

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)  
Факультет «Механико–технологический»  
Кафедра «Технология автоматизированного машиностроения»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА  
Рецензент

\_\_\_\_ Д.А. Пономарёв  
«15» мая 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой, д.т.н.,  
профессор

\_\_\_\_ В.И. Гузеев  
«02» 06 2017 г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ КОРПУС РАСШИРИТЕЛЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ  
 ГИБКОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
ЮУрГУ - 150405.2017.375.00.00.ПЗ.ВКР

Руководитель, к.т.н.,  
Доцент

\_\_\_\_ В.В. Багуев  
«26» 05 2017 г.

Автор  
студент групп. П-261

\_\_\_\_ Р.Р. Сахапов  
«20» мая 2017 г.

Нормоконтролер

\_\_\_\_ Т.В. Столярова  
«30» мая 2017

Челябинск  
2017

## АННОТАЦИЯ

Сахапов Р.Р. разработка технологического процесса механической обработки детали корпус расширителя для условий гибкого автоматизированного производства— Челябинск: ЮУрГУ, МТ; 2017, 105 с., 40 ил., библиогр. список – 15 наим..

В данной работе проведен анализ современного металлорежущего оборудования с чпу. Разработан технологический процесс с использованием современного оборудования, так же спроектированы режущий инструмент, зажимное приспособление. Для получения управляющей программы была выполнена САМ обработка в системе САПР АDEM.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
2.1 Анализ существующей конструкторско-технологической подготовки действующего производства.....	11
2.1.1 Анализ пооперационных схем базирования и технологической оснастки.....	12
2.1.2 Выводы.....	14
2.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Корпус расширителя».....	16
2.2.1 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки.....	46
2.3 САМ моделирование в программе ADEM.....	47
2.3.1 ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ	47
2.3.2 ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ	55
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	57
3.2 Проектирование и расчет режущего инструмента.....	58
3.3 Проектирование и расчет станочного приспособления.....	70
3.4 Проектирование операций технического контроля и выбор измерительного оборудования.....	
4 АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	75
4.1 Анализ возможности автоматизации технологического процесса обработки детали.....	76
4.1.1 Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций.....	77
4.1.2 Возможность встраивания основного оборудования в ГПС.....	78
4.1.3 Концентрация переходов на операциях механической обработки..	79
4.1.4 Габаритные размеры детали.....	80
4.1.5 Наличие поверхностей для захвата.....	81

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

4.2	Разработка структурной схемы гибкого производственного участка..	82
4.3	Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы.....	83
4.4	Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе.....	85
5	ОРГАНИЗАЦИОННО ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ.....	86
6	БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ.....	87
6.1	Мероприятия и средства по созданию безопасных безвредных условий труда.....	91
6.2	Мероприятия по электробезопасности.....	94
6.3	Мероприятия по пожарной безопасности.....	100

## ВВЕДЕНИЕ

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

Машиностроение, поставляющее новую технику всем отраслям народного хозяйства, определяет технический прогресс страны и оказывает решающее влияние на создание материальной базы нового общества.

В современном машиностроении металлорежущие станки должны отвечать постоянно возрастающим требованиям к оборудованию: обработка новых материалов, конструкций заготовок и деталей, обеспечивать техническую и экологическую безопасность персонала. Этим же требованиям обязаны удовлетворять станки с числовым программным управлением (ЧПУ), для изготовления конкурентоспособной продукции в рыночных условиях. Станки в связи с их высокой стоимостью должны использоваться эффективно, что возможно при условии их интенсивной работы с максимальным использованием фонда времени.

Целесообразность написания технологии с использованием станков с ЧПУ, определяется тремя группами причин:

а) Первая группа – социальные проблемы на производстве, такие как отсутствие и резкое снижение грамотных высококвалифицированных станочников универсалов, при повышении к требованиям к качеству изготавливаемых деталей практически во всех отраслях современного машиностроения.

б) Вторая группа – обработка сложных, уникальных деталей с минимальной затратой времени, и сроками изготовления. Даже если присутствует высококвалифицированный станочник, сокращение количества операций и переустановов, которое обеспечивает многокоординатное оборудование с ЧПУ, позволяет получать высокие и стабильные качественные параметры, отклонение формы и взаимного расположения поверхностей. Концентрируя технологические возможности благодаря количественному снижению несовмещенных вспомогательных времен и пролеживаний деталей между операциями, мы будем наблюдать рост с точки зрения производительности.

в) Третья группа – технико-экономические показатели.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

1. Сокращение всей длительности обработки партий деталей и поставку их на сборку или заказчику;
2. Повышение количества выдаваемой продукции в единицу времени;
3. Удешевления производственного процесса по всем составляющим, окупаемость затрат на дорогостоящее оборудование.[9]

Актуальность: на предприятии «АО Копейский Машиностроительный завод», производят оборудование для горно-шахтовых работ. В основном для обработки заготовок используют устаревшее универсальное оборудование, некачественный режущий инструмент. Нехватка квалифицированных кадров приводит к тому, что учащается поломка режущего инструмента, на выходе получается бракованная продукция, а так же частые поломки устаревшего оборудования приводит к простоям, потере денежных средств, и лишним затратам на восстановление оборудования. Перечисленные проблемы ведут к потере производительности, денежных средств, и устойчивости предприятия на рынке горно-шахтового оборудования.

**Цель:** Разработать технологический процесс механической обработки детали типа корпус расширителя 250.51.10.031 для условий гибко-автоматизированного производства.

**Задачи:**

1. Разработать технологический процесс с использованием современного оборудования и современного режущего инструмента для ГАП;
2. Спроектировать операции мех обработки с использованием современных САПР;
3. Спроектировать производственный участок.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

### 1.1 Назначение, буровой установки

Самоходная буровая установка СБУ-250 предназначена для бурения восходящих, нисходящих и горизонтальных скважин диаметром до 650 мм по породам крепостью  $f \leq 4$  по шкале М.М. Протодяконова. Установка СБУ-250 применяется в выработках калийных рудников, где возможно образование взрывоопасных смесей категории I, и проветривание которых осуществляется за счет общешахтной депрессии.

Движение узла осуществляется от электродвигателя, через соединительную муфту (1) движение передается на вал цилиндрического редуктора. Редуктор, увеличит крутящий момент и уменьшает угловую скорость, далее передаёт движение на вал (4) (рис.1) который стыкуется с корпусом расширителя шлицами, а на корпус расширителя (рис.2) с бурильным сверлом, забуром и специальными резцами.

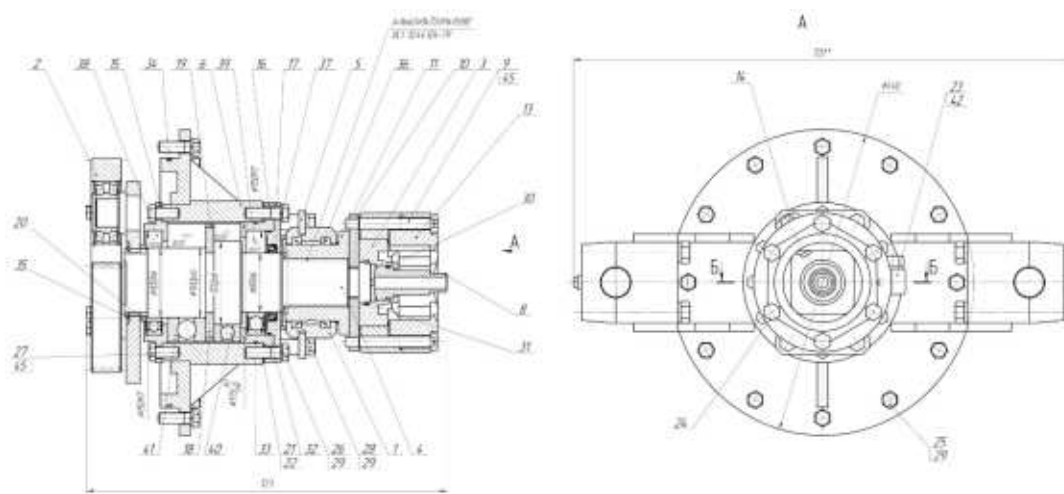


Рисунок 1 – Вал вращателя

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

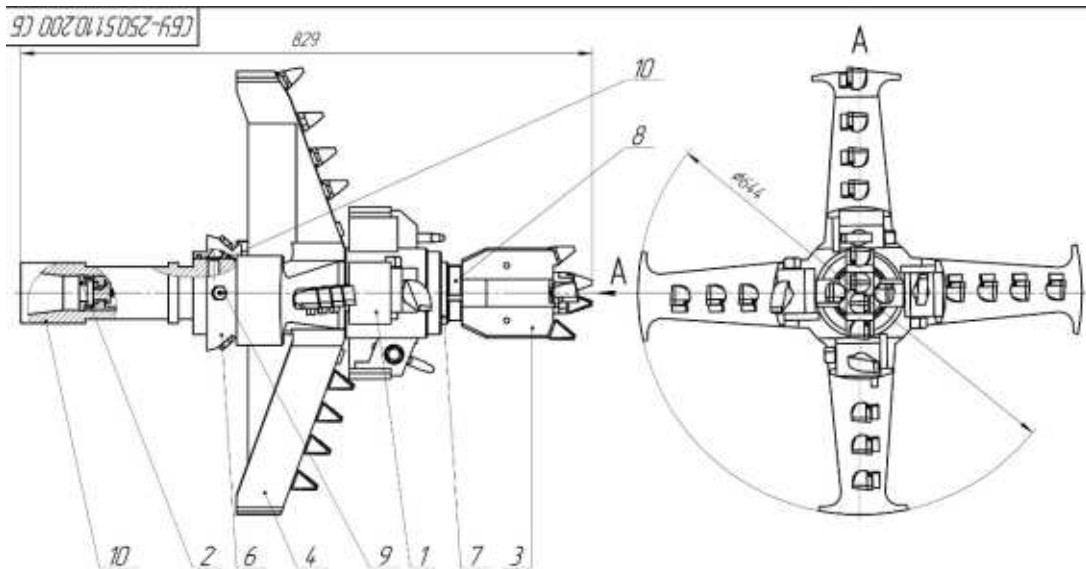


Рисунок 2 – Корпус в сборе.

1.2 Служебное назначение и технические требования, предъявляемые к корпусу расширителя

Корпус расширителя (250.51.100.031) (рис.3) предназначен для крепления режущего инструмента (свёрла, забуры, резцы).

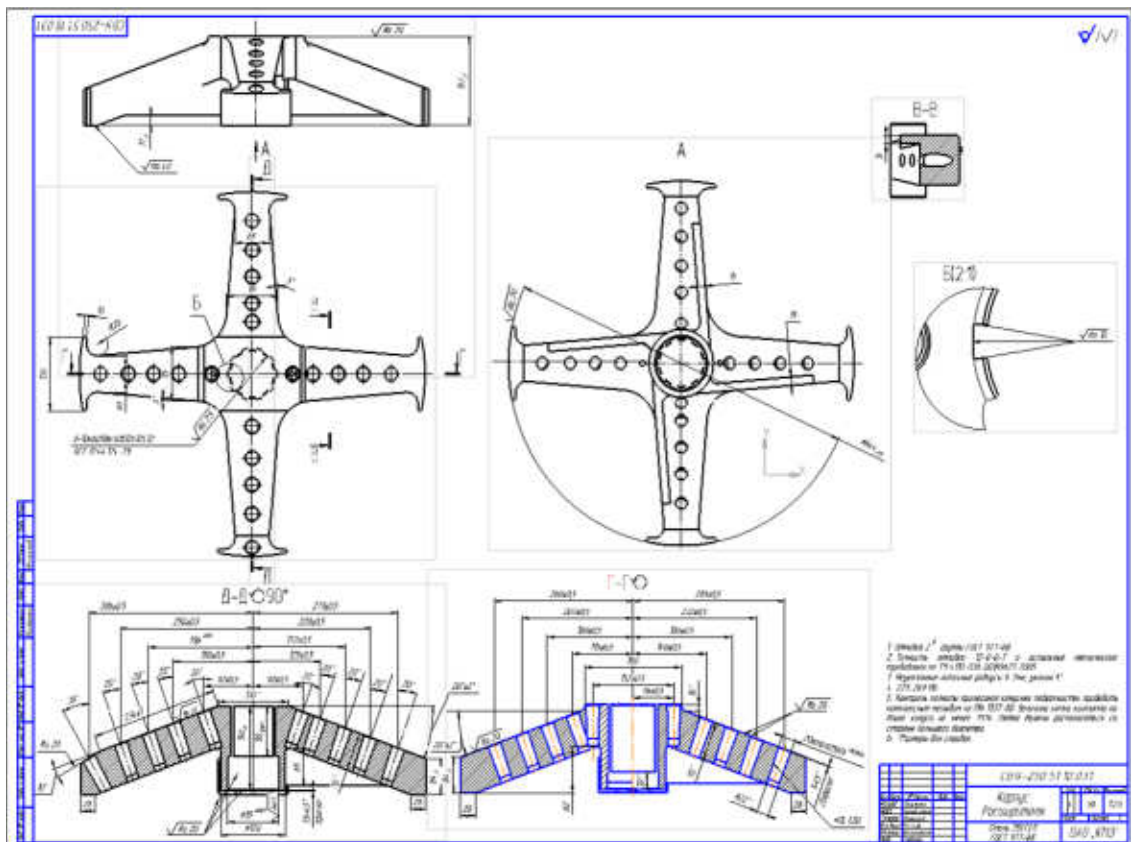


Рисунок 3 – Корпус расширителя

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

ЮУрГУ.151900.2017.375.000

Лист

110



Рабочий чертеж дает полное представление о конфигурации, размерах всех поверхностей, материале, технических требованиях. На чертеже представлены необходимые обозначения, технические требования, которые должны выполняться в процессе механической обработки. Допуски на взаимное расположение поверхностей относительно друг друга и на допуски на форму представлены в системе ЕСДП.

Рассмотрим технические требования, приведенные на заводском чертеже корпуса расширителя. К ним относятся допуски на размеры, а также технические требования, заданные в текстовой форме. Наименьшую шероховатость имеют боковые поверхности, передний торец (Ra 20), внутренняя поверхность шлицев в отверстии (Ra 10), шлицевое отверстие (Ra 2,5) это связано с тем что эти поверхности являются сопрягаемыми рабочими поверхностями и работают на износ. Остальные поверхности детали имеют шероховатость Ra 40. Наиболее точный квалитет имеет коническое отверстие Н9 в количестве 20 штук. Данные размеры должны изготавливаться с наибольшей точностью для последующего облегчения при сборке в узел. Остальные размеры изготавливаются по 11-му,12-му,13-му квалитету. Также к коническому отверстию предъявляются требования на конусность 1:20. Как следует из чертежа, в содержание технических требований входят методы и способы достижения этих технических требований, хотя они относятся к технологии изготовления на чертежах деталей не должны присутствовать; их наличие объясняется условностями, принятыми на предприятии.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

### 1.3 Формирование целей и задач проектирования

Цель: разработка технологического процесса механической обработки детали типа «Корпус расширителя» для условий гибко автоматизированного производства.

