Н

D – диаметр фрезы, мм

$$M_{кр} = \frac{1500 \cdot 40}{2} = 30000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$N = \frac{1500 \cdot 406}{1020 \cdot 60} = 9,9 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка.

Условие выполняется ($9,9 \text{ кВт} \leq 10 \text{ кВт}$), следовательно, обработка возможна.

Основное время (мин)

$$T_0 = \frac{L}{S_M}, \text{ мин} \quad (10)$$

где $L = l + l_1 + l_2$

$l_1 + l_2 = 16$ [5, с.622, таблица 6]

$$T_0 = \frac{784 + 16}{292} = 2,7 \text{ мин}$$

Фрезерная операция 055

Глубина резания

$t = 16 \text{ мм}$

Назначение подачи

$S_z = 0,12 \text{ мм}$ [3, с.284, т.36]

Период стойкости фрезы

Для концевых фрез диаметром до 20 $T = 80 \text{ мин}$. [3, с.290, таблица 40]

Скорость резания, допускаемая режущими свойствами инструмента (см. формулу 4).

Поправочный коэффициент (см. формулу 5)

$K_{mv} = 0,8$ – физико-механических свойств обрабатываемого материала [3, с.263, таблица 4];

$K_{uv} = 1$ – влияние инструментального материала [3, с.263, таблица 6];

$K_{nv} = 0,9$ – влияние состояния поверхности заготовки [3, с.263, таблица 5].

$$V = \frac{185,5 \cdot 16^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 50^{0,3} \cdot 0,12^{0,2} \cdot 6^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 61 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости резания(см. формулу 6)

$$n = \frac{1000 \cdot 61}{3,14 \cdot 50} = 389 \text{ об/мин}$$

Минутная подача $S_M = S_z \cdot z \cdot n = 0,12 \cdot 4 \cdot 389 = 186 \text{ мм/мин}$.

Сила резания(Н) (см. формулу 8)

Поправочный коэффициент

$K_{mp} = 1$ - влияние качества обрабатываемого материала [3, с.265, таблица 10]

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 50^{0,86} \cdot 0,12^{0,72} \cdot 6^1 \cdot 4}{16^{0,86} \cdot 389^0} \cdot 1 \cdot 0,25 = 1333 \text{ Н}$$

Крутящий момент (см. формулу 9)

$$M_{кр} = \frac{1333 \cdot 50}{2} = 30000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Мощность резания (см. формулу 7)

$$N = \frac{1333 \cdot 389}{1020 \cdot 60} = 8,4 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка.

Условие выполняется ($8,4 \text{ кВт} \leq 10 \text{ кВт}$), следовательно, обработка возможна.

Основное время (см. формулу 10)

$I_1 + I_2 = 8$ [5, с.622, таблица 6]

$$T_0 = \frac{192 + 8}{186} = 1 \text{ мин}$$

1.8.2 Табличный расчет

Сверлильная операция 085

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Переход I Сверление

Карта 46 [4, с.127]

Карта 52 [4, с.141]

Карта 53 [4, с.142]

Карта 46 Подача S_{O_T} (мм/об), скорость V_T (м/мин), осевая сила резания P_T (Н), мощность резания N_T (кВт).

$$S_{O_T} = 0,13;$$

$$V_T = 71;$$

$$P_T = 136;$$

$$N_T = 0,15.$$

Карта 52 Формулы для корректировки табличных значений режимов резания
 $S = S_{O_T} K_{S_M} = 0,13 \cdot 1,5 = 0,18$ об/мин;

$$V = V_T K_{V_M} K_{V_3} K_{V_Ж} K_{V_T} K_{V_{П}} K_{V_{И}} K_{V_i} K_{V_{\omega}} = 47,5 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 71 \frac{\text{М}}{\text{МИН}};$$

$$N = \frac{N_T}{K_{N_M}} = \frac{0,15}{1,5} = 0,1 \text{ кВт};$$

$$P = \frac{P_T}{K_{P_M}} = \frac{136}{1,5} = 90 \text{ Н}.$$

Карта 53 Поправочные коэффициенты на режимы резания

$K_{S_M} = K_{V_M} = K_{P_M} = K_{N_M} = 1,5$ - механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{V_Ж} = 1$ - применения охлаждения;

$K_{V_{\omega}} = 0,9$ - состояние поверхности заготовки;

$K_{V_{И}} = 1$ - инструментального материала;

$K_{V_3} = 1$ - формы заточки инструмента;

$K_{V_i} = 1$ - длины работы части развертки;

$K_{V_{П}} = 1$ - износостойкости покрытия инструментального материала;

$K_{V_T} = 1,1$ - отношения фактического периода стойкости к нормативному;

$K_{V_i} = 1$ - последовательность переходов маршрута обработки.

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости резания (см. формулу 6)

$$n = \frac{1000 \cdot 71}{3,14 \cdot 4} = 5652 \text{ об/мин}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка.

Условие выполняется ($0,1 \text{ кВт} \leq 22 \text{ кВт}$), следовательно, обработка возможна.

Основное время (см. формулу 10)

Путь $L = l + l_1 + l_2 + l_3$, мм

$l_1 = 2$; $(l_2 + l_3) = 3$ приложение 23[4, с.293]

$$T_0 = \frac{8 + 2 + 3}{5652 \cdot 0,18} = 0,01 \text{ мин}$$

Переход II Сверление

Карта 46 [4, с.127]

Карта 52 [4, с.141]

Карта 53 [4, с.142]

Карта 46 Подача S_{O_T} (мм/об), скорость V_T (м/мин), осевая сила резания P_T (Н), мощность резания N_T (кВт).

$$S_{O_T} = 0,3;$$

$$V_T = 46;$$

$$P_T = 294;$$

$$N_T = 0,54.$$

Карта 52 Формулы для корректировки табличных значений режимов резания

$$S = S_{O_T} K_{S_M} = 0,3 \cdot 1,5 = 0,45 \text{ об/мин};$$

$$V = V_T K_{V_M} K_{V_3} K_{V_Ж} K_{V_T} K_{V_{II}} K_{V_{II}} K_{V_{\omega}} = 46 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 62 \text{ м/мин};$$

$$N = \frac{N_T}{K_{N_M}} = \frac{0,54}{1,5} = 0,36 \text{ кВт};$$

$$P = \frac{P_T}{K_{P_M}} = \frac{441}{1,5} = 294 \text{ Н}.$$

Карта 53 Поправочные коэффициенты на режимы резания

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$K_{S_M} = K_{V_M} = K_{P_M} = K_{N_M} = 1,5$ - механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{V_{Ж}} = 1$ – применения охлаждения;

$K_{V_{\omega}} = 0,9$ – состояние поверхности заготовки;

$K_{V_{И}} = 1$ – инструментального материала;

$K_{V_3} = 1$ – формы заточки инструмента;

$K_{V_1} = 1$ – длины работы части развертки;

$K_{V_{П}} = 1$ - износостойкости покрытия инструментального материала;

$K_{V_T} = 1$ - отношения фактического периода стойкости к нормативному;

$K_{V_i} = 1$ - последовательность переходов маршрута обработки.

Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости резания (см. формулу 6)

$$n = \frac{1000 \cdot 62}{3,14 \cdot 7,5} = 2633 \text{ об/мин}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка.

Условие выполняется ($0,36 \text{ кВт} \leq 22 \text{ кВт}$), следовательно, обработка возможна.

Основное время (см. формулу 10)

Путь $L = l + l_1 + l_2 + l_3$, мм

$l_1 = 2$; $(l_2 + l_3) = 4$ приложение 23[4, с.293]

$$T_0 = \frac{8 + 2 + 4}{2633 \cdot 0,45} = 0,01 \text{ мин}$$

Переход III Фрезерование паза

Карта 81 [4, с.216]

Карта 82 [4, с.218]

Карта 87 [4, с.229]

Карта 88 [4, с.231]

Карта 81 Подача (мм).

$$S_{zT} = 0,04 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,044$$

Карта 82 Поправочный коэффициент на подачу на зуб фрезы

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$K_{S_M} = 1,1$ - твердости обрабатываемого материала;

$K_{S_1} = 1$ –отношение вылета оправки к диаметру оправки;

$K_{S_z} = 1$ –числа зубьев фрезы;

$K_{S_n} = 1$ – материала режущей части фрезы.

Карта 87 Скорость V_T (м/мин) и мощность N_T (кВт) резания.

$V_T = 41$;

$N_T = 0,44$.

Карта 88 Сила резания

$P_{yT} = 235$ Н;

$P_{zT} = 820 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,5 = 263$ Н.

$K_{P_o} = 0,8$ – группы обрабатываемого материала;

$K_{P_M} = 0,8$ – твердости обрабатываемого материала;

$K_{P_z} = 1$ – числа зубьев фрезы;

$K_{P_B} = 0,5$ – ширины фрезерования.

Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости резания (см. формулу 6)

$$n = \frac{1000 \cdot 41}{3,14 \cdot 8} = 1632 \text{ об/мин}$$

Минутная подача $S_M = S_z \cdot z \cdot n = 0,044 \cdot 3 \cdot 1632 = 215$ мм/мин.

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка.

Условие выполняется ($0,015 \text{ кВт} \leq 22 \text{ кВт}$), следовательно, обработка возможна.

Основное время (см. формулу 10)

Путь $L = l + l_1 + l_2 + l_3$, мм

$l_1 = 2$; $(l_2 + l_3) = 5$ приложение 25[4, с.295]

$$T_0 = \frac{8 + 2 + 5}{215} = 0,07 \text{ мин}$$

Режимы резания для всех операций сведены в таблицу 1.