Задачи проектирования:

- спроектировать техпроцесс с использованием станков с ЧПУ ;
- спроектировать станочное приспособление;
- спроектировать САМ обработку;
- произвести расчет режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса;
- спроектировать режущий инструмент;
- спроектировать операции технического контроля и выбрать измерительное оборудование.
- спроектировать планировку участка с применением средств автоматизации

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ существующей конструкторско-технологической подготовки действующего производства

2.1.1 Анализ пооперационных схем базирования и технологической оснастки

### *Операция 105 – Продольно-фрезерная*

Станок продольно-фрезерный МС6103БФ10-3.

Деталь стропуют строп уск1 1-0,63/1500 СТП-ОГТ-07-2009 затем устанавливают и выверяют по осевым размерам до 1 мм. С помощью Рейсмаса 7840-0042 СТП 30.097-2000 И закрепляют на столе станка болтами и прихватами, упор детали по торцу.

а) фрезеруются 4 поверхности торцевой фрезой ГОСТ 2430-2001 ;

Измерительный инструмент Штангенциркуль ШЦ II-250-0,1 ГОСТ 166-89;

Базирование: двойная направляющая база

### *Операция 115 – Токарно-винторезная*

Станок Токарно-винторезный 1А64

Деталь стропуют строп уск1 1-0,63/1500 СТП-ОГТ-07-2009 затем устанавливают и выверяют по осевым размерам до 0.5 мм. С помощью Рейсмаса 7840-0042 СТП 30.097-2000 И закрепляют на станке в 4х кулачковом патроне ГОСТ 3890-82, с переустановкой, упор детали по торцу.

а) точат наружную поверхность резцом 40Х32 Т5К10 ГОСТ 18877-73;

Измерительный инструмент Штангенциркуль ШЦ II-250-0,1 ГОСТ 166-89;

б) растачивают отверстие расточным резцом резцом 32Х25 Т5К10 ГОСТ18877-73;

Измерительный инструмент Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-89.

Базирование: двойная направляющая база

Токарно винторезные операции 125-130

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

*Операция 135 – Горизонтально-расточная*

станок W100А горизонтально-расточной

Деталь стропуют строп уск1 1-0,63/1500 СТП-ОГТ-07-2009 затем устанавливают к угольнику и закрепляют с помощью болтов 7002-2398 ГОСТ 12459-67, прихватов 7011-0077 ГОСТ 12937-67, упоров 7474-3082 спец.

Режущий инструмент Фреза  $\varnothing 160$ мм. ГОСТ 26595-85. Фреза устанавливается в оправку 6222-0040 ГОСТ 13785-68.

Измерительный инструмент Штангенциркуль ШЦ Ш-400-0.1 ГОСТ 166-89;

Базирование: опорная база, деталь закрепляется болтами к угольнику

*Операция 150 – Радиально сверлильная*

Станок 2М55 – радиально сверлильный

Деталь устанавливают на стол станка, закрепляют болтами и прихватами

Режущий инструмент сверло, зенкер, развертка 2332-5069 СПЕЦ.

а) засверливают отверстия

Измерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89;

Патрон 10-B16 ГОСТ 8522-79; Оправка 6039-0009 ГОСТ 2682-86; Втулка 6100-0205 ГОСТ 13598-85;

б) зенкеруют отверстия

в) разворачивают отверстия

Измерительный инструмент Штангенциркуль ШЦ Ш-400-0.1 ГОСТ 166-89; Пробка \_25Н9 СПЕЦ.

Базирование: двойная направляющая, опорная.

Радиально-сверлильные операции так же под номером 155-160.

*Операция 160 – Горизонтально-протяжная*

Станок горизонтально протяжной 7Б57

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

Деталь стропуют уск1 1-0,63/1500 СТП-ОГТ-07-2009 для установки и закрепления, после с помощью приспособления установочного CG5140.0192; и приспособления центрирующего CG4240.0253 устанавливают и закрепляют деталь.

Протягивают шлицы специальной протяжкой

Измерительный инструмент калибр-пробка 8311-5044 СТП. 30.100-98; калибр-пробка 8319-4038 СТП. 30.101-97; калибр-пробка 8315-2009 СТП. 30.103-97.

Базирование: база двойная направляющая (специальная оправка).

*Операция 165 – Вертикально-шлифовальная*

Станок шлифовальный NVG11-8Т;

Деталь устанавливают выверяя по поверхностям с помощью кольца разрезного 7010-4492 спец. Штатив ШМ-ПН ГОСТ 10197-70; ИЧ-10 КЛ.1 ГОСТ 577-68 индикатора до 0,03мм; закрепляют в 3х кулачковом патроне.

Шлифовать отверстие шлифовальным кругом 100X50X20 25А F46 К 7 V5 35м/с Б 2 ГОСТ P52781-2007;

Измерительный инструмент: пробка 8141-5670 спец; Калибр-пробка СТП. 30.100-98;

Базирование: база двойная направляющая (торец и шлицевое отверстие).

*Операция 175-190 – Координатно-расточная*

Координатно-расточной 2E450АФ30;

Деталь устанавливают выверяя по поверхностям.

Настраиваются на отверстие

- а) зенкеруют отверстия
- б) разворачивают отверстия
- в) зенкуют фаску в отверстиях

Измерительный инструмент: пробка 8321-4512

Режущий инструмент: развертка 2373-5174 СПЕЦ., зенкер 2174-5452, зенковка 2080-2517.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

## 2.1.2 Выводы

По схемам базирования и техоснастки можно сделать вывод о том что в основном станочное оборудование и режущие инструменты используются ГОСТ, на операции протягивания используется специальная 3х комплектная протяжка изготовленная по стандарту предприятия, на этой же операции используются специальные оправки и тянущие патроны в соответствии со стандартом предприятия.

## 2.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Корпус расширителя»

### 2.2.1 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

Рассмотрим и проанализируем несколько способов получения заготовки, методом литья. Для выбора метода получения заготовки основываться будем по критериям:

- 1) Объем партии заготовок – 100шт.
- 2) Габариты заготовки – 650x160.
- 3) Сложность формы заготовки – Заготовка имеет следующие параметры: диаметр 644мм; ширина 150мм; масса заготовки 70кг; Заготовка (рис.4) имеет сложную форму, 4 конические лопасти (1), 4 ребра жесткости (2).

#### **1ый способ: Литье в песчано-глинистые формы.**

Песчано-глинистые формы называют разовыми. Песчано-глинистые формы изготавливают из формовочных смесей в опоках при помощи моделей и другой модельно-опочной оснастки.

Литьем в песчано-глинистые формы изготавливают около 80 % общего количества отливок. Литье в песчано-глинистые формы не обладает идентичными характеристиками, зато имеет свои *преимущества*. К ним следует отнести: масса отливки может достигать величины сотен тонн (станины станков), размеров от нескольких миллиметров до десятков метров, может изготавливаться любой конфигурации и из любых литейных сплавов. Этим способом изготавливается подавляющая часть отливок в отечественном машиностроении. Если принять среднюю стоимость отливки из серого

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

чугуна за 100 %, то стоимость отливок из других сплавов составляет 130 % из ковкого чугуна, 150 % - из стали, 300 - 600 % - из цветных сплавов. Одной из забот при получении отливок всеми способами является обеспечение необходимого (достаточного) припуска на механическую обработку. В специальных способах литья это гарантированно обеспечивается литейной оснасткой. При литье в песчано-глинистые формы ввиду низкой точности обеспечения размеров этому вопросу приходится уделять больше внимания.

При литье в песчано-глинистые формы для получения ровной поверхности применяют мелкозернистые формовочные смеси. Большое значение для получения качественных отливок имеет устройство литниковой системы. Для алюминиевых сплавов применяют расширяющиеся литниковые системы, обеспечивающие замедление скорости протекания металла при выходе из питателей и тем самым отделение неметаллических частиц. В шлаковиках нередко устанавливают фильтры из стеклоткани и других материалов. Заливку следует проводить спокойной непрерывной струей без захвата воздуха и вспенивания для предупреждения окисления

Вместе с тем литье в песчано-глинистые формы имеет и свои *недостатки*. К ним следует отнести менее высокие механические свойства отливок по сравнению с получаемыми специальными методами литья. Кроме того, размерная точность и чистота поверхности отливок, полученных в песчано-глинистых формах, во многих - случаях не удовлетворяют современным требованиям машиностроения. Это приводит к необходимости иметь в отливках повышенные припуски на механическую обработку, что удорожает ее, увеличивает расход металла.

### **2ой способ: Литье в кокиль**

Кокильным литьем называют процесс получения отливок посредством свободной заливки расплавленного металла в многократно используемые металлические формы – кокили.

Литье в кокиль имеет следующие *преимущества*:

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

1. Получаются отливки с повышенными механическими свойствами и плотностью вследствие высокой скорости затвердевания. Быстрое затвердевание также подавляет вредное действие растворенных в жидком металле газов; они не успевают выделяться в виде пузырей, пор и остаются в пересыщенном растворе в атомарном, почти безвредном для отливки состоянии.

При быстром затвердевании измельчается структура металла, вредные примеси также выделяются в мелкодисперсной форме (например, железо в алюминиевых сплавах, алюминий в оловянных бронзах) и оказывают менее отрицательное влияние на качество отливок. По сравнению с литьем в песчаные формы при литье в кокиль получаются отливки с более высокими механическими свойствами при одном и том же химическом составе сплава. Например, при литье в песчаные формы сплав АЛ2 имеет  $\sigma_{\text{в}} = 150$  МПа и относительное удлинение  $\delta = 4$  %; при литье в кокиль  $\sigma_{\text{в}} = 200$  МПа и  $\delta = 8$  %; магниевый сплав МЛ6 в первом случае имеет  $\sigma_{\text{в}} = 150$  МПа,  $\delta = 1$  % и во втором  $\sigma_{\text{в}} = 170$  МПа и  $\delta = 3$  %.

2. Отливки имеют повышенные точность размеров и чистоту поверхности. Так, точность отливок размером 250—400 мм составляет  $\pm 0,5$ —1,2 мм, против  $\pm 1$ —2 мм при литье в песчаные формы. Чистота поверхности на два класса выше, чем при литье в песчаные формы.

3. Припуски на механическую обработку уменьшаются примерно на 40—50% по сравнению с литьем в песчаные формы.

4. Получается экономия на формовочных материалах. При литье в кокиль исключается либо расходуется небольшое количество (на стержни) песчаных смесей. Отпадает необходимость затрат на обслуживание землеприготовительных отделений.

5. Снижается расход металла благодаря более точным отливкам, повышается выход годного за счет снижения массы литников и прибылей, а также создается возможность снижения расхода свежих материалов для приготовления металла путем применения низкокачественных отходов.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		



6. Снижается брак из-за более стабильных условий технологического процесса и более высокой культуры производства.

7. Снижается трудоемкость и себестоимость отливок. Отпадает необходимость изготовления формы, а в большинстве случаев и стержней перед каждой заливкой, уменьшаются расходы на плавку металла за счет повышенного выхода годного, на очистку и отделку отливок; увеличивается съем литья с производственной площади, повышаются производительность и улучшаются санитарно-технические условия труда.

Из основных *недостатков* литья в металлические формы следует отметить: трудности литья деталей сложной конфигурации из-за практической неподатливости форм при усадке залитого металла или усложненной конструкции формы; стоимость изготовления форм из металла выше, чем песчаных, однако при серийном и массовом производстве они экономически более выгодны. В промышленности нередко мирятся с удорожанием стоимости отливки, если это гарантирует высокое качество изделий.[4]

Для изготовления металлических форм применяют серый и высокопрочный (модифицированный магнием) чугун, углеродистые стали (Ст3, Ст4, Ст5, стали У7, У10 и др.), легированные стали (5ХНМ, 30ХГСА, ХНЗ, 3Х2В8Ф и др.), алюминиевые (анодированные) и медные сплавы.

### **Зий способ: Литье по выплавляемым моделям**

Литье по выплавляемым моделям представляет собой способ получения отливок в многослойных оболочковых неразъемных разовых формах. Формы изготавливают с использованием выплавляемых, выжигаемых и растворяемых моделей однократного применения. Применение этого способа обеспечивает возможность изготовления из любых литейных сплавов фасонных отливок, в том числе сложных по конфигурации и тонкостенных.

*Преимущества* литья по выплавляемым моделям по сравнению с литьем в песчано-глинистые разовые формы заключаются в следующем:

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

- 1) отсутствие разъема формы, что обеспечивает повышенную точность размеров и массы отливок;
- 2) уменьшение параметров шероховатости поверхности и существенное улучшение внешнего товарного вида отливок;
- 3) улучшение заполняемости форм из-за их предварительного подогрева;
- 4) улучшение условий затвердевания отливок в силу более медленного охлаждения;
- 5) сокращение в несколько раз объема переработки и транспортирования формовочных материалов;
- 6) уменьшение объема механической обработки отливок.

Кроме того, для литья по выплавляемым моделям характерна меньшая жесткость оболочки, что следует рассматривать как достоинство метода в сравнении с методами литья в кокиль.

Основные *недостатки* метода литья по выплавляемым моделям:

- 1) относительно высокая стоимость формовочных материалов;
- 2) сложность модельной оснастки;
- 3) повышенное выделение вредных химических веществ в ходе термического удаления модельного вещества.

Рассмотрев несколько вариантов способов литья, проанализировав их преимущества, недостатки, выберем способ получения заготовки методом литья по выплавляемым моделям.