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Таблица 1

№	Название операции	t, мм	s, мм/об.	V, м/мин.	n, об/мин.	P, Н	N, кВт	L _{р.х.} , мм	T _{о.} , мин.
005	Разметка	-	-	-	-	-	-	-	0,08
010	Фрезерная Переход I	2,83	1,4	270	860	1172	5,2	220	0,2
	Переход II	2,99	1,4	270	860	1240	5,5	86	0,1
	Переход III	3,36	1,4	295	940	650	3,1	80	0,1
	Переход IV	5,77	1,4	280	892	1650	7,5	80	0,1
015	Фрезерная	3,19	2,8	274	436	2240	10	250	0,2
020	Фрезерная Черновая	1,62	1,4	350	1100	60	0,34	94	0,1
	Чистовая	0,96 2	1,0	470	1500	30	0,23	94	0,1
025	Фрезерная Переход I	0,58 2	2,0	372	600	300	1,8	250	0,2
	Переход II	1,62	1,4	290	925	610	2,9	250	0,2
030	Фрезерная	40	0,3	56	356	3907	3,6	165	1,5
035	Фрезерная Переход I	17,5	1,0	44	400	3430	2,5	50	0,125
	Переход II	15	0,72	60	600	4150	4	200	1,2
040	Фрезерная с ЧПУ	6	0,72	51	406	1500	9,9	800	2,7

Окончание таблицы 1

045	Фрезерная с ЧПУ Переход I	6	0,6	54	690	1170	1	550	1,32
	Переход II	4	0,3	46	1831	338	0,23	13	0,024
	Переход III	2	0,2	40	600	300	0,2	2	0,01
050	Разметка	-	-	-	-	-	-	-	0,11
055	Фрезерная с ЧПУ	6	0,72	61	1214	1333	1,3	200	0,23
060	Фрезерная с ЧПУ	6	0,72	61	1214	1333	1,3	200	0,23
065	Фрезерная с ЧПУ Переход I	6	0,6	55	876	1170	1	500	1
	Переход II	8	0,6	51	1015	1560	1,3	200	0,3
070	Фрезерная с ЧПУ Переход I	6	0,6	55	876	1170	1	500	1
	Переход II	8	0,6	51	1015	1560	1,3	200	0,3
075	Слесарная	-	-	-	-	-	-	-	0,53
080	Фрезерная Переход I	0,72 2	0,36	75	1195	100	0,12	40	0,1
	Переход II	1,4	0,36	70	1115	190	0,2	40	0,1
085	Сверлильн. Переход I	2	0,18	71	5256	90	0,1	13	0,01
	Переход II	3,75	0,45	62	2633	294	0,36	14	0,01
	Переход III	8	0,13	41	1632	263	0,44	15	0,07
090	Слесарная	-	-	-	-	-	-	-	0,12

1.8.3 Расчет штучного времени и нормирование операций
 Нормирование операции №040 «Фрезерная с ЧПУ»

Расчет времени для операции осуществляется по нормативам [7].

$$t_{\text{опер}} = t_o + t_v, \text{ мин} \quad (11)$$

где $t_{\text{опер}}$ - оперативное время, мин.

$$t_{\text{опер}} = 2,7 + 0,34 = 3,04 \text{ мин.}$$

Таблица 2 – Вспомогательное время

1	Установка и снятие детали	$t_{в1}^{\text{непер}}$	0,17 мин.
2	Включить/выключить станок	$t_{в2}^{\text{непер}}$	0,04 мин.
3	Открыть/закрыть заградительный щиток	$t_{в3}^{\text{непер}}$	0,03 мин.
4	Время на очистку приспособления	$t_{в4}^{\text{непер}}$	0,07 мин.
5	Время на смену инструмента	$t_{в5}^{\text{непер}}$	0,03 мин.
6	Время на контрольные измерения	$t_{в6}^{\text{пер}}$	0,18 мин.

Итого $t_v = \sum t_v^{\text{непер}} = 0,34 \text{ мин.}$

Время, связанное с обслуживанием (уборка стружки и т.д.) $t_{\text{обс}}$ составляет 6% от $t_{\text{опер}}$:

$$t_{\text{обс}} = 3,04 \cdot 0,06 = 0,183 \text{ мин.}$$

Время на отдых и личные надобности $t_{\text{отл}}$ составляет 4% от $t_{\text{опер}}$:

$$t_{\text{отл}} = 3,04 \cdot 0,04 = 0,122 \text{ мин.}$$

Штучное время $t_{\text{шт}}$:

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{опер}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отл}}, \text{ мин} \quad (12)$$

где $t_{\text{шт}} = 3,04 + 0,183 + 0,122 = 3,345 \text{ мин.}$

Нормирование остальных операций производится аналогично.

Времена по другим операциям приведены в таблице 3.

Таблица 3

№	Название операции	t_0 , мин.	t_b , мин.	$t_{опер.}$, мин.	$t_{обс.}$, мин.	$t_{отп.}$, мин.	$t_{шт.}$, мин.
005	Разметка	0,08	-	-	-	-	0,08
010	Фрезерная Переход I	0,2	0,36	0,56	0,034	0,023	2,138
	Переход II	0,1	0,36	0,46	0,028	0,019	
	Переход III	0,1	0,36	0,46	0,028	0,019	
	Переход IV	0,1	0,36	0,46	0,028	0,019	
015	Фрезерная	0,2	0,36	0,56	0,034	0,23	0,617
020	Фрезерная Черновая	0,1	0,36	0,46	0,028	0,019	1,014
	Чистовая	0,1	0,36	0,46	0,028	0,019	
025	Фрезерная Переход I	0,2	0,4	0,6	0,036	0,024	1,32
	Переход II	0,2	0,4	0,6	0,036	0,024	
030	Фрезерная	1,5	0,56	2,06	0,124	0,083	2,267
035	Фрезерная Переход I	0,125	0,78	0,905	0,055	0,037	3,509
	Переход II	1,2	0,78	1,98	0,119	0,08	
040	Фрезерная с ЧПУ	2,7	0,35	3,05	0,183	0,122	3,355
045	Фрезерная с ЧПУ Переход I	1,32	0,42	1,74	0,105	0,07	2,79
	Переход II	0,024	0,36	0,384	0,23	0,016	
	Переход III	0,01	0,1	0,11	0,015	0,01	
050	Разметка	0,11	-	-	-	-	0,11
055	Фрезерная с ЧПУ	0,23	0,53	0,76	0,046	0,03	0,836
060	Фрезерная с ЧПУ	0,23	0,53	0,76	0,046	0,03	0,836

Окончание таблицы 3

065	Фрезерная с ЧПУ Переход I	1	0,53	1,53	0,09	0,06	1,93
	Переход II	0,3	0,2	0,5	0,03	0,02	
070	Фрезерная с ЧПУ Переход I	1	0,53	1,53	0,09	0,06	1,93
	Переход II	0,3	0,2	0,5	0,03	0,02	
075	Слесарная	0,53	-	-	-	-	0,53
080	Фрезерная Переход I	0,1	0,46	0,56	0,034	0,023	1,234
	Переход II	0,1	0,46	0,56	0,034	0,023	
085	Сверлильн. Переход I	0,01	0,52	0,53	0,032	0,022	1,151
	Переход II	0,01	0,2	0,3	0,018	0,012	
	Переход III	0,07	0,2	0,27	0,013	0,009	
090	Слесарная	0,12	-	-	-	-	0,12

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Проектирование специальной фрезы

Специальный инструмент проектируется целенаправленно под конкретную операцию и получаемую поверхность.

Фреза специальная предназначена для обработки наружной поверхности лапок (рисунок 7).

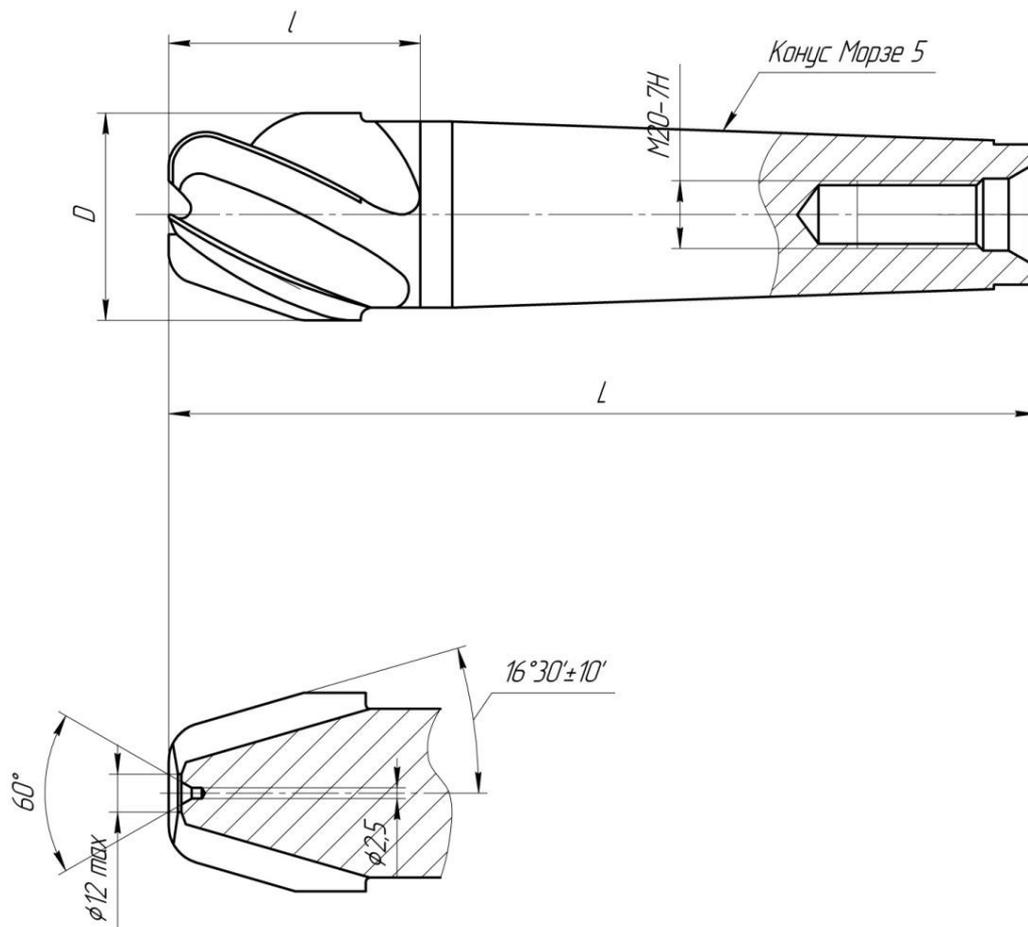


Рисунок 7 - Фреза специальная

Выбор и обоснование материала режущей части фрезы [10]

Для фрезы применяем сварную конструкцию. Материал режущей части Р6М5, материал хвостовика - сталь 45. Тип хвостовика принимаем с конусом Морзе 5 с резьбовым отверстием М20 для затяжного болта. Направление винтовых канавок противоположно направлению вращения фрезы. Это обеспечивает лучший отвод стружки и получение положительных передних углов на торцевых зубьях. Все остальные размеры хвостовика принимаем по ГОСТу 25557-2006.