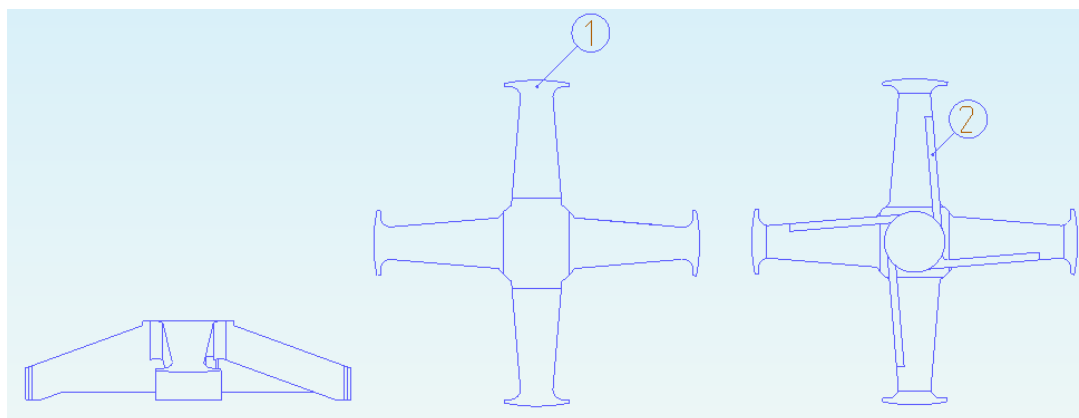


Рисунок 4 - Заготовка

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

## 2.2.2 Анализ и выбор основного технологического оборудования

Для выбора основного оборудования сравним 2 станка токарно-фрезерной группы первый станок с ЧПУ фирмы Takisawa TMT 4500 ST производство Япония (рис.7) второй станок токарно обрабатывающий центр с ЧПУ GEMINIS GT5 G2 производство Испания (рис.8). И сравним 2 станка фрезерной группы DEG DMC DM 42V и 5ти осевой обрабатывающий центр фирмы HAAS UMC 750 .

Описание и технические характеристики станка Takisawa TMT 4500ST. Многофункциональные обрабатывающие центры Takisawa серии TMT (TAKISAWA MULTI-TASKING MACHINE) оснащены двумя токарными шпинделями, двумя револьверными головками и фрезерным шпинделем, а также инструментальным магазином большой ёмкости (до 90 позиций). Такая компоновка объединяет в одном станке возможности как токарного, так и фрезерного станка. Это позволяет выполнять комплексную обработку детали за один установ. Обработка детали за один установ имеет существенные преимущества по сравнению с отдельной обработкой на токарном и фрезерном станках:

- 1) за счет отсутствия переустановки детали со станка на станок обеспечивается максимальная точность обработки, равная точности, заявленной производителем станка;
- 2) существенно сокращается технологический процесс изготовления детали за счет уменьшения вспомогательного времени, затрачиваемого на передачу детали от одного станка к другому, а также за счет отсутствия затрат на изготовление приспособлений для закрепления заготовки.

Инструментальный фрезерный шпиндель 22 кВт (CAPTO C6) обладает повышенной жесткостью. Оба шпинделя имеют возможность работать с прутком до 90 мм. Дополнительная револьверная головка обеспечивает возможность одновременной обработки двумя головками, что существенно сокращает штучное время и максимально повышает производительность

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110



так и не подвижные, а так же специальные гидравлические люнеты, имеющие дополнительные направляющие и привода для отвода от детали перпендикулярно оси вращения, а так же перемещения вдоль детали для смены позиции зажима. Еще одной отличительной особенностью суппортов является то, что приводы подач по обеим осям могут быть установлены непосредственно на самих суппортах. Таким образом, если позволяет длина станины, на одном станке возможна установка нескольких, независимо перемещающихся суппортов, каждый из которых работает в своей зоне (между люнетами), что расширяет функциональные возможности и сокращает время обработки длинных деталей.

На суппорте могут быть установлены различные автоматические револьверные головки, в том числе SAUTER™ (Германия), отличающаяся повышенной жесткостью и надежностью. Кроме того специальные решения, устанавливаемые на суппорт, существенно расширяют возможности станков: приводные блоки для сверления и фрезерования; специальная фрезерная голова с вертикальным перемещением (ось Y) для контурного фрезерования; шлифовальный шпиндель для финишной обработки валов.

Задняя бабка представляет собой жесткую чугунную конструкцию с моторизованным перемещением и автоматическим разжимом/зажимом, управляемыми от ЧПУ. Перемещение гидравлической пиноли имеет две скорости: медленный подвод и ускоренный отвод. Кроме системы измерения усилия зажима, задняя бабка оснащена системой автоматической компенсации теплового расширения. А кроме вращающегося центра возможна установка зажимного патрона.

На станках, в зависимости от предполагаемых задач, могут быть установлены также специальные инструментальные решения для глубокого растачивания, фрезерования, шлифования.

Станки могут быть оснащены устройствами измерения инструмента и детали, что сокращает время на переналадку и повышает качество обработки.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

Возможен выбор различных, самых современных и эффективных систем ЧПУ: SIEMENS 840 D, FAGOR 8065, FANUC 31i.



Рисунок 8 – станок с ЧПУ GEMINIS GT5 G2.

Таблица 1 – Таблица сравнения Takisawa TMT4500 ST и GEMINIS GT5 G2.

Технические характеристики станков	Takisawa TMT4500 ST	GEMINIS GT5 G2
Макс.диаметр заготовки, уст над станиной. мм.	980	1200
Макс. Диаметр точения мм.	700	1000
Макс. длина точения мм.	1300	5000
Частота вращения токарных шпинделей. об/мин.	4000	1400
Число инструментов в магазине. шт.	30	-
Высота станка мм	3050	4080

Длина мм	4880	10000
Ширина мм	2200	5090
Мощность главного шпинделя, кВт	26	34
Мощность фрезерного шпинделя, кВт	22	-
Потребляемая мощность, кВт	87,5	105

Сравнив и проанализировав возможности и характеристики станков разных фирм для токарной обработки выберем оборудование Японского производителя, станок с ЧПУ Takisawa TMT 4500 ST.

Преимущества данного станка в его габаритных размерах, а так же в наличии имеется синхронизированный противошпиндель, который облегчает обработку и уменьшает количество переустановов. Наличие 2ух револьверных головок дает возможность обрабатывать заготовку с двух сторон одновременно, что существенно сокращает время на обработку, и повышает производительность. Станок имеет инструментальный магазин, и смена инструмента происходит в разы быстрее, чем у станка без магазина инструментов. Станок хорошо встраивается в гибкую производственную систему.

Для операции фрезерования проанализируем 5ти осевой обрабатывающий центр фирмы HAAS UMC 750 с ЧПУ (рис.10) и вертикально фрезерный станок фирмы DEG DMC DM 42V (рис.9) сравним и выберем наиболее подходящий.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110



Рисунок 9 – станок вертикально-фрезерный DEG DMC DM 42V

Наиболее распространённым фрезерным оборудованием в современном производстве является вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ. Благодаря своей надёжности, универсальности, невысокой стоимости, простоте и гибкости в управлении вертикально-фрезерные обрабатывающие центры повсеместно применяются для решения широкого спектра задач, связанных с фрезерованием, сверлением, зенкерованием и развёрткой, нарезанием резьб, торцеванием. Также благодаря, как правило, небольшим габаритам такие станки легко интегрируются в производственную линию.

Компоновка вертикально-фрезерного обрабатывающего центра заключается в вертикальном расположении шпинделя, при горизонтальном расположении рабочего (крепежного) стола. При этом перемещения по осям X и Y, как правило, осуществляются благодаря движению рабочего стола по

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110



направляющим станины. Перемещение по оси Z осуществляется путём движения шпиндельной бабки вдоль вертикальной оси. Это наиболее распространённая схема, но так же существуют станки, в которых перемещение по всем трём осям осуществляется благодаря движению шпиндельной бабки. В вертикально-фрезерных обрабатывающих центрах применяются направляющие как скольжения (обеспечивающие максимальную надёжность, долговечность и точность), так и качения (обеспечивающие максимальную скорость перемещения, при минимальных энергозатратах).

Благодаря системам автоматической смены инструмента на одном станке можно выполнять большое количество различных операций в рамках одного цикла обработки. Системы автоматической смены инструмента бывают как безманипуляторные, так и с манипуляторами различных конструкций. В станках, предназначенных для высокоскоростной обработки, время смены инструмента зачастую менее одной секунды.

Ещё одним достоинством вертикально-фрезерных центров является их чрезвычайная гибкость в оснащении дополнительным оборудованием. Например, возможности 3-х осевого фрезерного центра значительно расширяются при оснащении его 4-ой осью (поворотным столом). Так же для улучшения качества обработки станки оснащают лазерными и контактными датчиками поломки инструмента, датчиками позиционирования инструмента, датчиками измерения заготовки.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110



Рисунок 10 - 5ти осевой обрабатывающий центр фирмы HAAS UMC  
750 с ЧПУ

UMC-750 представляет собой экономически выгодное решение для обработки 3+2 и одновременной 5-осевой обработки

UMC-750 — универсальный 5-осевой вертикальный обрабатывающий центр с размером конуса ISO 40 с перемещениями по оси 762×508×508 мм и интегрированным двухосевым поворотным столом. Станок оснащен шпинделем с прямым приводом с частотой вращения 8100 об/мин и стандартно комплектуется боковым устройством смены инструмента 40+1 гнездо.

Двухосевой поворотный стол центра UMC-750 устанавливает детали практически под любым углом для 5-сторонней (3+2) обработки или обеспечивает полное одновременное движение по пяти осям для контурной или сложной обработки. Поворотный стол обеспечивает наклон от +35 до – 110 градусов и поворот на 360 градусов для создания необходимого зазора инструмента и предоставления возможности работы с большими деталями. Стол размером 800×700 мм обладает стандартными Т-образными пазами и точным направляющим отверстием для универсального крепления.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

Работу шпинделя с прямым приводом с частотой вращения 8100 об/мин центра UMC-750 обеспечивает система векторного двойного привода мощностью 22,4 кВт. Линейная система Haas непосредственно связывает шпиндель с двигателем для снижения температуры нагрева и повышения эффективности передачи мощности, обеспечивая при этом великолепную обработку поверхности. Дополнительный шпиндель с прямым приводом с частотой вращения 12 000 об/мин доступен для цехов, которым необходима большая скорость шпинделя. Оба шпинделя обеспечивают крутящий момент при резании 122 Нм.

Широкий ряд высокопроизводительных дополнительных возможностей доступен для UMC-750, включая конвейер ленточного типа для удаления стружки, системы подачи СОЖ высокого давления через шпиндель, программное обеспечение для высокоточной обработки, беспроводную интуитивную измерительную систему с датчиком Haas, расширенную память программ и многие другие.

Таблица 2 – характеристика станков HAAS UMC 750 с ЧПУ и DEG DMC DM 42V.

	HAAS UMC 750 с ЧПУ	DEG DMC DM 42V.
Размер стола мм.	800x700	700x400
Макс. Диаметр инструмента мм.	76	80
Макс. длина инструмента мм.	300	300
Частота вращения шпинделей. об/мин.	8100	8000
Число инструментов в магазине. шт.	40+1	24
Высота станка мм	2870	2400
Длина мм	2845	2250
Ширина мм	2340	2500

Сравнив и проанализировав возможности и характеристики станков разных фирм для фрезерной обработки выберем обрабатывающий центр фирмы HAAS UMC 750 с ЧПУ.

Преимущества станка фирмы HAAS, в том что кинематика станка предусматривает глобусный стол, что существенно сокращает время на

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

обработку детали, можно обрабатывать детали сложной формы, без переустановок и потери точности при базировании деталей. Так же глобусный стол имеет большие габариты, что позволяет устанавливать детали большего размера.

Для операции протягивания выбран автоматический станок RISH (рис.11)



Рисунок 11 –Протяжной станок RISH

Таблица 5 – Характеристики протяжного станка

Тяговое усилие, кН	63-2000
Ход протягивания, мм	1000-3000
Скорость резания, м/мин	1-60
Длина, мм	1600
Ширина, мм	500
Высота,мм	3500
Мощность, кВт	13

### 2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии

Таблица 6 - Маршрутный техпроцесс

005	Станок Takisawa TMT 4500 ST
Комплексная с ЧПУ	
010	Станок HAAS UMC 750
Комплексная с ЧПУ	

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

015 Протяжная	Станок вертикально протяжной RISH
020 Слесарная	Слесарный верстак
025 Маркировочная	Маркировочная плита
030 Контрольная	Координатно измерительная машина Carl Zeiss

Таблица 7 - Операционный техпроцесс

<p>005 Комплексная с ЧПУ Установ 1</p>	
<p>005 Комплексная с ЧПУ Установ 2</p>	
<p>010</p>	