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Расчет геометрических параметров фрезы[10]

Поскольку конструкция фрезы напоминает концевую фрезу, диаметр фрезы выбираем из стандартного ряда диаметров концевых фрез $D = 50$ мм, длина фрезы $L = 200$ мм, длина режущей части $l = 55$ мм, угол наклона стружечных канавок $\omega = 30^\circ$.

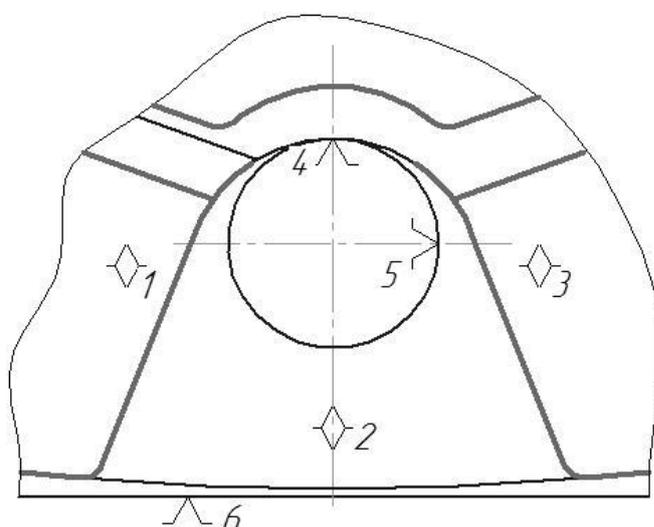
По рекомендациям задний угол выбираем равным $\alpha = 20^\circ$, передний угол $\gamma = 15^\circ$, угол стружечной канавки $\theta = 80^\circ$, ширина вершины зуба $f = 3$ мм, высота зуба $H = 10$ мм, радиус закругления дна впадины $r_1 = 6$ мм.

На фрезе делается «скос» в плоскости параллельной оси инструмента, угол которого равен углу наклона лапки детали $16^\circ 30'$.

2.2 Проектирование и расчет приспособления для фрезерной операции №040

Исходные данные: режимы резания при обработке на вертикальном обрабатывающем центре Fadal VMC 4020: $t=6$ мм; $s_o=0,72$ мм/об; $V=60$ м/мин; $n=406$ об/мин; $P_z=1500$ Н; $M=30000$ Н·мм. Для обработки заготовка должна быть лишена всех шести степеней свободы.

Схема базирования изображена на рисунке 8.



*1,2,3—установочная база
4,5—двойная опорная база
6—опорная база*

Рисунок 8 - Схема базирования для фрезерной операции с ЧПУ №040

Для данной схемы базирования разработано специальное приспособление рисунок 9.

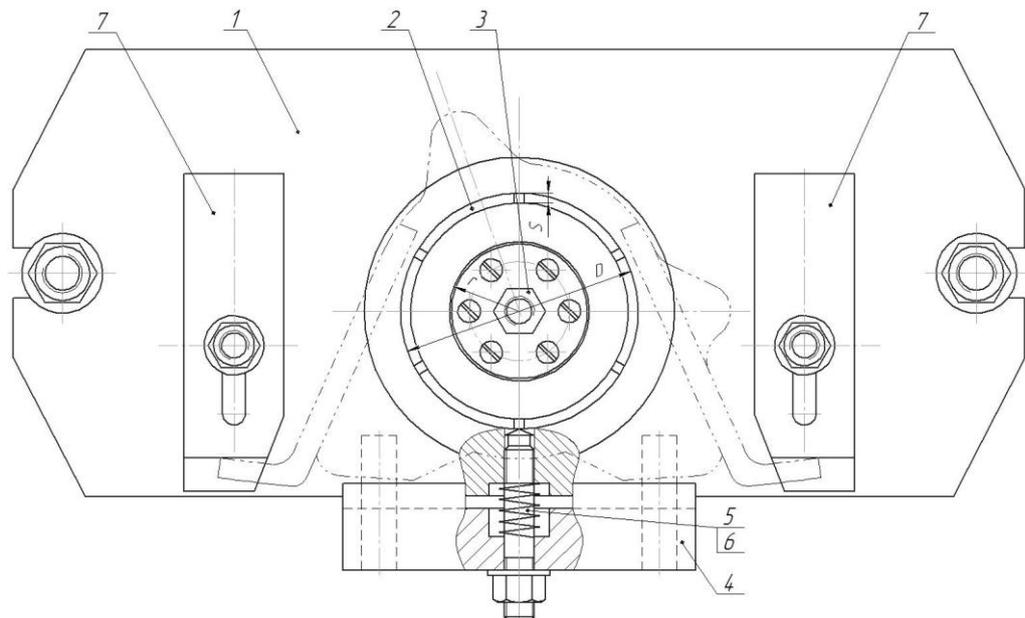


Рисунок 9 - Приспособление фрезерное

Приспособление представляет собой зажимной механизм с ручным винтовым приводом. Заготовка базируется на плиту 1 и цанговую оправку 2, а упор 4 дает правильное направление углового размещения, затем цанговая оправка разжимается до нужного диаметра гайкой 3. Так же сверху заготовка прижимается верху рычажными прихватами 7 для жесткости закрепления. При снятии заготовки упор 4 возвращается в исходное положение за счет шпильки 5 и пружины 6.

Для закрепления выбираем цангу, так как она хорошо центрирует заготовку и удобна для подвода режущего инструмента.

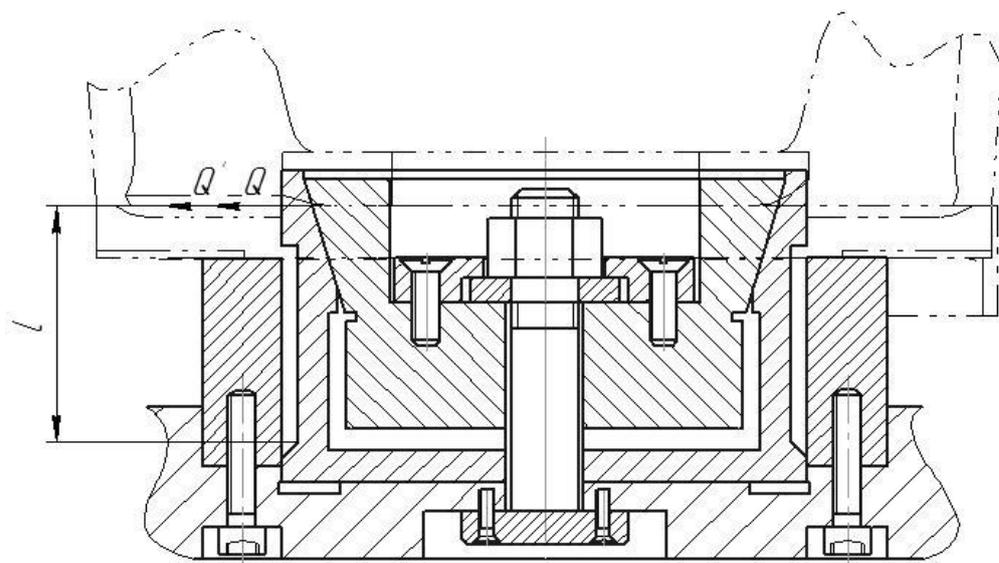


Рисунок 10 – Схема приложения сил

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.635.00 ПЗ

Лист

50

Сила затяжки цанги равна [8, с.90]:

$$N = (Q + Q')tq \left(\varphi + \frac{\alpha}{2} \right), \text{ Н} \quad (13)$$

где Q – сила закрепления заготовки;

Q' – сила сжатия лепестков цанги для выбора зазора между цангой и заготовкой, Н;

φ – угол трения между цангой и втулкой;

α – угол конуса цанги.

Силу Q' можно определить, если рассмотреть лепесток цанги как консольную балку.

$$Q' = 2 \cdot 10^3 \cdot \frac{\Delta S D^3}{l^3}, \text{ Н} \quad (14)$$

где Δ – зазор между цангой и заготовкой, мм

S – толщина стенки лепестка, мм

D – наружный диаметр лепестка, мм

l – длина плеча, на котором приложена сила Q , мм

$$Q' = 2 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,469 \cdot 4 \cdot 95^3}{50^3} = 25735 \text{ Н}$$

Сила закрепления заготовки с учетом коэффициента запаса равна:

$$Q = K \frac{\sqrt{\left(\frac{M}{r}\right)^2 + P^2}}{f_1}, \text{ Н} \quad (15)$$

где M – момент, передаваемый цангой и равный моменту резания, Н·мм

r – радиус базовой поверхности заготовки, мм

P – осевая сила резания, Н

f – коэффициент трения.

Определяем коэффициент запаса K [9, с. 51]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (16)$$

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

$K_1=1,0$ – учитывает увеличение силы резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях;

$K_2=1,2$ - учитывает увеличение силы резания вследствие затупления режущего инструмента;

$K_3=1,0$ - учитывает увеличение силы резания при прерывистом резании;

$K_4=1,3$ – учитывает постоянство силы закрепления зажимных механизмов;

$K_5=1,2$ – характеризует эргономику ручных зажимных механизмов;

$K_6=1,0$ – учитывает только при наличии моментов стремящихся повернуть заготовку.

$$Q = 2,8 \cdot \frac{\sqrt{\left(\frac{30000}{62}\right)^2 + 750^2}}{0,16} = 15620 \text{ Н.}$$

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1 = 2,8$$

$$N = (15620 + 25735) \cdot \operatorname{tg}\left(1^\circ + \frac{30^\circ}{2}\right) = 12000 \text{ Н.}$$

Номинальный диаметр винта проверяют на растяжение (сжатие) по формуле:

$$d = c \sqrt{\frac{N}{[\sigma]}} \quad (17)$$

где $c = 1,4$ - коэффициент для основной метрической резьбы;

$[\sigma] = 80$ напряжение растяжения (сжатия).

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{12000}{80}} = 16 \text{ мм.}$$

Момент, развиваемый на рукоятке ключа

$$M_3 = N\bar{r} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + M_{\text{тр}}, \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (18)$$

где \bar{r} – средний радиус резьбы, мм

α – угол подъема резьбы, град

φ_1 – угол трения резьбы, град

$M_{\text{тр}}$ – момент трения на опорном торце гайки или винта, Н · мм

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} f N \frac{D^3 + d^3}{D^2 + d^2}, \quad (19)$$

где D – диаметр гайки, мм

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

d – диаметр винта, мм

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} \cdot 0,16 \cdot 12000 \cdot \frac{20,4^3 + 12^3}{20,4^2 + 12^2} = 7725 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

$$M_3 = 12000 \cdot 5,5 \cdot \text{tg}(3^\circ + 10,5^\circ) + 7725 = 15840 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Усилие руки рабочего

$$Q_{\text{рук}} = \frac{M_3}{L}, \quad (20)$$

где L – длина рукоятки ключа по ГОСТу 25605-83.

$$Q_{\text{рук}} = \frac{15840}{400} = 40 \text{ Н}.$$

$$147 \text{ Н} \geq 40 \text{ Н}$$

Выполняется условие максимального усилия рабочего, приложенного к концу рукоятки.

2.3 Проектирование и расчет приспособления для фрезерной операции №055

Исходные данные: режимы резания при обработке на вертикальном обрабатывающем центре Fadal VMC 4020: $t=6$ мм; $s_o=0,72$ мм/об; $V=60$ м/мин; $n=389$ об/мин; $P_z=1333$ Н. Для обработки заготовка должна быть лишена всех шести степеней свободы.

Схема базирования изображена на рисунке 11.

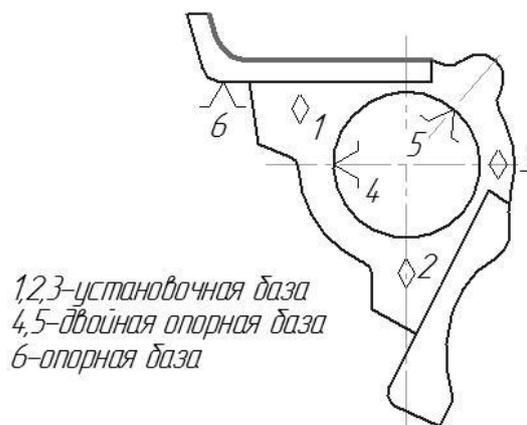


Рисунок 11 – Схема базирования для фрезерной операции с ЧПУ №055
Для данной схемы базирования разработано специальное приспособление рисунок 12.

Приспособление представляет собой зажимной механизм с ручным винтовым приводом. Заготовка устанавливается отверстием на базу 7, лапкой на упор 6 и закрепляется передвижным прихватом 8 и прихватом 4 (9). Прихваты прижимаются винтом 5.

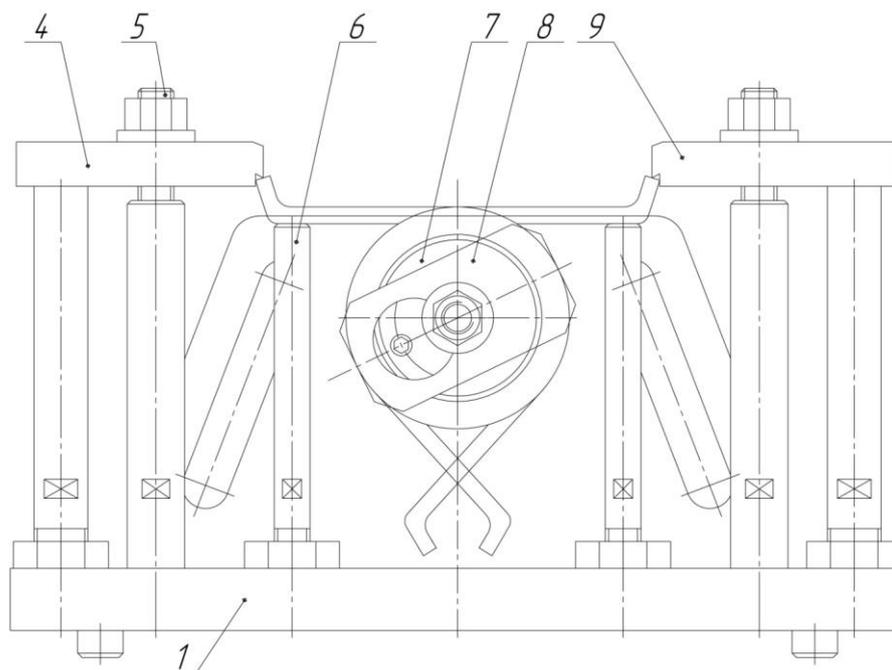


Рисунок 12 - Приспособление фрезерное

Сила закрепления заготовки с учетом коэффициента запаса равна:

$$Q = \frac{KP}{f_1 + f_2}, \text{Н} \quad (21)$$

где К – коэффициент запаса (см. формулу 16);

Р – осевая сила резания, Н

f – коэффициент трения.

$$Q = \frac{2,8 \cdot 1333}{0,16 + 0,16} = 11600 \text{ Н.}$$

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1 = 2,8$$

Номинальный диаметр винта проверяют на растяжение (сжатие) по формуле 17

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{11600}{80}} = 16 \text{ мм}$$

Момент, развиваемый на рукоятке ключа (см. формулу 18)

Момент трения на опорном торце гайки или винта (см. формулу 19)

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} \cdot 0,16 \cdot 11600 \cdot \frac{27,2^3 + 16^3}{27,2^2 + 16^2} = 20493 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

$$M_3 = 11600 \cdot 7,5 \cdot \text{tg}(3^\circ + 10,5^\circ) + 20493 = 41379 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Усилие руки рабочего (см. формулу 20)

$$Q_{\text{рук}} = \frac{41379}{400} = 103 \text{ Н.}$$

$$147 \text{ Н} \geq 103 \text{ Н}$$

Выполняется условие максимального усилия рабочего, приложенного к концу рукоятки.

2.4 Проектирование и расчет контрольного приспособления

Контрольное приспособление для проверки кронштейна проверяет:

- 1) положение детали в сборке.

Деталь устанавливается в приспособление с базированием по отверстию и радиусной поверхности. На основании приспособления установлены два платика, на которых находятся винты с пятой. А также на основании установлены шаблон и кронштейн с калибром-пробкой. Деталь базируется отверстием на пробку, а лапками на шаблон, затем лапки поджимаются пятами. Зазор между деталью и калибром, если он присутствует, замеряется набором концевых мер.

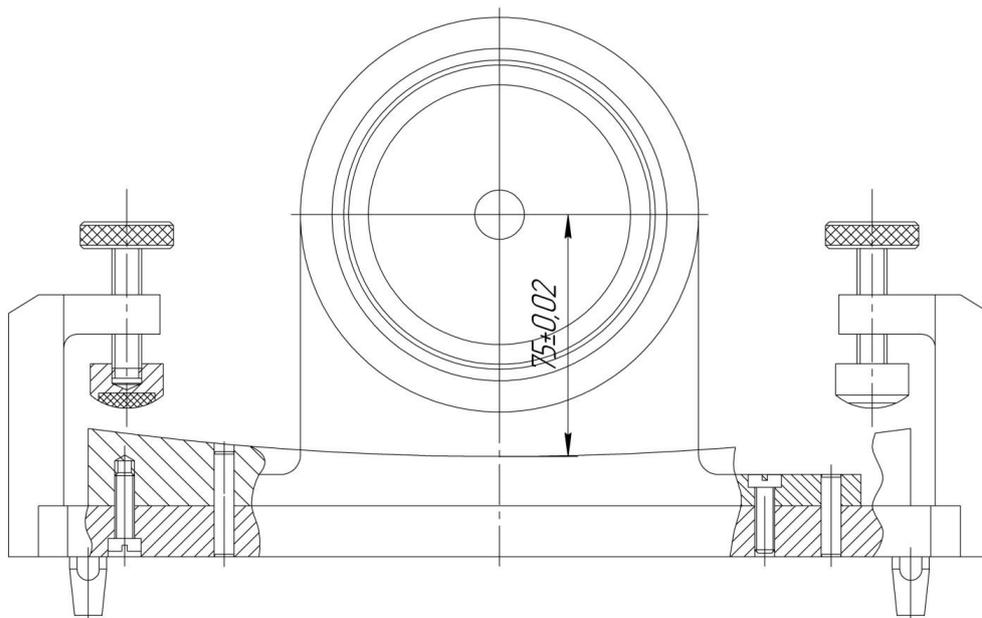


Рисунок 13 - Приспособление для проверки радиуса заданного профиля

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Погрешность контрольного приспособления определяется путём последовательных вычислений погрешностей составляющих общую погрешность приспособления:

$$\Delta_{\text{изм}} = \sqrt{\varepsilon^2 + \Delta_{\text{э}}^2 + \Delta_{\text{п}}^2}, \quad (22)$$

где ε – погрешность положения детали в контрольном приспособлении;

$\Delta_{\text{э}}$ - погрешность изготовления эталона;

$\Delta_{\text{п}}$ - неточность показаний измерительного прибора.

$$\Delta_{\text{изм}} \leq [\Delta]_{\text{изм}} \quad (23)$$

Так как данное контрольное приспособление контролирует один параметр, то необходимо рассчитать одну погрешность измерения.

Погрешность установки:

Максимальный зазор

$$z_{\text{max}} = \varepsilon = 95,07 - 94,684 = 0,386 \text{ мм.}$$

Погрешность эталона $\Delta_{\text{э}} = 0,005$ мм [10, с. 480].