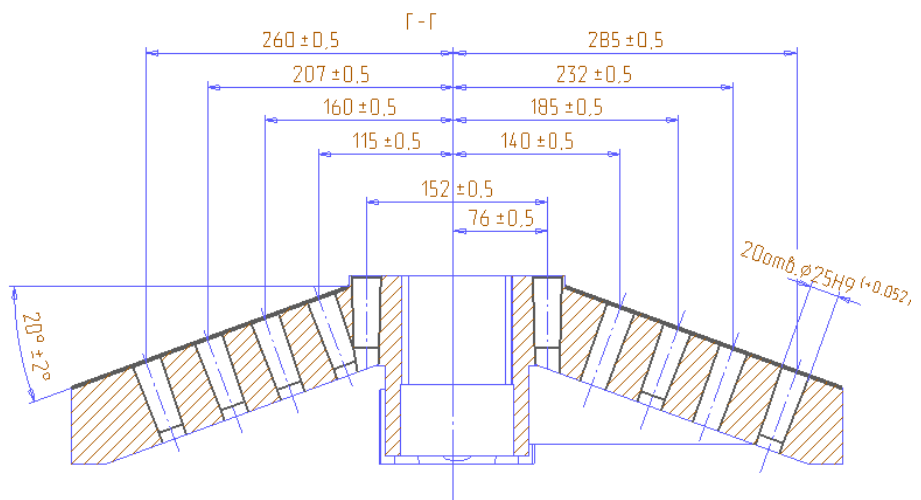
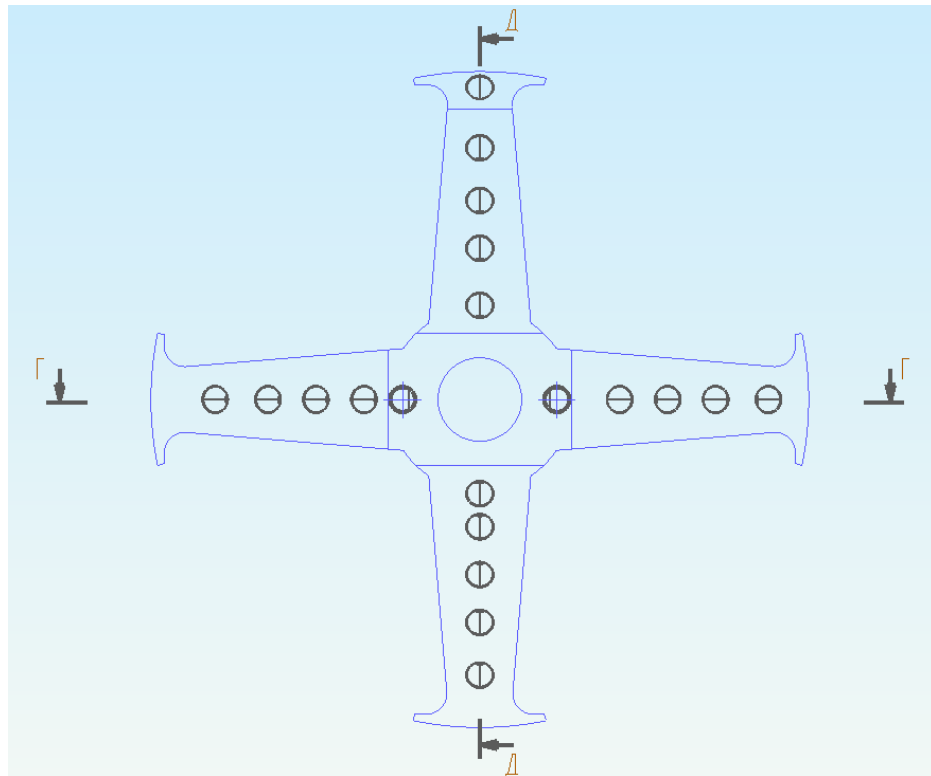
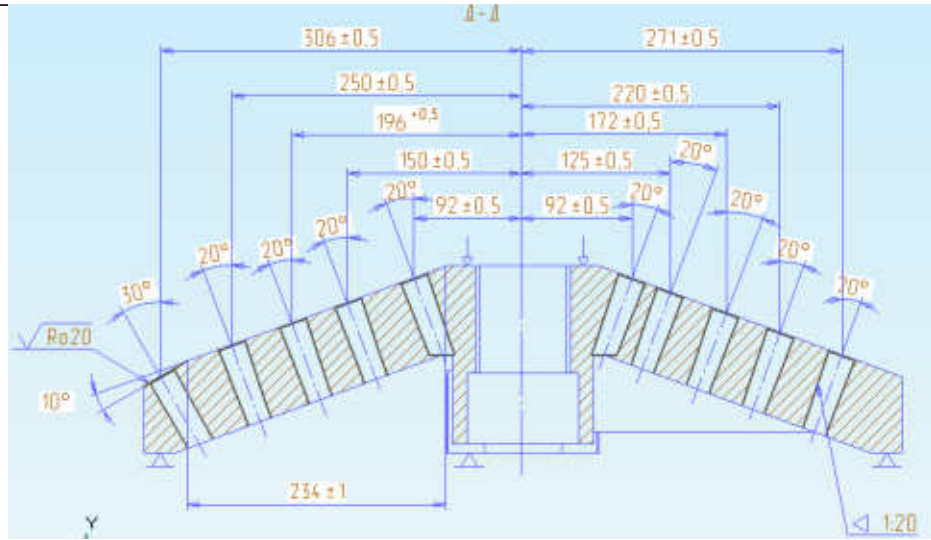
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ЮУрГУ.151900.2017.375.000

Лист

110

Комплексная  
с ЧПУ



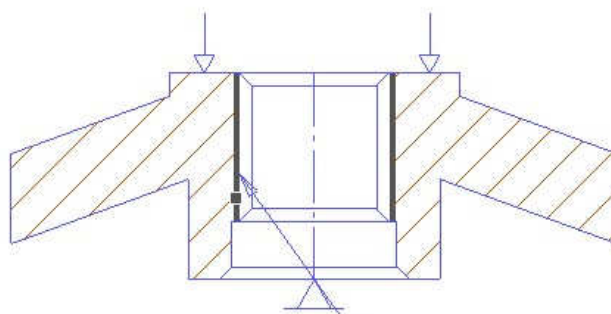
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

ЮУрГУ.151900.2017.375.000

Лист  
110

015

Протяжная



d-10x82H8x92b12x12C12 ①  
ОСТ 12.44.124-79

#### 2.2.4 Выбор режущего инструмента для операций механической обработки

Для механической обработки детали корпус расширителя подберем режущий инструмент фирмы ISCAR. ISCAR – крупнейшая из 15 компаний, входящих в группу IMC (International Metalworking Companies). Вместе они создают полную линейку высокоточного твердосплавного металлорежущего инструмента. Эти компании производят широкий спектр твердосплавных пластин, концевых фрез и режущего инструмента для различных операций.

IMC предоставляет инженерные и производственные решения для различных отраслей промышленности во всем мире. Многие инновационные продукты были специально разработаны под индивидуальные требования заказчиков, что позволило IMC стать мировым лидером в крупнейших производственных отраслях, таких как автомобильная и аэрокосмическая промышленность, производство штампов и пресс-форм и др.

ISCAR постоянно внедряет новую продукцию и решения, которые позволяют добиться трех основных преимуществ: повышение производительности, рентабельности и эффективности.

Особенности продукции:

- Новые сплавы и покрытия позволяют инструменту работать быстрее и дольше, без перегрева, образования сколов и наростов на

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

ЮУрГУ.151900.2017.375.000

Лист

110



режущей кромке.

- Передовые геометрии снижают силы резания, позволяют снизить потребление энергии, улучшить контроль

стружкоформирования, увеличить число режущих кромок на пластинах.

- Универсальные многофункциональные инструменты незаменимы для «полного цикла обработки» на обрабатывающих центрах.

- Прочные конструкции с функцией самозажима позволяют инструменту жестко работать в тяжелых условиях при прерывистом резании.

Для операции 005 комплексная с ЧПУ (рис.11) по переходно выбран следующий режущий инструмент:

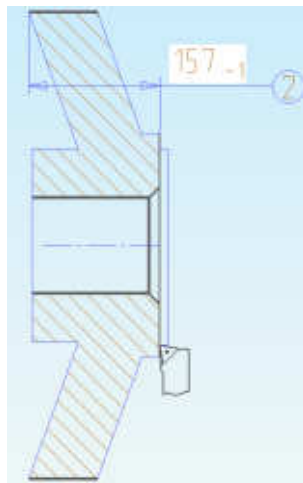


Рисунок 11 – подрезание торца 2.

1) Подрезание торца 2 (рис 11), для обработки торца выбираем подрезной резец (рис.12), так же подбираем режущую пластинку (рис.13) для резца.

**ISOTURN**  
**PWLNRL/L-S**  
 Lever Lock External Turning  
 Toolholders for WNGP 0403...  
 Double-Sided Trigon Inserts

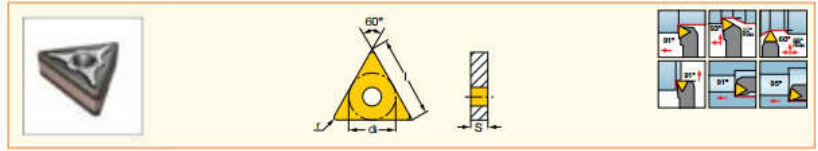
Designation	h	b	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	f	Insert				
PWLNRL/L 1010X-04S	10.0	10.0	120.00	11.0	10.0	WNGP 04 SR 10400611	HW 2.0/5	SL LV-2	SL PI-2	PIN
PWLNRL/L 1212F-04S	12.0	12.0	80.00	11.0	12.0	WNGP 04 SR 10400611	HW 2.0/5	SL LV-2	SL PI-2	PIN
PWLNRL/L 1212X-04S	12.0	12.0	120.00	11.0	12.0	WNGP 04 SR 10400611	HW 2.0/5	SL LV-2	SL PI-2	PIN
PWLNRL/L 1616X-04S	16.0	16.0	120.00	13.0	16.0	WNGP 04 SR 10400611	HW 2.0/5	SL LV-2	SL PI-2	PIN

• Use a left-hand insert on a right-hand tool and vice versa.

Рисунок 12 – Подрезной резец PWLNRL 1616X-04S



**ISOTURN**  
**TNMG-M3M**  
 Double-Sided Triangular  
 Inserts, for Machining Stainless  
 and Low Carbon Steel



Designation	Dimensions				Tough ↔ Hard					Recommended Machining Data	
	l	di	S	r	IC5500	IC6025	IC6015	IC807	IC804	ap (mm)	f (mm/rev)
TNMG 160404-M3M	16.50	9.52	4.76	0.40				•		0.50-4.00	0.15-0.50
TNMG 160408-M3M	16.50	9.52	4.76	0.80	•			•	•	0.50-4.00	0.15-0.50
TNMG 160412-M3M	16.50	9.52	4.76	1.20		•	•	•		0.50-4.00	0.20-0.60
TNMG 220408-M3M	22.00	12.70	4.76	0.80		•	•	•		0.50-5.00	0.15-0.50
TNMG 220412-M3M	22.00	12.70	4.76	1.20		•	•	•		0.50-5.00	0.20-0.60
TNMG 220416-M3M	22.00	12.70	4.76	1.60		•	•	•		0.50-5.00	0.30-0.65

Рисунок 13 – Режущая пластинка TNMG 220412-M3M

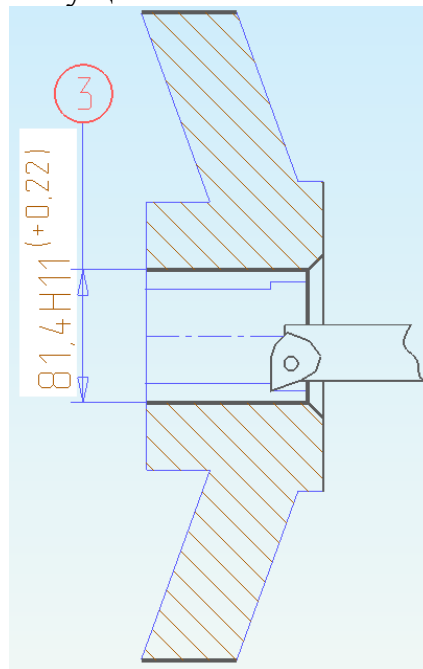
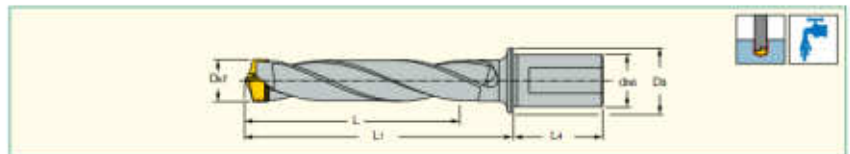


Рисунок 14 – растачивание отверстия 3

- 2) Растачивание отверстия и формирование фаски, для обработки отверстия подберем сверло (рис.15), и режущую пластину (рис.16) расточной резец (рис.15а), режущую пластину (рис.16а).

**CHAM IQ DRILL**  
**DFN A-3D-IQ**  
 Indexable Head Drills with  
 Coolant Holes and One Flat  
 Shanks, Drilling Depth 3xD



Designation	D <sub>min</sub> ( <sup>1</sup> )	D <sub>max</sub>	L	d	D <sub>3</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Po. Size	
DFN 330-099-32A-3D-IQ	33.00	33.90	99.0	32.00	42.00	137.0	60.0	33.0	K DFN 30-40
DFN 340-102-32A-3D-IQ	34.00	34.90	102.0	32.00	42.00	141.2	60.0	34.0	K DFN 30-40
DFN 350-105-32A-3D-IQ	35.00	35.90	105.0	32.00	42.00	145.3	60.0	35.0	K DFN 30-40
DFN 360-108-32A-3D-IQ	36.00	36.90	108.0	32.00	42.00	149.5	60.0	36.0	K DFN 30-40
DFN 370-111-32A-3D-IQ	37.00	37.90	111.0	32.00	42.00	153.6	60.0	37.0	K DFN 30-40
DFN 380-114-32A-3D-IQ	38.00	38.90	114.0	32.00	42.00	157.8	60.0	38.0	K DFN 30-40
DFN 390-117-32A-3D-IQ	39.00	40.00	117.0	32.00	42.00	161.9	60.0	39.0	K DFN 30-40

<sup>1</sup> Do not mount smaller drilling heads than specified range for drill body.

Рисунок 15 – Сверло DFN 390-117-32A-3D-IQ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
------	------	----------	--------	------

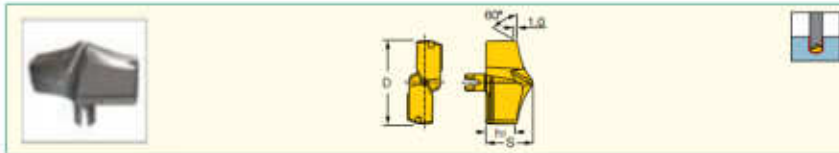
ЮУрГУ.151900.2017.375.000

Лист

110

**CHAM IQ DRILL**  
TOOL LINE

**HFP-IQ**  
Exchangeable DFN Drill Heads,  
for Carbon and Alloy Steel (ISO  
P) and Cast Iron (ISO K)

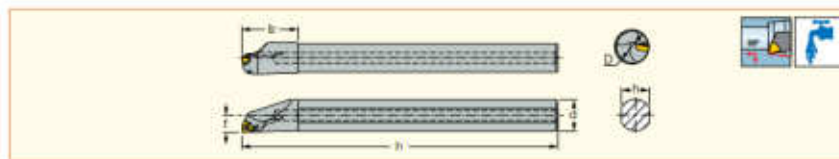


Designation	Dimensions				IC908
	D	S	h <sub>1</sub>	Po. Size	
HFP 330-IQ	33.00	18.50	11.2	33.0	•
HFP 333-IQ	33.30	18.50	11.2	33.0	•
HFP 335-IQ	33.50	18.50	11.2	33.0	•
HFP 339-IQ	33.90	18.50	11.2	33.0	•
HFP 340-IQ	34.00	19.70	12.1	34.0	•
HFP 343-IQ	34.30	19.70	12.1	34.0	•
HFP 345-IQ	34.50	19.70	12.1	34.0	•
HFP 350-IQ	35.00	19.70	12.1	35.0	•

Рисунок 16 – Режущая пластина HFP 350-IQ

**ISOTURN**

**A/E-SWLNR/L-04**  
Boring Bars for Small Diameters,  
Carrying WNGP 0403... Double-  
Sided Trigon Inserts

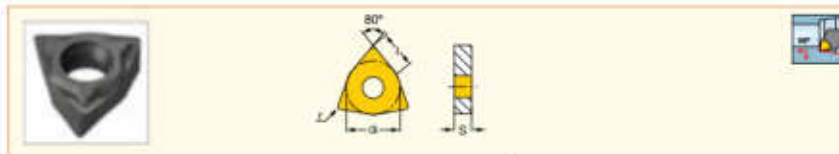


Designation	d	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	h	f	G <sub>α</sub> °	G <sub>β</sub> °	D <sub>min</sub>	Insert	SR	T-7F
A10K SWLNR/L-04	10.00	125.00	20.0	9.0	6.0	-10	-16	12.00	WNGP 04	SR 34-514	T-7F
A12M SWLNR/L-04	12.00	150.00	24.0	11.0	7.0	-10	-14	14.00	WNGP 04	SR 34-514	T-7F
A16Q SWLNR/L-04	16.00	180.00	32.0	15.0	9.0	-10	-11	18.00	WNGP 04	SR 34-514	T-7F
A20R SWLNR/L-04	20.00	200.00	36.0	18.0	11.0	-10	-10	22.00	WNGP 04	SR 34-514	T-7F
E10M SWLNR/L-04	10.00	125.00	20.0	9.0	6.0	-10	-16	12.00	WNGP 04	SR 34-514	T-7F
E12Q SWLNR/L-04	12.00	150.00	24.0	11.0	7.0	-10	-14	14.00	WNGP 04	SR 34-514	T-7F
E16R SWLNR/L-04	16.00	180.00	32.0	15.0	9.0	-10	-11	18.00	WNGP 04	SR 34-514	T-7F
E20S SWLNR/L-04	20.00	200.00	36.0	18.0	11.0	-10	-10	22.00	WNGP 04	SR 34-514	T-7F

Рисунок 15 а – Расточной резец E20S SWLNR/L-04

**ISOTURN**

**WNGP-F2M**  
Double-Sided Trigon Inserts,  
for Super Finish Machining  
Conditions on Stainless Steel



Designation	Dimensions				IC908	Recommended Machining Data	
	l	d <sub>i</sub>	S	r		a <sub>p</sub> (mm)	f (mm/rev)
WNGP 040302R/L-F2M	4.35	6.35	3.18	0.20	•	0.30-2.00	0.08-0.30
WNGP 040304R/L-F2M	4.35	6.35	3.18	0.40	•	0.30-2.00	0.08-0.30
WNGP 040308R/L-F2M	4.35	6.35	3.18	0.80	•	0.30-2.00	0.08-0.30

Рисунок 16 а – Режущая пластина WNGP 040308R/L-F2M

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ЮУрГУ.151900.2017.375.000

Лист

110

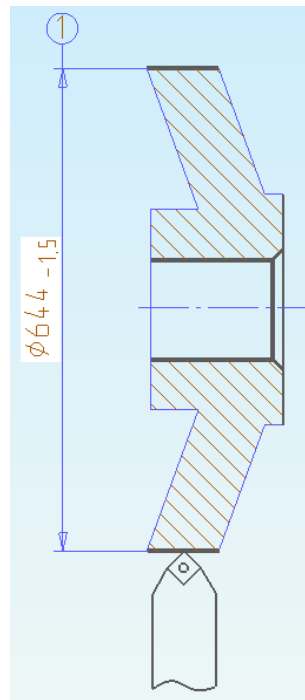


Рисунок 17 – точение диаметра 1.

3) Точение диаметра 1 (рис.17), для обработки диаметра подберём проходной резец (рис.18) с режущей пластиной (рис.19)

**HELITURN LD**  
**FLASHTURN**  
EDGE LINE  
**PCLNR/L-X**  
Lever Lock Toolholders for CNMV/  
CNMG 80° Rhombic Inserts

Designation	b	h	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	f	Ga°	Gr°	Insert
PCLNR/L 1616H-09X	16.0	16.0	150.00	25.0	25.0	-6	-6	CNMX 0906 CNMG 0904
PCLNR/L 2020K-09X	20.0	20.0	125.00	25.0	25.0	-6	-6	CNMX 0906 CNMG 0904
PCLNR/L 2525M-09X	25.0	25.0	150.00	25.0	32.0	-6	-6	CNMX 0906 CNMG 0904
PCLNR/L 2020K-12X	20.0	20.0	125.00	31.0	25.0	-6	-6	CNMX 1207 CNMG 1204
PCLNR/L 2525M-12X	25.0	25.0	150.00	31.0	32.0	-6	-6	CNMX 1207 CNMG 1204
PCLNR/L 3232P-12X	32.0	32.0	170.00	32.0	40.0	-6	-6	CNMX 1207 CNMG 1204
PCLNR/L 3232P-16X	32.0	32.0	170.00	32.0	40.0	-6	-6	CNMX 1607 CNMG 1606

Рисунок 18 – Проходной резец PCLNR/L 3232P-16X

**ISOTURN**  
**SNMG-F3M**  
Double-Sided Square Inserts for  
Stainless Steel Finishing Applications

Designation	Dimensions			Tough → Hard					Recommended Machining Data	
	di	S	r	IC 6025	IC 6015	IC 806	IC 807	IC 804	a <sub>p</sub> (mm)	f (mm/rev)
SNMG 090404-F3M	9.52	4.76	0.40	•	•	•	•		0.50-3.50	0.05-0.30
SNMG 090408-F3M	9.52	4.76	0.80			•	•		0.50-3.50	0.05-0.30
SNMG 120404-F3M	12.70	4.76	0.40			•	•		0.90-3.50	0.10-0.40
SNMG 120408-F3M	12.70	4.76	0.80	•	•	•	•	•	0.90-3.50	0.10-0.40
SNMG 120412-F3M	12.70	4.76	1.20			•	•		0.90-3.50	0.10-0.40

Рисунок 19 – Режущая пластина SNMG 120408-F3M

Для операции 005 комплексная с ЧПУ 2ого и 3его установов инструмент будет аналогичным первому установу.

Для операции 010 комплексная с ЧПУ подберем следующий осевой режущий инструмент:

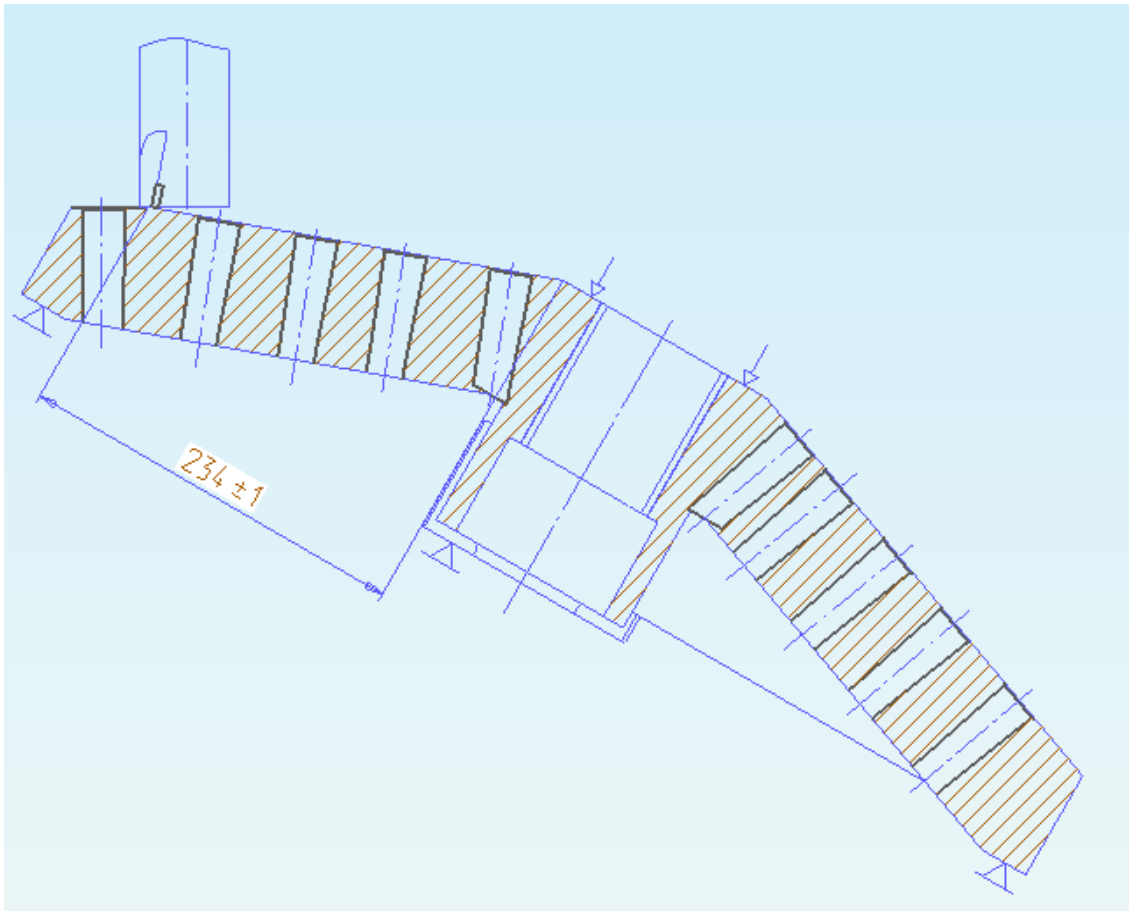


Рисунок 17 – Фрезерование лопасти

- 1) Фрезерование лопасти под углом 30° (рис.17) подберем коническую фрезу (рис.18) и режущие пластинки (рис.19).

**HELI IQ MILL CAMFIX**  
2ND LINE  
**HM390 ETP-C#-10**  
90° Endmills Carrying HM390  
TPKT 1003 Triangular Inserts  
with 3 Helical Cutting Edges

Designation	D	a <sub>p</sub>	Z	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	SS	R <sub>d</sub> <sup>°</sup>				
HM390 ETP D25-3-L29-C3-10	25.00	8.00	3	28.7	55.60	50	2.9	0.56	SR 14-562/S	BLD T10/S7	SW6-SD
HM390 ETP D25-3-L39-C3-10	25.00	8.00	3	39.0	55.00	32	2.9	0.21	SR 14-562/S	BLD T10/S7	SW6-SD
HM390 ETP D36-4-L39-C3-10	36.00	8.00	4	39.0	55.00	32	1.7	0.30	SR 14-562/S	BLD T10/S7	SW6-SD
HM390 ETP D44-5-L49-C4-10	44.00	8.00	5	49.0	70.00	40	1.3	0.64	SR 14-562/S	BLD T10/S7	SW6-SD
HM390 ETP D54-6-L50-C5-10	54.00	8.00	6	49.5	70.00	50	1.0	1.05	SR 14-562/S	BLD T10/S7	SW6-SD
HM390 ETP D66-7-L52-C6-10	66.00	8.00	7	52.0	75.00	63	0.8	1.80	SR 14-562/S	BLD T10/S7	SW6-SD

Рисунок 18 – коническая фреза с торцевыми зубьями HM390 ETP D54-6-L50-C5-10

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

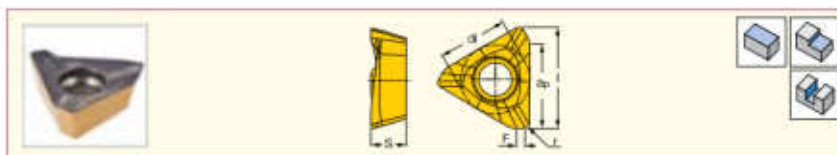
ЮУрГУ.151900.2017.375.000

Лист

110



**HELIQ MILL**  
 3RD LINE  
**HM390 TPKT 1003**  
 Triangular Inserts with 3 Helical Cutting Edges, for 90° Shoulder Accuracy

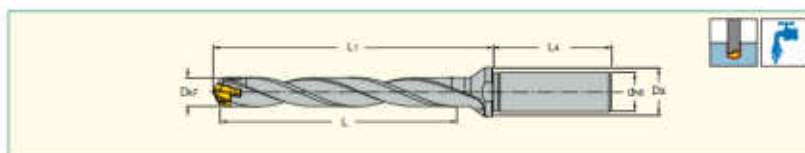


Designation	Dimensions						Tough → Hard								Recommended Machining Data	
	l	dl	S	r	F	IC330	IC845	IC830	IC5400	IC380	IC808	IC30N	IC810	ap (mm)	fz (mm/t)	
HM390 TPKT 1003PDR	10.90	7.50	3.85	0.80	0.70	•	•	•	•	•	•		•	1.20-8.00	0.08-0.15	
HM390 TPKT 100304PDR	10.90	7.50	3.85	0.40	0.70	•								1.20-8.00	0.08-0.15	
HM390 TPKT 100304R-GW	10.90	7.50	3.85	0.40	0.70							•		1.20-8.00	0.08-0.15	

Рисунок 19 – Режущая пластина HM390 TPKT 100304PDR

2) Сверление отверстий, подберем сверло (рис.20) режущую пластину (рис.21), для окончательной обработки отверстий нужен специальный инструмент развертка коническая.