Неточность показаний измерительного прибора $\Delta_{\text{п}} = 0,05$ мм [1, с. 482].

$$\Delta_{\text{изм}} = \sqrt{0,386^2 + 0,005^2 + 0,05^2} = 0,29$$

$$0,29 \leq 0,3$$

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

3.1 Расчет количества единиц и оборудования и их загрузка

Расчет выполняется по литературе 11, 12, 13.

Расчетное число станков:

$$C_{расч} = \frac{T_{СΣ}}{F_0}, \quad (24)$$

где $T_{СΣ}$ – суммарная станкоемкость обработки годовой программы выпуска деталей, обрабатываемых на участке, станко-час

F_0 – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч

Суммарная станкоемкость обработки

$$T_{СΣ} = \frac{\sum_{j=1}^m t_{умj} N}{60}, \text{ станко – час} \quad (25)$$

где $t_{умj}$ - штучное время выполнения j-й операции, мин

N – программа выпуска, шт

$$T_{СΣ} = \frac{25,177 \cdot 1000}{60} = 420 \text{ станко – часов}$$

$$C_{расч} = \frac{420}{3810} = 0,11$$

Коэффициент загрузки технологического оборудования:

$$k_з = \frac{C_{расч}}{C_{пр}}; \quad (26)$$

$$k_з = \frac{0,11}{1} = 0,11$$

3.2 Расчет числа производственных рабочих

Определение числа основных производственных рабочих

Так как коэффициент загрузки на операциях маленький, все операции будут выполняться на одном станке, следовательно, понадобится 2 оператора-наладчика для двух смен.

Определение численности вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников и служащих.

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

К вспомогательным относятся рабочие, выполняющие техническое обслуживание производственных участков: рабочие ремонтных и инструментальных служб, транспортные и подсобные рабочие, уборщики производственных помещений, рабочие складов и кладовых и др. Численность вспомогательных рабочих механическом цехе составляет 20...35% от числа производственных рабочих. Расчетное значение 0,3.

К категории инженерно-технических работников (ИТР) относятся лица, осуществляющие руководство цехом и его структурными подразделениями, а также инженеры технологи, техники, экономисты, нормировщики и тд. Число ИТР составляет 22-16% от числа основных станков механического цеха. Расчетное значение 0,2.

К категории служащих относится персонал выполняющий работы по счету, отчетности, снабжению, оформлению: бухгалтеры, кассиры, копировальщики, секретари, учетчики, заведующие складов и кладовых. Численность служащих составляет 0,9-1,9% от числа производственных рабочих. Расчетное значение 0,01.

3.3 Определение основных параметров производственного здания

Для организации механосборочного производства рекомендуется применять одноэтажное здание, т.к. в этом случае облегчается установка тяжелого оборудования, а также упрощаются транспортные связи между отдельными цехами.

Ширину пролета выбирают такой, чтобы можно было рационально разместить кратное число рядов оборудования. Сетка колонн для одноэтажного здания, оборудованного мостовым краном принимаем 18x12. Выбираем кран электрический мостовой однобалочный опорный: 1-А-5-16,5-12-380 ГОСТ 22045-89.

Габаритные размеры вертикального обрабатывающего центра Fadal VMC 4020 - 3100x2540x2540

Высоту пролета выбирают исходя из схемы, приведенной на рисунке 14.

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

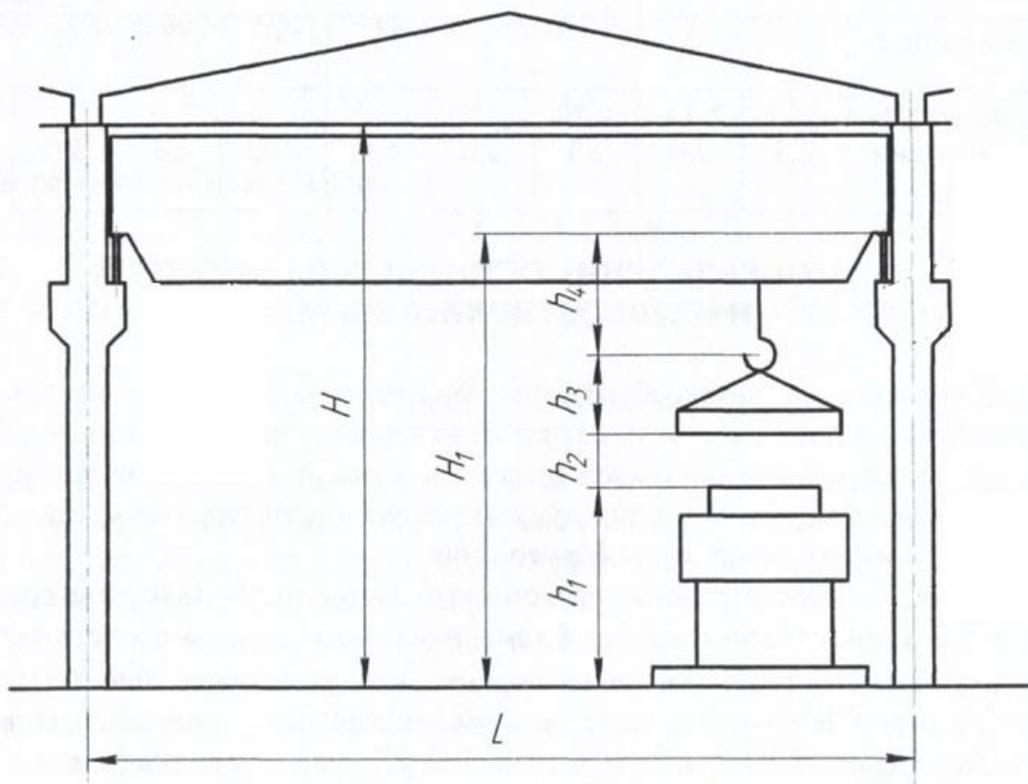


Рисунок 14 - Схема поперечного разреза здания

1 – кабина крана; 2 - ось подкрановых путей; 3 – продольная разбивочная ось; 4 – станок.

Исходя из максимального габаритного размера оборудования по высоте h_1 , минимального расстояния h_2 между оборудованием и перемещаемым грузом, а также размеров по высоте транспортируемых грузов h_3 и подъемно-транспортных средств h_4 определяют высоту H_1 до головки подкранового рельса:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \text{ м} \quad (27)$$

где h_1 – максимальный высотный габаритный размер оборудования;

h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом;

h_3 – размер по высоте транспортируемых грузов;

h_4 – высота подъемно-транспортного средства (крана).

$$H_1 = 2,54 + 0,4 + 2,2 + 1,1 = 6,4 \text{ м.}$$

Принимаем: $H_1 = 6,95 \text{ м}$ [10, с.43]

По высоте H_1 определяем высоту пролета H по таблице 7.1 [10, с.43]

Принимаем $H = 9,6 \text{ м}$

Для здания высотой 9,6м и крана грузоподъемностью 5 т принимаем по ГОСТ 25628-90 колонну типа 5КК96 с размерами 400х600 мм.

										Лист
										59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.635.00 ПЗ					

Способ удаления стружки и способ снабжения участка СОЖ

Так как на участке обрабатываются заготовки из разных материалов, стружка убирается вручную в тару для стружки с помощью совков и щеток. Заполненная стружкой тара вывозится на накопительную площадку, а затем – на участок переработки. Алюминиевую стружку дополнительно подвергают магнитной сепарации для удаления из нее стружки черных металлов[8, 11, 12].

Способ подачи СОЖ – децентрализованный: жидкость из отделения СОЖ доставляют к станкам в таре и также удаляют отработанную жидкость. Производители вертикального обрабатывающего центра Fadal VMC 4020 рекомендуют использовать масло марки MOBILCUT™ 140. При необходимости, оператор-наладчик пополняет жидкость для восполнения ее потерь, вследствие разбрызгивания, уноса со стружкой и обработанной заготовкой.

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

САПР — это автоматизированные системы, которые призваны реализовывать ту или иную информационную технологию осуществления проектирования. На практике они представляют собой технические системы, позволяющие, таким образом, автоматизировать, обеспечить независимое от человека функционирование процессов, составляющих разработку проектов.

Основная цель создания САПР — повышение эффективности труда инженеров, включая:

- сокращения трудоёмкости проектирования и планирования;
- сокращения сроков проектирования;
- сокращения себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращения затрат на натурное моделирование и испытания.

4.1 Выполнение симуляции мех.обработки на станках с ЧПУ

Симуляция обработки детали «Кронштейн крепления заряда» выполняется в программе FeatureCAM. В программу вставляется готовая деталь и ее заготовка (рисунок 15).

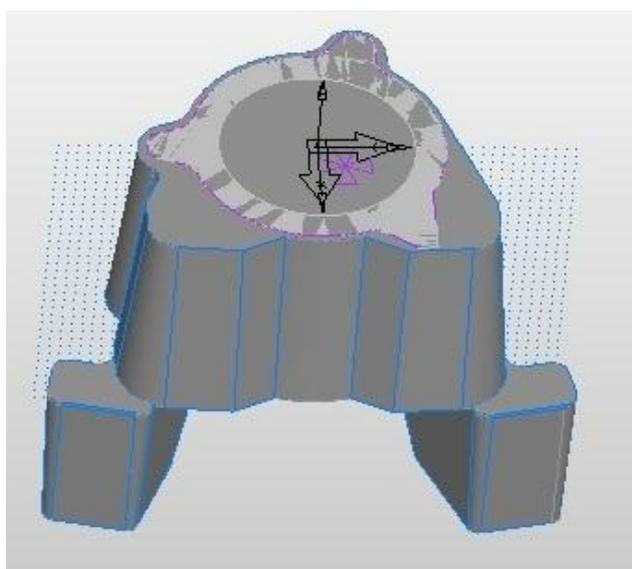


Рисунок 15-Заготовка и деталь в FeatureCAM

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Далее выбираются установки, поверхности для обработки, режущий инструмент и режимы резания. Затем можно посмотреть как будет обрабатываться деталь (рисунок 16).

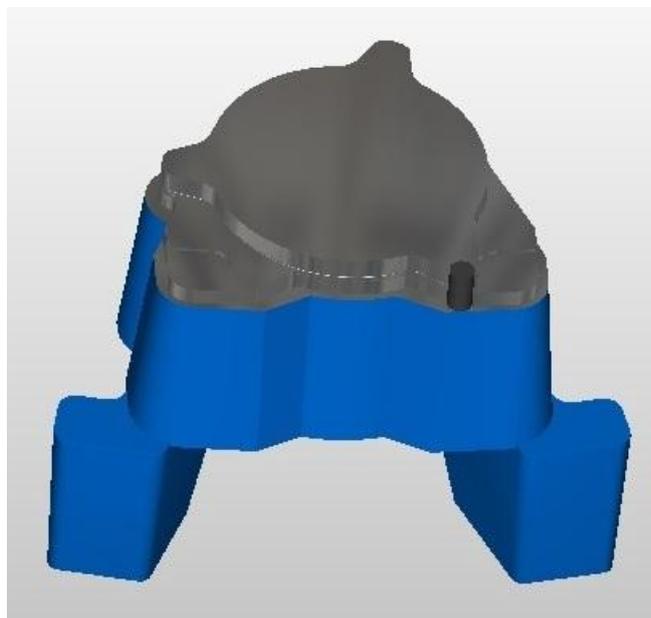


Рисунок 16 – Обработка детали

В результате, мы получаем обработанную деталь (рисунок 17).



Рисунок 17 – Готовая деталь

4.2 Построение 3D модели станочного приспособления

Построение 3D модели станочного приспособления для фрезерной операции 040 выполнялось в программе Компас. Для этого сначала были построены отдельные детали, а затем собраны в приспособление (рисунок 18).

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

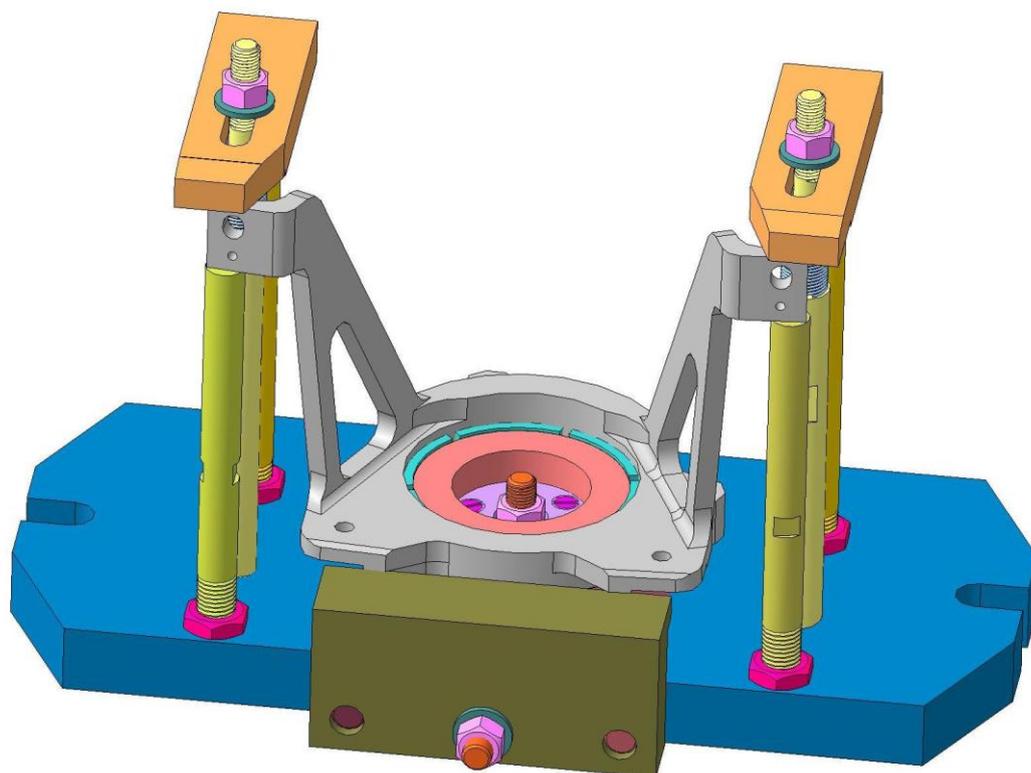


Рисунок 18 – Фрезерное приспособление 3D

А так же сделано сечение, для того, чтобы хорошо было видно внутренние детали (рисунок 19).

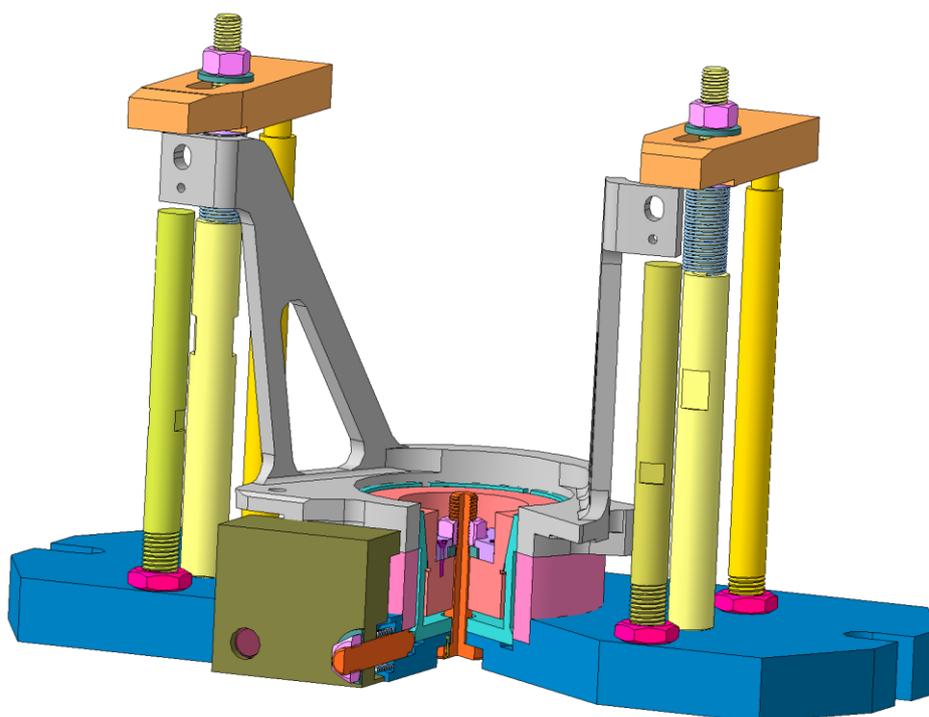


Рисунок 19 – Приспособление в сечении

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

4.3 Создание технологического процесса в программах САРР

Для создания технологического процесса использовалась программа Вертикаль. Для того, чтобы создать технологический процесс нужно добавить операции (рисунок 20).

Цвет	Класс ВЕРТИКАЛИ	Вид работ	Идентификатор
Черный	trm_oper	Термическая обработка	0h6d_rtt2f.h7DR0uX9q3b
Черный	svr_oper	Сварка	0kxVErsi615m7KEMNO39c
Черный	public_oper	Литье металлов и сплавов	4pZOVqjnUNNv_YKi.ZqUbd
Черный	rok_oper	Получение покрытий (металлических и неметаллических)	5ewthlvLgBKcOd4.SNA5vb
Синий светлый	sbr_oper	Оборка	97Jvvq7aVLv9hONCM9ard
Черный	public_oper	Алмазно-обточная	9EsTgJm9aXT2KktzDpZi.d
Синий светлый	mex_oper	Обработка резанием	AgsifqWsoVrHONJQKzHyA
Черный	public_oper	Электромонтаж	cVYiRtu9tXXQHGaauUub
Черный	public_oper	Пайка	EbsgzrxGsUmcBWGTgQjB
Черный	public_oper	Алмазно-обточная	FsCWmxA9eNLIH3mg94MQc
Черный	public_oper	Испытания	FxezGtVSLzWHfQ0bCmSAd
Черный	public_oper	Консервация и упаковка	GulgfslHw7lc2QbpJ3VOa
Черный	public_oper	Порошковая металлургия	hmSENGAFQ6e1WUKYiqYmc
Черный	public_oper	Формообразование из полимерных материалов, керамика	hS8eKs77vVIST5HG5dm_b
Черный	public_oper	Электрофизическая, электрохимическая обработка	L7xPardLxAAoUKQCaOO.Nc
Черный	public_oper		NFjpYK5DKKHFJDAJ5CSQc
Черный	public_oper		pb8KtxZvhMIGvptbiqfaa
Черный	shl_oper	Обработка давлением	rM6dSregobWLNHCQxxT79Qd
Черный	public_oper	Фрезерно-сверлильная	srcE.NeHkpTwwcJWtGes.d
Черный	public_oper	Операции общего назначения	uwxlzhYfBOMDKRWUSj9b
Синий светлый	rok_oper	Получение покрытий органических (лакокрасочных)	vPfx9scYB4Sc67QGPOa7va
Черный	public_oper	Перемещение	yB1Atr4XE5IAONR2hx3oXa
Черный	public_oper	Фотохимико-физическая обработка	yZKqZq1_TEgygzUrh_3TGd
Черный	cnt_oper	Технический контроль	zb3QY1Q1cBGLXqagAMGz.d

Рисунок 20 – Операции в Вертикале

Затем добавляем всю необходимую информацию: станок, режущий инструмент, приспособление, СИЗ, СОЖ, переходы, режимы резания и т.д.(рисунок 21).