**SUMOCHAN**  
 CHAMORILL LINE  
**DCN R-8D**  
 Indexable Head Drills with Coolant Holes and Cylindrical Shanks, Drilling Depth 8xD



Designation	D <sub>max</sub> <sup>1)</sup>	D <sub>max</sub>	L	d	D <sub>0</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Po. Size	
DCN 060-048-12R-8D	6.00	6.40	48.0	12.00	16.00	62.0	45.0	6.0	K DCN 6-9.99-Y
DCN 065-052-12R-8D	6.50	6.90	52.0	12.00	16.00	66.3	45.0	6.5	K DCN 6-9.99-Y
DCN 070-056-12R-8D	7.00	7.40	56.0	12.00	16.00	70.6	45.0	7.0	K DCN 6-9.99
DCN 075-060-12R-8D	7.50	7.90	60.0	12.00	16.00	74.6	45.0	7.0	K DCN 6-9.99
DCN 080-064-12R-8D	8.00	8.40	64.0	12.00	16.00	79.4	45.0	8.0	K DCN 6-9.99
DCN 085-068-12R-8D	8.50	8.90	68.0	12.00	16.00	83.4	45.0	8.0	K DCN 6-9.99
DCN 090-072-12R-8D	9.00	9.40	72.0	12.00	16.00	87.8	45.0	9.0	K DCN 6-9.99
DCN 095-076-12R-8D	9.50	9.90	76.0	12.00	16.00	91.8	45.0	9.0	K DCN 6-9.99
DCN 100-080-16R-8D	10.00	10.40	80.0	16.00	20.00	96.2	48.0	10.0	K DCN 10-13.99
DCN 105-084-16R-8D	10.50	10.90	84.0	16.00	20.00	100.2	48.0	10.0	K DCN 10-13.99
DCN 110-088-16R-8D	11.00	11.40	88.0	16.00	20.00	104.6	48.0	11.0	K DCN 10-13.99
DCN 115-092-16R-8D	11.50	11.90	92.0	16.00	20.00	108.6	48.0	11.0	K DCN 10-13.99
DCN 120-096-16R-8D	12.00	12.40	96.0	16.00	20.00	113.0	48.0	12.0	K DCN 10-13.99
DCN 125-100-16R-8D	12.50	12.90	100.0	16.00	20.00	117.0	48.0	12.0	K DCN 10-13.99
DCN 130-104-16R-8D	13.00	13.40	104.0	16.00	20.00	121.6	48.0	13.0	K DCN 10-13.99
DCN 135-108-16R-8D	13.50	13.90	108.0	16.00	20.00	125.6	48.0	13.0	K DCN 10-13.99
DCN 140-112-16R-8D	14.00	14.40	112.0	16.00	20.00	132.1	48.0	14.0	K DCN 14-17.99
DCN 145-116-16R-8D	14.50	14.90	116.0	16.00	20.00	136.2	48.0	14.0	K DCN 14-17.99
DCN 150-120-20R-8D	15.00	15.90	120.0	20.00	25.00	143.7	50.0	15.0	K DCN 14-17.99
DCN 160-128-20R-8D	16.00	16.90	128.0	20.00	25.00	153.3	50.0	16.0	K DCN 14-17.99
DCN 170-136-20R-8D	17.00	17.90	136.0	20.00	25.00	162.9	50.0	17.0	K DCN 14-17.99
DCN 180-144-25R-8D	18.00	18.90	144.0	25.00	32.00	172.5	56.0	18.0	K DCN 18-21.99
DCN 190-152-25R-8D	19.00	19.90	152.0	25.00	32.00	182.0	56.0	19.0	K DCN 18-21.99
DCN 200-160-25R-8D	20.00	20.90	160.0	25.00	32.00	191.6	56.0	20.0	K DCN 18-21.99
DCN 210-168-25R-8D	21.00	21.90	168.0	25.00	32.00	201.2	56.0	21.0	K DCN 18-21.99

Рисунок 20 – Сверло DCN 210-168-25R-8D

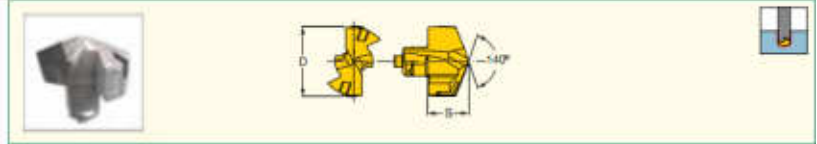
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ЮУрГУ.151900.2017.375.000

Лист

110

**SUMOCHAM**  
 DRAMMILL LINE  
**ICP-2M/ICK-2M**  
 Double Margin Drilling Heads for  
 DCN Drills for Machining Steel  
 with High Surface Finish Results



Designation	Dimensions			IC908
	D <sup>min</sup>	S	Pocket Size	
ICP-2M... ICK-2M...	6.0-6.4	4.00	6.0	•
	6.5-6.9	4.30	6.5	•
	7.00-7.90	4.60	7.0	•
	8.00-8.90	5.40	8.0	•
	9.00-9.90	5.80	9.0	•
	10.00-10.90	6.20	10.0	•
	11.00-11.90	6.60	11.0	•
	12.00-12.90	7.00	12.0	•
	13.00-13.90	7.60	13.0	•
	14.00-14.90	8.15	14.0	•
	15.00-15.90	8.73	15.0	•
	16.00-16.90	9.30	16.0	•
	17.00-17.90	9.90	17.0	•
	18.00-18.90	10.50	18.0	•
	19.00-19.90	11.00	19.0	•
	20.00-20.90	11.60	20.0	•
	21.00-21.90	12.20	21.0	•
	22.00-22.90	12.80	22.0	•
	23.00-23.90	13.40	23.0	•
	24.00-24.90	14.00	24.0	•
25.00-25.90	14.50	25.0	•	

Рисунок 21 – Режущая пластина ICP-2M 23.00-23.90

2.2.6 Расчёт режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса

Для расчета режимов резания использовалась методика «общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением».

005 операция комплексная с чпу (установ.1) (рис.22)

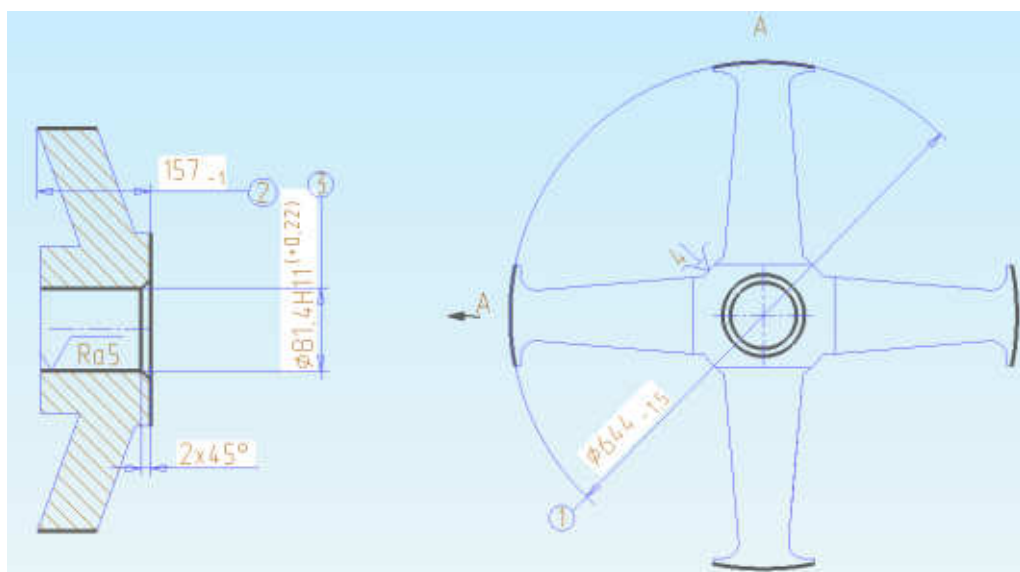


Рисунок 22 – комплексная с чпу (установ.1)

										Лист
										110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата						

Выбор глубины резания:

Определяем минимальную необходимую глубину резания. При обработке поверхности 1, диаметр которой соответствует интервалу до 800 мм, рекомендуется глубина резания  $t=2$ мм, для поверхности 2 диаметр которой соответствует интервалу до 180 мм рекомендуется глубина резания  $t=1$ мм; для обработки отверстия 3 глубина резания равна половине диаметра сверла, диаметр сверла равен 40 мм соответственно глубина резания равна 20мм.

Выбор подачи:

Для поверхности 1, диаметр который соответствует интервалу до 800 мм, рекомендуется подача  $S_{ot}=1.4$  мм/об;

Поправочные коэффициенты для расчета рабочей подачи:

$$K_{SH}=1,1;$$

$$K_{sp}=1,05;$$

$$K_{sd}=0,8;$$

$$K_{sh}=1,00;$$

$$K_{SM}=1,00;$$

$$K_{sy}=1,2;$$

$$K_{sp}=1,00;$$

$$K_s \varphi=1,15;$$

$$K_{sj}=1,1;$$

$$S_o=1,4 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,1 \cdot 1,2=1,96 \text{ мм/об};$$

Выбор табличной силы резания

$$P_{HT}=1450 \text{ Н};$$

$$P_{UT}=740 \text{ Н};$$

Поправочные коэффициенты для действующей силы резания

$$K_{mrx}=1; K_{mry}=1;$$

$$K_r \varphi_x=0.85; K_r \varphi_y=0.85;$$

$$K_r \varphi_x=1; K_r \varphi_y=1;$$

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

$$K_p \tau_x = 0.9; K_p \tau_y = 0.9;$$

$$K_p \lambda_x = 0.9; K_p \lambda_y = 1.1;$$

$$P_x = 1450 \cdot 1 \cdot 0.85 \cdot 1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 1109 \text{ Н};$$

$$P_y = 740 \cdot 1 \cdot 0.85 \cdot 1 \cdot 0.9 \cdot 1.1 = 691 \text{ Н};$$

Выбор скорости резания:

Для поверхности 1, скорость резания  $V_t = 93$  м/мин и  $N_t = 9.1$  кВт, для поверхности 2 скорость резания  $V_t = 124$  м/мин и  $N_t = 7$  кВт;

$K_v$ -поправочный коэффициент для расчета действующей скорости резания

$$K_{vi} = 0.95;$$

$$K_{vc} = 1;$$

$$K_{vo} = 1;$$

$$K_{vj} = 1.1;$$

$$K_{vm} = 1;$$

$$K_{\phi} = 1.1;$$

$$K_{vt} = 1;$$

$$K_{vj} = 1;$$

$$K_v = K_{vi} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_{\phi} \cdot K_{vt} \cdot K_{vj};$$

$$K_v = 0.95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 1.1 \cdot 1 = 1.15;$$

$$V = K_v \cdot V_t = 1.15 \cdot 93 = 107 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 107}{3.14 \cdot 644} = 53 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 644 \cdot 60}{1000} = 121 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Для поверхности 2 диаметр которой соответствует интервалу до 180 мм рекомендуется подача  $S_{ot} = 0.49$  мм/об;

Поправочные коэффициенты для расчета рабочей подачи:

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110



$$K_{SH}=1,1;$$

$$K_{sp}=1,05;$$

$$K_{sd}=0,95;$$

$$K_{sh}=1,00;$$

$$K_{SM}=1,00;$$

$$K_{sy}=1,2;$$

$$K_{сп}=1,00;$$

$$K_s \varphi=1,05;$$

$$K_{sj}=1,1;$$

$$S_o=0,49 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1,2=0,74 \text{ мм/об};$$

Выбор табличной силы резания

$$P_{ХТ} = 750 \text{ Н};$$

$$P_{уТ} = 270 \text{ Н};$$

Поправочные коэффициенты для действующей силы резания

$$K_{мрх}=1; K_{мру}=1;$$

$$K_p \varphi_x=0.85; K_p \varphi_y=0.85;$$

$$K_p \varphi_x=1; K_p \varphi_y=1;$$

$$K_p \tau_x=0.9; K_p \tau_y=0.9;$$

$$K_p \lambda_x=0.9; K_p \lambda_y=1,1;$$

$$P_x=750 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1=573 \text{ Н};$$

$$P_y=270 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,1=227 \text{ Н};$$

Выбор скорости резания:

Для поверхности 2 скорость резания  $V_t= 124$  м/мин и  $N_t= 7$  кВт;

$K_v$ -поправочный коэффициент для расчета действующей скорости резания

$$K_{vi}=0,95;$$

$$K_{vc}= 1;$$

$$K_{vo}= 1,2;$$

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

$$K_{vj} = 1,1;$$

$$K_{vm} = 1;$$

$$K_{\phi} = 1,1;$$

$$K_{vt} = 1;$$

$$K_{vj} = 1;$$

$$K_v = K_{vi} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{vt} \cdot K_{vj};$$

$$K_v = 0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 1,38;$$

$$V = K_v \cdot V_T = 1,38 \cdot 124 = 171 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 171}{3,14 \cdot 140} = 388 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 140 \cdot 400}{1000} = 175 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Растачивание отверстия 3:

Глубина резания  $t = 0,9 \text{ мм};$

Подача  $S_{ot} = 0,84 \text{ мм/об};$

Поправочные коэффициенты для расчета рабочей подачи:

$$K_{sh} = 1,1;$$

$$K_{sp} = 1,05;$$

$$K_{sd} = 0,9;$$

$$K_{sh} = 1,00;$$

$$K_{sm} = 1,00;$$

$$K_{sy} = 1,2;$$

$$K_{sp} = 1,00;$$

$$K_{s\phi} = 1,25;$$

$$K_{sj} = 1,1;$$

$$S_o = 0,84 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 1,27 \text{ мм/об};$$

Выбор табличной силы резания

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

$$P_{xT} = 1100\text{Н};$$

$$P_{yT} = 520\text{Н};$$

Поправочные коэффициенты для действующей силы резания

$$K_{mrx}=1; K_{mry}=1;$$

$$K_r \varphi_x=0.7; K_r \varphi_y=0.7;$$

$$K_r \varphi_x=1; K_r \varphi_y=1;$$

$$K_r \tau_x=0.9; K_r \tau_y=0.9;$$

$$K_r \lambda_x=0.9; K_r \lambda_y=1,1;$$

$$P_x=1100 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1=693\text{Н};$$

$$P_y=520 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,1=327\text{Н};$$

Скорость резания  $V_t = 140\text{м/мин};$

Мощность резания  $N_t = 11\text{кВт};$

$K_v$ -поправочный коэффициент для расчета действующей скорости резания

$$K_{vi}=0,95;$$

$$K_{vc}= 1;$$

$$K_{vo}= 0,9;$$

$$K_{vj}= 1,1;$$

$$K_{vm}= 1;$$

$$K_{\varphi}= 0,9;$$

$$K_{vt}= 1;$$

$$K_{vj}= 1;$$

$$K_v= K_{vi} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_{\varphi} \cdot K_{vt} \cdot K_{vj};$$

$$K_v=0.95 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1=0,85;$$

$$V=K_v \cdot V_t=0,85 \cdot 140=119\text{м/мин};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 119}{3.14 \cdot 80} = 474 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Фактическая скорость резания

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

$$V \phi = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 450}{1000} = 113 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Таблица 7 – режимы резания для комплексной операции 1 установ.

№ поверхности и	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорость V, м/мин	Частота n, об/ми н	Sm, мм/мин
1	2	1,96	121	60	117,6
2	1	0,74	175	400	296
3	0,9	1,27	113	450	571,5

005 операция комплексная с чпу (установ.2) (рис.23)

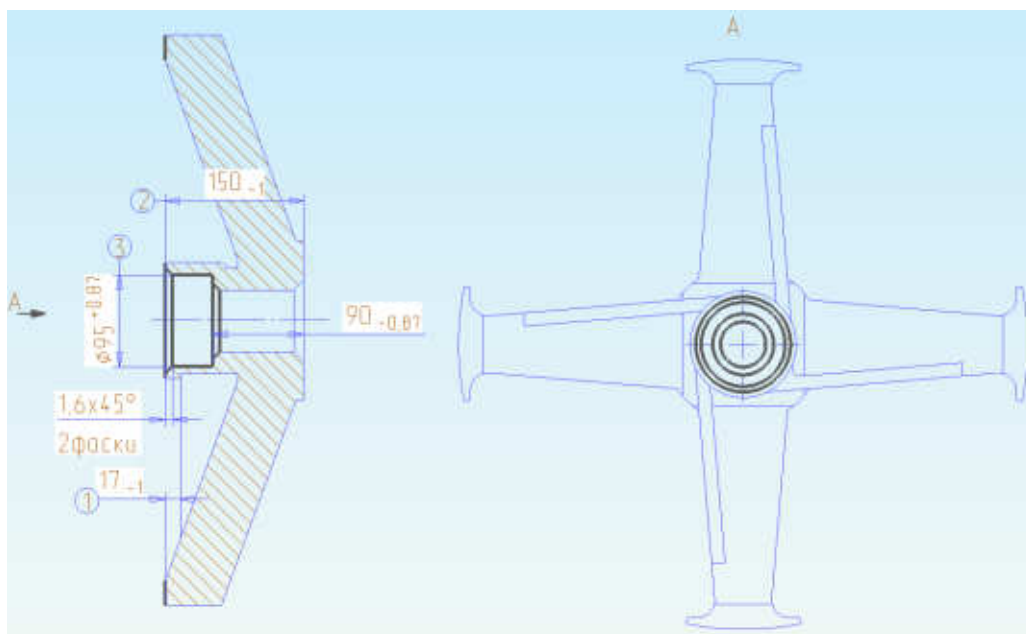


Рисунок 23 – Комплексная с чпу 2 установ.