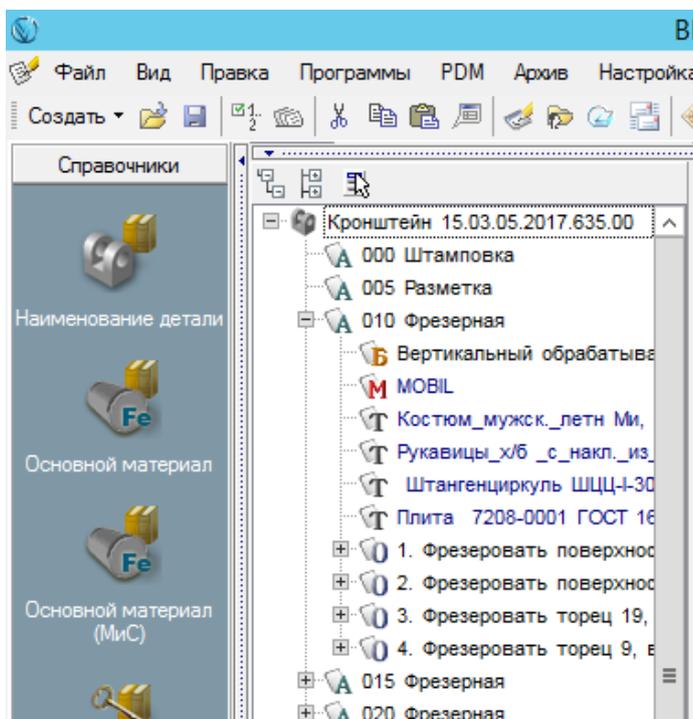


Рисунок 21 – Состав операции

Так же нужно добавить все эскизы, включая заготовку (рисунок 22).

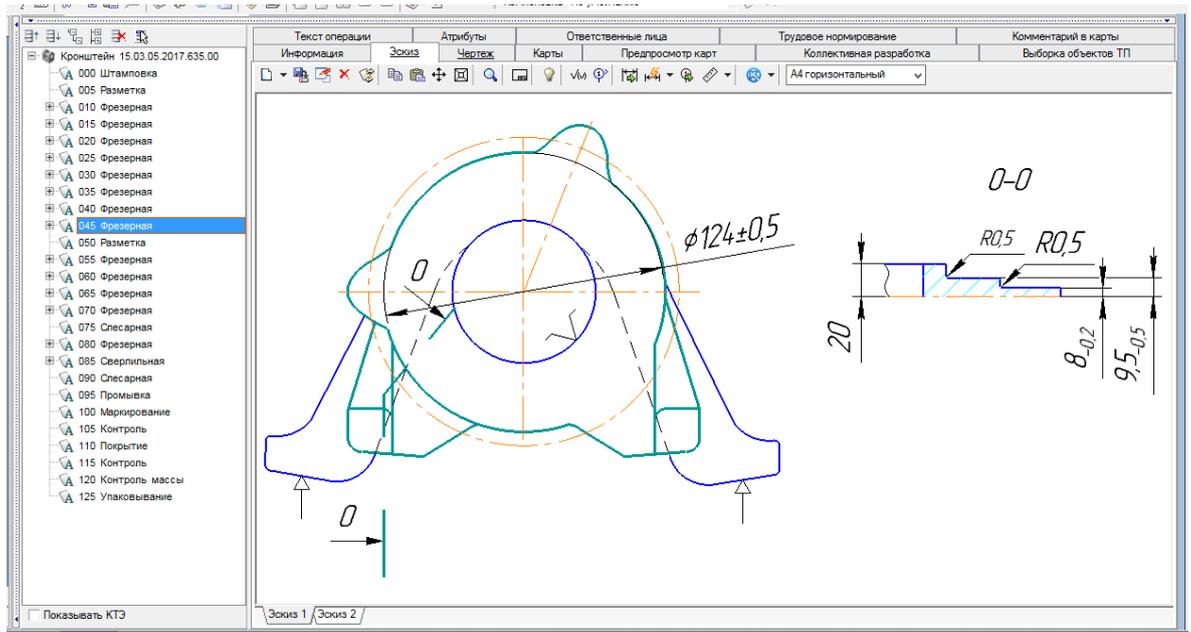


Рисунок 22 – Эскиз операции 045

В конце работы формируем технологическую документацию и получаем готовый технологический процесс (рисунок 23).

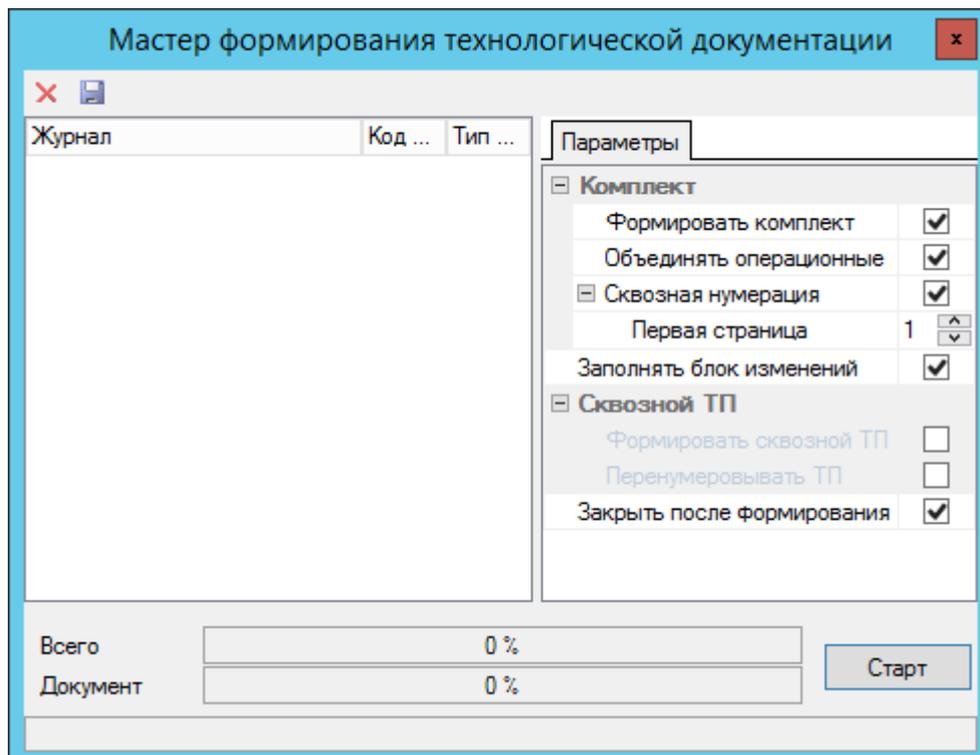


Рисунок 23 – Формирование технологической документации

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Охрана труда – это система законодательных актов и норм, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств по созданию условий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека.

Конечная цель охраны труда – полная ликвидация производственного травматизма, профессиональных заболеваний путем создания безопасных и безвредных условий труда на производстве. Рассматривая вопросы охраны труда необходимо разрабатывать мероприятия по технике безопасности, производственной санитарии и противопожарной безопасности.

Охрана труда выявляет и изучает возможные причины производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, взрывов, пожаров и требований к системе мероприятий с целью устранения этих причин и создания безопасных и благоприятных для человека условий труда. При этом наряду с огромным социальным эффектом достигается и определенный экономический эффект.

К технологическому процессу обработки кронштейна предъявляют ряд требований, обеспечение которых способствует безопасности работы, а именно:

- применение механизации, автоматизации и дистанционного управления в тех случаях, когда действие вредных и опасных производственных факторов нельзя устранить;
- обеспечение надлежащей герметизации производственного оборудования;
- применение средств защиты работающих;
- применение системы контроля и управления технологическим процессом, обеспечивающей защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования;

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

-оснащение технологических процессов устройствами, обеспечивающими получение своевременной информации о возникновении опасных и вредных производственных факторов;

-применение рациональных режимов труда и отдыха с целью предупреждения возникновения психофизиологических опасных и вредных производственных факторов.

Учитывая данные требования, на участке предусмотрены ограждения подвижных частей, необходимые электрические блокировки, устройства аварийной остановки.

Электроаппаратура станков размещена в шкафах, расположенных непосредственно на станках. Разводка электрооборудования выполнена в специальных корпусах.

На участке поточной линии находится кран-балка, которая оснащена следующими приборами безопасности:

-ограничители грузоподъемности, предохраняющие кран от перегрузки;

-конечные выключатели, автоматически отключающие механизм подъема крюка или механизм передвижения при подходе к крайним точкам.

Безопасность эксплуатации подъемно-транспортных устройств требует ограждения всех доступных движущихся или вращающихся частей механизмов.

Необходимо исключить непредусмотренный контакт работающих с перемещаемыми грузами и самими механизмами при их передвижении, а также обеспечить надежную прочность механизмов, вспомогательных, грузозахватных и балочных приспособлений.

5.1 Производственный микроклимат

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Учитывая, что трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях, на рабочем месте необходимо создать оптимальный микроклимат, который при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивает сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения механизма терморегуляции, обеспечивает ощущения теплового комфорта и создает предпосылки для хорошей работоспособности. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям.

Оптимальные параметры микроклимата приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Оптимальные параметры микроклимата

Сезон	Температура воздуха, °С	Относительн. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный и переходный (среднесуточная t° воздуха ниже $+10^{\circ}\text{C}$)	17...19	60...40	0,2
Теплый (среднесуточная t° воздуха $+10^{\circ}\text{C}$ и выше)	19...21	60...40	0,2

5.2 Производственное освещение

Свет имеет важное значение для человека, обеспечивая связь организма с окружающей средой. Назначение производственного

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

освещения – обеспечить, прежде всего, нормальные зрительные условия работы в производственных помещениях в течение рабочего времени.

По типу источника света в цехе применяется производственное освещение следующих видов: естественное – за счет солнечного излучения (боковое, верхнее, комбинированное); искусственное – за счет источников искусственного света (рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное, сигнальное).

Естественное освещение имеет положительные и отрицательные стороны. Более благоприятный спектральный состав (наличие ультрафиолетовых лучей), высокая диффузность (рассеянность) света способствуют улучшению зрительных условий работы. В то же время при естественном освещении освещенность во времени и пространстве непостоянна, зависит от погодных условий, возможно тенеобразование, ослепление при ярком солнечном свете.

Искусственное освещение помогает избежать многие недостатки, характерные для естественного освещения, и обеспечить оптимальный световой режим. Однако условия гигиены труда требуют максимального использования естественного освещения, так как солнечный свет оказывает оздоравливающее действие на организм.