Выбор глубины резания:

Определяем минимальную необходимую глубину резания. При обработке поверхности 1, диаметр который соответствует интервалу до 800 мм, рекомендуется глубина резания  $t=2$  мм, для поверхности 2 диаметр которой соответствует интервалу до 120 мм рекомендуется глубина резания  $t=1,7$  мм; для обработки отверстия 3 глубина резания  $t=0.9$  мм.

Выбор подачи:

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

Для поверхности 1, диаметр который соответствует интервалу до 800 мм, рекомендуется подача  $S_{ot}=1.4$  мм/об,

Поправочные коэффициенты для расчета рабочей подачи:

$$K_{SH}=1,1;$$

$$K_{sp}=1,05;$$

$$K_{sd}=0,8;$$

$$K_{sh}=1,00;$$

$$K_{SM}=1,00;$$

$$K_{sy}=1,2;$$

$$K_{СП}=1,00;$$

$$K_s \varphi=1,15;$$

$$K_{sj}=1,1;$$

$$S_o=1,4 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,1 \cdot 1,2=1,96 \text{ мм/об};$$

Выбор табличной силы резания

$$P_{xT}=1450 \text{ Н};$$

$$P_{yT}=740 \text{ Н};$$

Поправочные коэффициенты для действующей силы резания

$$K_{mrx}=1; K_{mry}=1;$$

$$K_r \varphi_x=0.85; K_r \varphi_y=0.85;$$

$$K_r \varphi_x=1; K_r \varphi_y=1;$$

$$K_r \tau_x=0.9; K_r \tau_y=0.9;$$

$$K_r \lambda_x=0.9; K_r \lambda_y=1,1;$$

$$P_x=1450 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1=1109 \text{ Н};$$

$$P_y=740 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,1=691 \text{ Н};$$

Выбор скорости резания:

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

Для поверхности 1, скорость резания  $V_t=93$  м/мин и  $N_t=9.1$  кВт  
 $K_v$ -поправочный коэффициент для расчета действующей скорости  
резания

$$K_{vi}=0,95;$$

$$K_{vc}=1;$$

$$K_{vo}=1;$$

$$K_{vj}=1,1;$$

$$K_{vm}=1;$$

$$K_{\phi}=1,1;$$

$$K_{vt}=1;$$

$$K_{vj}=1;$$

$$K_v=K_{vi}\cdot K_{vc}\cdot K_{vo}\cdot K_{vj}\cdot K_{vm}\cdot K_{\phi}\cdot K_{vt}\cdot K_{vj};$$

$$K_v=0,95\cdot 1\cdot 1\cdot 1,1\cdot 1\cdot 1,1\cdot 1=1,15;$$

$$V=K_v\cdot V_t=1,15\cdot 93=107\text{м/мин};$$

$$n=\frac{1000\cdot 107}{3,14\cdot 644}=53\frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi}=\frac{3,14\cdot 644\cdot 60}{1000}=121\frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Для поверхности 2 диаметр которой соответствует интервалу до 120  
мм рекомендуется подача  $S_{ot}=0,83$  мм/об;

Поправочные коэффициенты для расчета рабочей подачи:

$$K_{sh}=1,1;$$

$$K_{sp}=1,05;$$

$$K_{sd}=0,8;$$

$$K_{sh}=1,00;$$

$$K_{sm}=1,00;$$

$$K_{sy}=1,2;$$

$$K_{sp}=1,00;$$

$$K_{s\phi}=1,15;$$

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

$$K_{sj}=1,1;$$

$$S_o=0,83 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,1 \cdot 1,2=1,16 \text{ мм/об};$$

Выбор скорости резания:

Для поверхности 2 скорость резания  $V_t=101$  м/мин и  $N_t=8$  кВт;

$K_v$ -поправочный коэффициент для расчета действующей скорости резания

$$K_{vi}=0,95;$$

$$K_{vc}=1;$$

$$K_{vo}=1;$$

$$K_{vj}=1,1;$$

$$K_{vm}=1;$$

$$K_{\phi}=1,1;$$

$$K_{vt}=1;$$

$$K_{vj}=1;$$

$$K_v=K_{vi} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_{\phi} \cdot K_{vt} \cdot K_{vj};$$

$$K_v=0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1=1,15;$$

$$V=K_v \cdot V_t=1,15 \cdot 101=116 \text{ м/мин};$$

$$n=\frac{1000 \cdot 116}{3,14 \cdot 120}=307 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi}=\frac{3,14 \cdot 120 \cdot 300}{1000}=113 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Для обработки отверстия 3 подача  $S_o=0,88$  мм/об.

Поправочные коэффициенты для расчета рабочей подачи:

$$K_{sh}=1,1;$$

$$K_{sp}=1,05;$$

$$K_{sd}=0,9;$$

$$K_{sh}=1,00;$$

$$K_{sm}=1,00;$$

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

$$K_{sy}=1,2;$$

$$K_{сп}=1,00;$$

$$K_s \varphi=1,25;$$

$$K_{sj}=1,1;$$

$$S_o=0,88 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,25 \cdot 1,1=1,5 \text{ мм/об};$$

Выбор скорости резания:

Для поверхности 3 скорость резания  $V_t=101$  м/мин и  $N_t=8$  кВт;

$K_v$ -поправочный коэффициент для расчета действующей скорости резания

$$K_{vi}=0,95;$$

$$K_{vc}=1;$$

$$K_{vo}=0,9;$$

$$K_{vj}=1,1;$$

$$K_{vm}=1;$$

$$K_{\varphi}=0,9;$$

$$K_{vt}=1;$$

$$K_{vj}=1;$$

$$K_v=K_{vi} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_{\varphi} \cdot K_{vt} \cdot K_{vj};$$

$$K_v=0,95 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1=0,85;$$

$$V=K_v \cdot V_t=0,85 \cdot 101=85,85 \text{ м/мин};$$

$$n=\frac{1000 \cdot 85,85}{3,14 \cdot 95}=286 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\varphi}=\frac{3,14 \cdot 95 \cdot 300}{1000}=90 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Таблица 8– режимы резания для комплексной операции 2 установ.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		



№ поверхност и	Глубина t,мм	Подача S,мм/об	Скорость V,м/мин	Частота n,об/ми н	Sm, мм/мин
1	2	1,96	121	60	117,6
2	1,7	1,16	113	300	348
3	0,9	1,5	90	300	450

010 операция комплексная с чпу (рис.24)

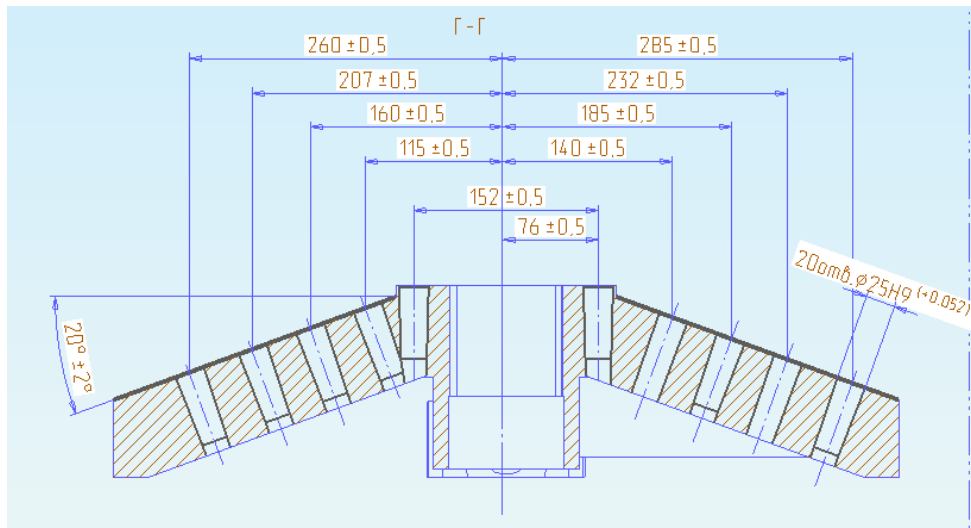


Рисунок 24 – 010 Комплексная с чпу.

Выбор глубины резания:

Определяем минимальную необходимую глубину резания. При обработке 4х поверхностей 1 рекомендуется глубина резания  $t=1,9$  мм.

Выбор подачи:

$t = 1.9$  мм;

$D = 54$  мм (диаметр инструмента);

ВК6 – материал пластины;

$z = 14$  – число зубьев инструмента;

$\varphi = 75^\circ$ ;

$SzT = 0,16$  мм/зуб;

Поправочные коэффициенты для расчета подачи на зуб

$K_{SM} = 0,8$ ;

$K_{Si} = 0,75$ ;

$K_{SB} = 1,1$ ;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ЮУрГУ.151900.2017.375.000

Лист

110





Действующая подача

$$S_o = S_{ot} \cdot K_{SM} = 0,42 \cdot 0,85 = 0,357 \text{ мм/об};$$

Действующая скорость резания

$$V = 17,6 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 15,2 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 15,2}{3,14 \cdot 20} = 242 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$v_{\phi} = 16 \text{ м/мин};$$

$$n_{\phi} = 260 \text{ об/мин};$$

$$S_M = 0,357 \cdot 260 = 86,4 \text{ м/мин};$$

$$S_{M\phi} = 80 \text{ м/мин};$$

Развертывание отверстий :

$$\text{Глубина резания } t = 0,06 \text{ мм};$$

$$\text{Подача } S_{ot} = 1,00 \text{ мм/об};$$

$$\text{Скорость резания } V_t = 7,3 \text{ м/мин};$$

$$\text{Мощность резания } N_t = 0,43 \text{ кВт};$$

Поправочный коэффициент для расчета действующей подачи

$$K_{VM} = K_{SM} = 0,85;$$

$$K_{V3} = 1;$$

$$K_{Vж} = 1;$$

$$K_{Vw} = 1;$$

$$K_{Vy} = 1,43;$$

$$K_{Vl} = 0,84;$$

Действующая подача

$$S_o = S_{ot} \cdot K_{SM} = 1,00 \cdot 0,85 = 0,85 \text{ мм/об};$$

Действующая скорость резания

$$V = 7,3 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,43 \cdot 0,84 = 7,45 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 7,45}{3,14 \cdot 25} = 95 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$S_M = 0,85 \cdot 95 = 80,75 \text{ м/мин};$$

$$S_{M\phi} = 100 \text{ м/мин};$$

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

$$n\phi=100 \frac{\text{об}}{\text{мин}} ;$$

$$v\phi = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 100}{1000} = 7,85 \text{ м/мин};$$

Таблица 10 – режимы резания для комплексной операции 010.

№ поверхности	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорость V, м/мин	Частота n, об/мин	Sм, мм/мин
сверление	11	0,357	16	260	80
развертывание	0,06	1	7,85	100	100

Расчет основного времени, вспомогательного, и операционного времени для операций механической обработки.

Под нормированием технологических процессов понимают назначение технически обоснованных норм времени на продолжительность выполнения операций. Технически обоснованной нормой времени называют время выполнения технологической операции в определённых организационно - технических условиях, наиболее благоприятных для данного типа производства.

На основе технически обоснованных норм времени устанавливают расценки, определяют производительность труда, осуществляют планирование производства и т. п.

Различают следующие нормы времени:

$T_0$  - основное (машинное) технологическое время, мин,

$$t_i = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i$$

где:

L - длина обработки, мм ;

S - подача, мм/об ;

n - частота вращения шпинделя, мин<sup>-1</sup>;

i - число рабочих ходов (проходов).

$$L = l_0 + l_1 + l_2, \text{ мм}$$

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

Где:

10 - длина обрабатываемой поверхности в направлении обработки, мм

11 - длина врезания, мм ;

12 - перебег режущего инструмента, мм .