В дневное время на участке используется комбинированное естественное освещение – сочетание бокового, когда свет проникает через оконные проемы, и верхнего освещения, когда свет проникает в помещение через аэрационные фонари, проемы в перекрытиях. Комбинированное освещение обеспечивает более равномерное распределение внутри производственного помещения.

В темное время суток или при недостатке естественного используется искусственное освещение.

Рабочее место освещается общим освещением от магистральных ламп, создается освещенность не менее 100ЛК. На контрольном столе предусмотрено местное освещение, создающее освещенность 500ЛК.

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Кроме этого в цехе предусмотрено аварийное освещение, которое предназначено для обеспечения минимальной освещенности в производственном помещении на случай внезапного отключения рабочего освещения, норма 2 ЛК.

5.3 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей цеха.

Пожарная опасность производственного здания определяется пожарной опасностью технологического процесса и конструктивно-планировочными решениями здания.

По нормам технологического проектирования категория пожароопасности цеха - Д (цех, связанный с применением негорючих веществ и материалов в холодном состоянии). В оценке противопожарных качеств здания и сооружений большое значение имеет их огнестойкость. Выбранное здание по группе возгораемости относится к негорючим, т.е. под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняется, не тлеет и не обугливается.

Для обеспечения при пожаре безопасной эвакуации людей предусмотрены эвакуационные выходы. Двери, предназначенные для эвакуации, должны открываться в сторону выхода из здания.

Одним из условий борьбы с пожарами является немедленное уведомление пожарной команды. Очень надежной является электрическая пожарная сигнализация. Для быстрого обнаружения очага возгорания применяются тепловые, дымовые и световые извещатели. Кроме того, цех оборудован специальной пожарной сигнализацией, датчики которой находятся во всех вспомогательных помещениях. Для тушения начавшегося пожара, на участке предусмотрено использование огнетушителей ОПХ-10 (химический пенный ручной) и песок, находящийся в специальных ящиках.

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Все поступающие на работу проходят инструктаж о правилах пожарной безопасности, введенных на предприятии, и порядке пользования средствами пожаротушения и пожарной сигнализации и связи.

Ответственность за пожарную безопасность возлагается на руководителя предприятия. Руководитель предприятия обязан назначить приказом должностных лиц, ответственных за пожарную безопасность отдельных объектов (цехов, участков, установок и т.п.). Фамилии этих лиц должны быть вывешены на видных местах. В обязанности руководителей входит:

- организация пожарной охраны;
- организация обучения рабочих и служащих правилам пожарной безопасности;
- разработка мероприятий по повышению уровня пожарной безопасности предприятия – разработка инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, а также инструкций о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара, изготовления и применения средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности.

Проводятся противопожарные мероприятия:

- при проектировании здания, учитываются рельеф местности и роза ветров;
- проектируется правильное устройство дорог;
- предусматриваются пути эвакуации;
- обязательно на каждом этаже висит план эвакуации;
- на каждом этаже располагаются огнетушители и пожарные краны;
- применяется автоматическая сигнализация;
- на каждом этаже кнопки-извещатели;
- пожарные щиты.

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

5.4 Вентиляция

Вентиляцией называется комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в производственных помещениях. Основное назначение вентиляции – удаление из рабочей зоны загрязненного или перегретого воздуха и подача чистого воздуха, в результате чего в рабочей зоне создаются необходимые благоприятные условия воздушной среды.

Производственные процессы могут сопровождаться выделением тепла, вредных газов, паров, пыли, влаги, вследствие чего метеорологические параметры и состав воздуха в производственных помещениях отличаются от нормального. Создание оптимальных и допустимых метеорологических условий, удаление и разбавление вредных веществ, выделяющихся при различных работах, достигается вентиляцией производственных, вспомогательных и бытовых помещений.

В зависимости от способа перемещения воздуха в производственных помещениях вентиляция делится на естественную и искусственную (механическую).

Естественная вентиляция производственных помещений осуществляется за счет разности температур в помещении наружного воздуха (тепловой напор) или действия ветра (ветровой напор). Для данных условий работы применяется неорганизованная естественная вентиляция, при которой воздухообмен осуществляется за счет вытеснения внутреннего теплового воздуха наружным холодным воздухом через окна, форточки, фрамуги и двери.

Естественная вентиляция дешева и проста в эксплуатации. Основной ее недостаток заключается в том, что приточный воздух вводится в помещение без предварительной очистки и подогрева, а удаляемый воздух не очищается и загрязняет атмосферу. В данных условиях естественную вентиляцию можно применить, так как на участке обработки кронштейна

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

крепления заряда нет больших выделений вредных веществ в рабочую зону.

Помимо естественной, в цехе применяется также искусственная вентиляция, которая устраняет недостатки естественной вентиляции. При искусственной вентиляции воздухообмен осуществляется за счет напора воздуха, создаваемого вентиляторами; воздух в зимнее время подогревается, в летнее – охлаждается и кроме того очищается от загрязнений. В данном случае применяется приточная и вытяжная искусственная вентиляция.

Так же должна быть предусмотрена аварийная вентиляция, которая предназначается для быстрого удаления из помещений значительных объемов воздуха с большим содержанием вредных и взрывоопасных веществ, поступающих в помещение при нарушении технологического режима и авариях.

5.5 Несчастные случаи

Несчастный случай на производстве – это случай, в результате которого рабочий получает увечия или иное повреждение здоровья.

Порядок расследования несчастных случаев на производстве определен Положением о порядке расследования и учета несчастных случаев на производстве. Расследованию и учету подлежат несчастные случаи, повлекшие за собой необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату им трудоспособности либо его смерть, и происшедшие при выполнении работником своих трудовых обязанностей на территории завода или вне его, а также во время следования к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном заводом.

Расследование несчастных случаев проводится комиссией, включающей непосредственного руководителя, специалиста по охране труда, а также профсоюзного органа. В состав комиссии обязательно входят три человека. Результаты расследования несчастных случаев на производстве оформляются актами по форме Н-1 в 3 экземплярах. Эти документы хранятся на

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

предприятия в течении 45 лет и используются при учете и анализе производственного травматизма.

При анализе травматизма определяются основные причины несчастного случая, чтобы в последующем стараться их избежать. Это могут быть:

1. Технические причины:

- конструктивные недостатки машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов;
- неисправность машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов;
- неудовлетворительное техническое состояние здания, сооружений и их элементов;
- несовершенство технологических процессов;

2. Организационные причины:

- нарушение технологических процессов;
- нарушение правил дорожного движения;
- неудовлетворительная организация работ;
- неприменение средств индивидуальной защиты;
- недостатки в обучении и инструктировании работающих по безопасным приемам труда;
- использование работающих не по специальности;
- нарушение трудовой дисциплины;

3. Личностные причины:

- неосторожность или невнимательность, ошибочные действия;
- недисциплинированность рабочего;

4. Санитарно-гигиенические причины:

- загазованность;
- недостаточная освещенность;
- некомфортный микроклимат;

5. Психофизиологические причины:

- высокая напряженность;
- утомляемость;
- снижение внимательности.

					15.03.05.2017.635.00 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении хотелось бы отметить, что задача, поставленная в начале выпускной квалификационной работе, выполнена.

Выпускная квалификационная работа представляет вариант механической обработки «Кронштейна крепления заряда», который удовлетворяет требованиям по точности, заданным в чертеже, и эксплуатационным условиям детали. В проекте произведен ряд изменений, что позволяет уменьшить затраты на время и уменьшить затраты труда на изготовление детали, за счет снижения времени занятости рабочего и повышения гибкости участка, повышения коэффициента загрузки оборудования и т.д.

В данной выпускной квалификационной работе учтены все тонкости технологии производства детали, применено современное оборудование с ЧПУ для механической обработки (вертикальный обрабатывающий центр Fadal 4020), спроектированы приспособления для операций фрезерования на станках с ЧПУ, а также приведен расчет параметров режущих инструментов, применяемых на станке, на котором происходит изготовление данной детали.

В строительном разделе разработана планировка участка, на котором обрабатывается деталь.

В разделе автоматизации составлен технологический процесс, симуляция обработки и фрезерное приспособление 3D.

В разделе охраны труда представлены метеорологические условия производственной среды и правила безопасности жизнедеятельности.

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 656с., ил.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 496с., ил.
3. Миков, Ю.Г. Размерный анализ технологических процессов механической обработки: учебное пособие для самостоятельной работы /Ю.Г. Миков. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 96с.
4. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением./В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков; Под общ. ред. В.И. Гузеева. – М.: Машиностроение, 2005. - 652с.
5. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Под общ. ред. А. А. Панова. М.: Машиностроение, 1988. – 348с.
Миков, Ю.Г. Технология машиностроения: учебное пособие к курсовому проектированию / Ю.Г. Миков. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 39с.
6. Силантьев, Н.А. Техническое нормирование труда в машиностроении / Н.А.Силантьев – М.: Машиностроение, 1990. – 653с.
7. Технология машиностроения: В 2 т. Т.2. Производство машин: Учебник для вузов / под ред. Г.Н. Мельникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999 – 640 с., ил.
8. Кучина, О.Б. Технологическая оснастка: учебное пособие / О.Б. Кучина - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2011. – 63 с.
9. Справочник инструментальщика, / И.А.Ординарцев, Г. В. Филиппов и др.- М.: Машиностроение, 1987. – 964с.
10. Кучина, О.Б. Проектирование машиностроительного производства: учебное пособие к практическим заданиям. О.Б Кучина; под ред. Ю.Г. Микова.– Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007 – 63 с.

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

11. Проектирование участков и цехов машиностроительного производства: А.Г. Схиртладзе, В.П. Вороненко, В.В. Морозов [и др.]; под ред. проф. В.В. Морозова – Старый Оскол: ТНТ, 2013 – 452 с.

12. Проектирование машиностроительного производства (механического цеха): учебное пособие / В.М. Балашов, В.В. Мешков, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин – Старый Оскол: ТНТ, 2013 – 200 с.

					15.03.05.2017.635.00. ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		