Расчет норм времени на механическую обработку комплексной операции с ЧПУ 005 и 010

1) Операция 005 1ый установ.

$$\text{Обработка поверхности 1: } t = \frac{64+3+1.2}{117,6} \cdot 2 = 1,16 \text{ мин} ;$$

$$\text{Обработка поверхности 2: } t = \frac{140+2+1,2}{296} \cdot 2 = 0,98 \text{ мин} ;$$

$$\text{Обработка отверстия 3 (сверление): } t = \frac{150+1+1,7}{48,6} \cdot 8 = 25,6 \text{ мин} ;$$

$$\text{Обработка отверстия 3 (расточ-ие): } t = \frac{150+2+1,3}{571,5} \cdot 20 = 5,36 \text{ мин} ;$$

2) Операция 005 2ой установ.

$$\text{Обработка поверхности 1 (подрез-ие): } t = \frac{28+1+1.2}{117,6} \cdot 2 = 0,51 \text{ мин} ;$$

$$\text{Обработка поверхности 2 (подрез-ие): } t = \frac{40+1+1.2}{348} \cdot 2 = 0,25 \text{ мин} ;$$

$$\text{Обработка поверхности 3 (расточ-ие): } t = \frac{60+2+1.4}{450} \cdot 8 = 1,13 \text{ мин} ;$$

3) Операция 010

$$\text{Фрезерование 4х поверхностей : } t = \frac{1028+2+1.3}{315} \cdot 2 = 6,54 \text{ мин} ;$$

4) Операция 010

$$\text{Фрезерование поверхности 1: } t = \frac{80+8,3+3}{315} \cdot 2 = 0,58 \text{ мин} ;$$

$$\text{Сверление 20 отверстий 1: } t = \left( \frac{70+2+1,4}{80} \cdot 7 \right) \cdot 20 = 128 \text{ мин} ;$$

$$\text{Развертывание 20 отверстий 1: } t = \left( \frac{70+2+1,4}{100} \cdot 7 \right) \cdot 20 = 103 \text{ мин} ;$$

Таблица 11- основное вспомогательное и оперативное время

Т <sub>о</sub> , мин	272
Т <sub>в</sub> , мин	8
Т <sub>оп</sub> , мин	280

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

## 2.3 САМ моделирование в программе ADEM.

### 2.3.1 ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

1) Построение САМ обработки начинается с задания заготовки, для этого выбираем САМ модуль (рисунок 2.1)

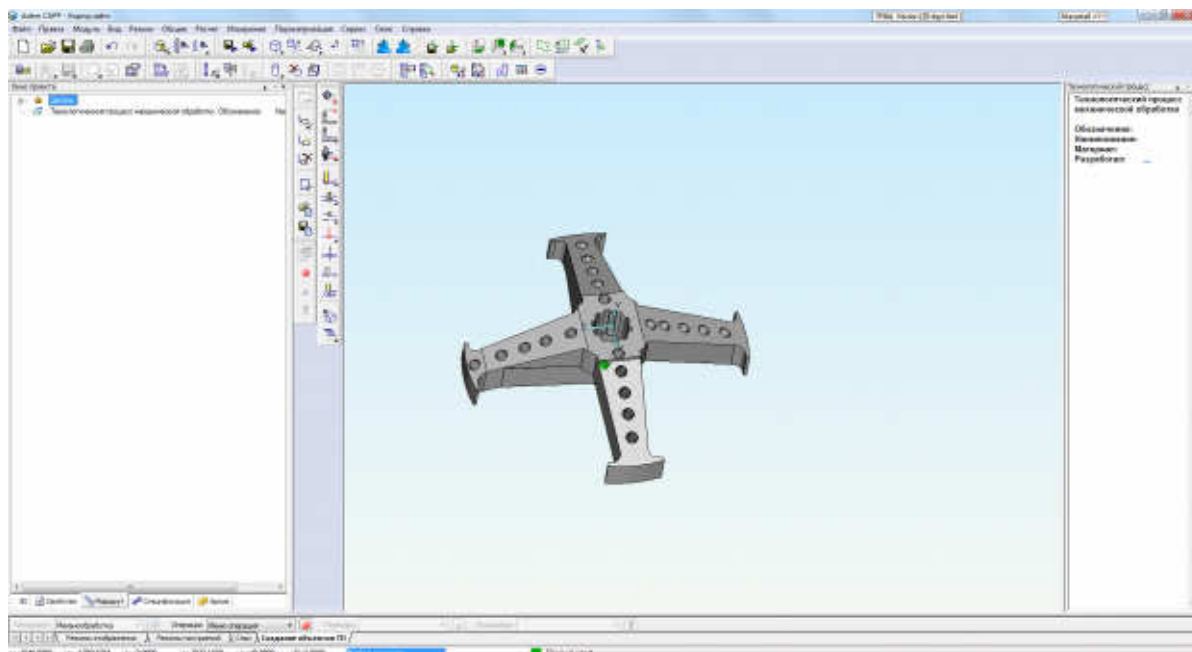


Рисунок 2.1 – Построение САМ обработки

2) Для начало нужно задать заготовку (рисунок 2.2) для этого выбираем тело для заготовки, выделяем его, ADEM строит заготовку.

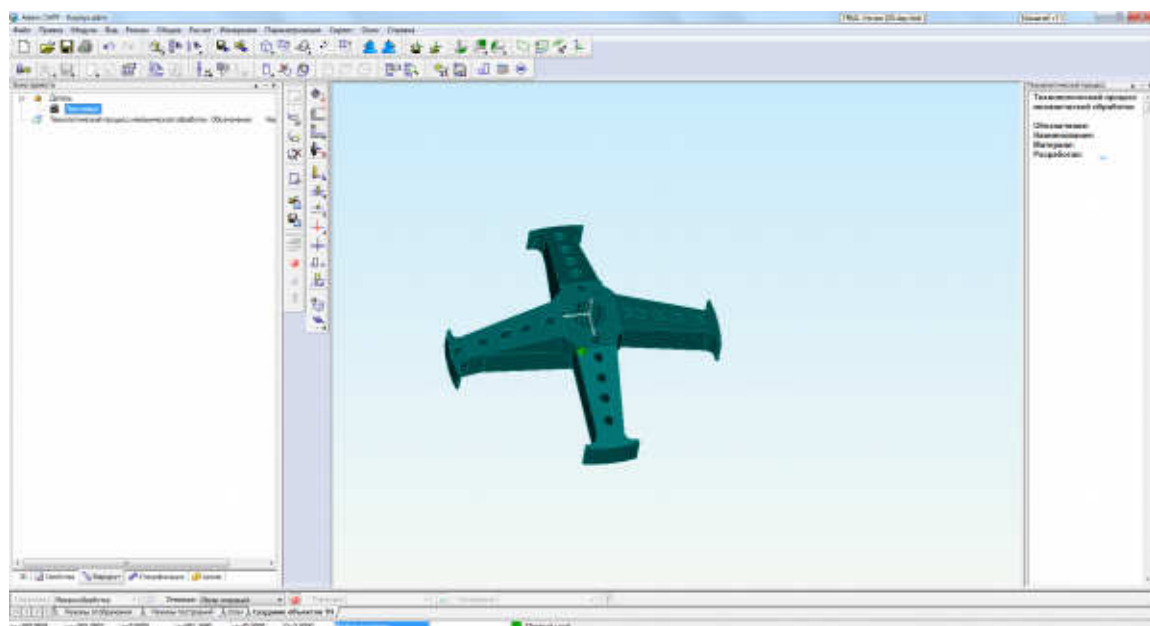


Рисунок 2.2 – Задание заготовки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

ЮУрГУ.151900.2017.375.000

Лист

110

3) Затем нажимаем кнопку задание начальной точки обработки и указываем ее на произвольном расстоянии от заготовки, лучше задать точку начальной обработки за 50 мм до поверхности заготовки, что бы врезание инструмента было плавным, и он не сломался, либо что бы не вырвало заготовку из приспособления (Рисунок 2.3)

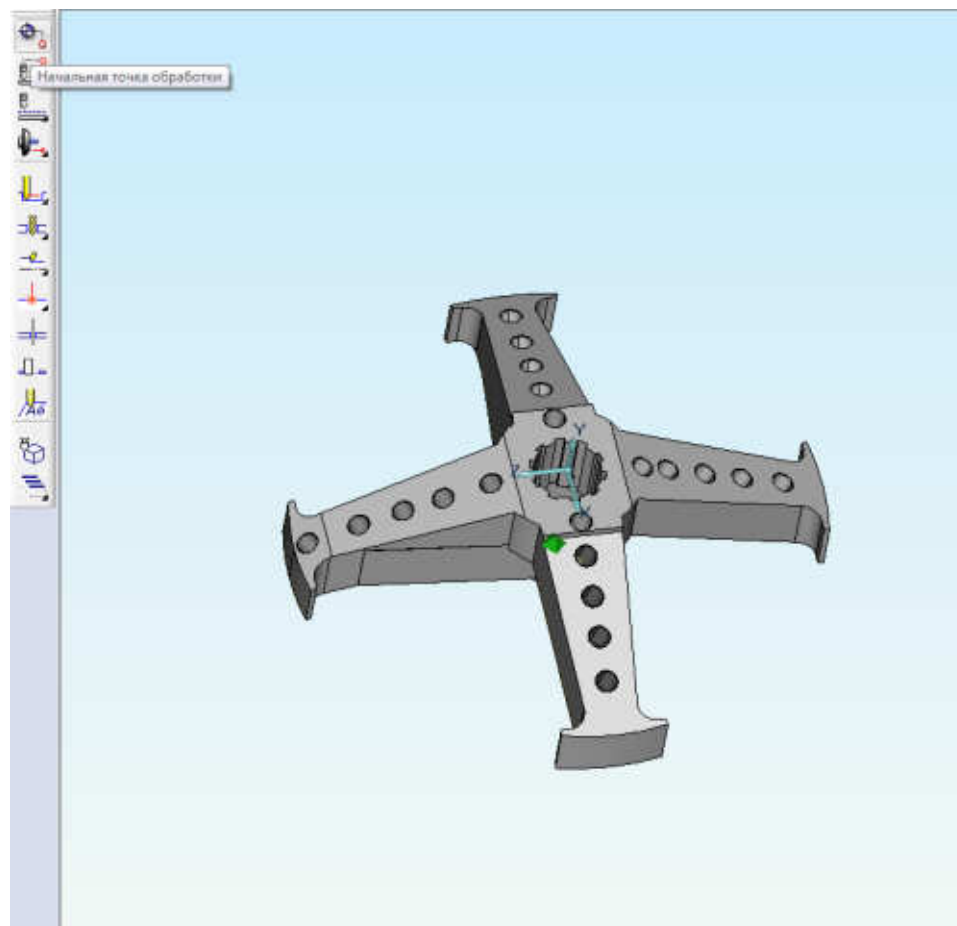


Рисунок 2.3– Начальная точка обработки

4) Таким же способом задаем безопасную позицию и указываем ее на расстоянии от детали. Безопасная позиция служит для отхода инструмента от заготовки при переходах (рисунок 2.4)

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		



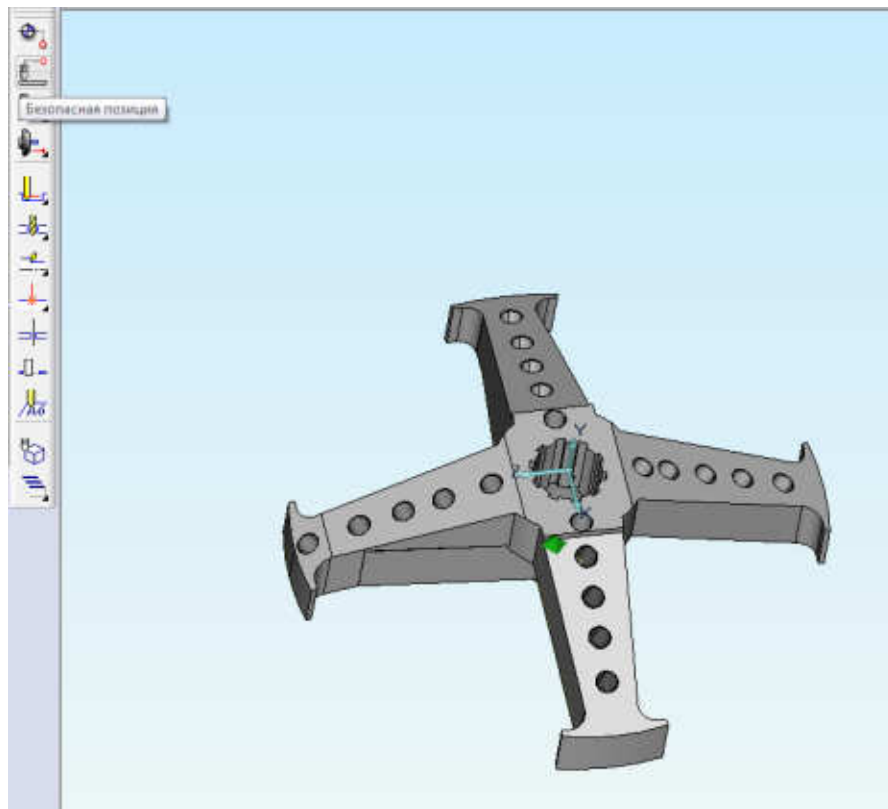


Рисунок 2.4 – Безопасная позиция

5) Заходим в переход фрезерной обработки 2,5Х и выбираем фрезеровать плоскость (рисунок 2.5). На 3д модели задаем контур, обрабатываемый, контролируемый контур, глубину обработки.

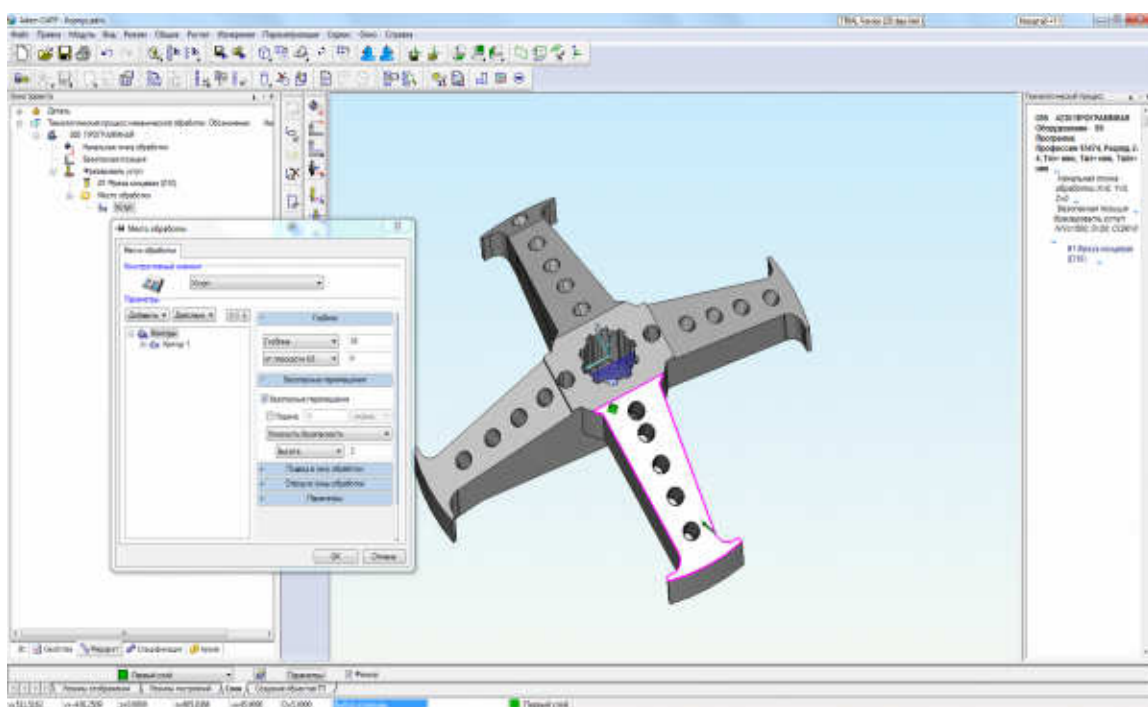


Рисунок 2.5 – Фрезерование плоскости

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

ЮУрГУ.151900.2017.375.000

Лист

110

7) После выбора контура обработки, на вкладке инструмент выбираем инструмент (по умолчанию фреза) для обработки колодца. Задаем все параметры инструменту (Рисунок 2.7).

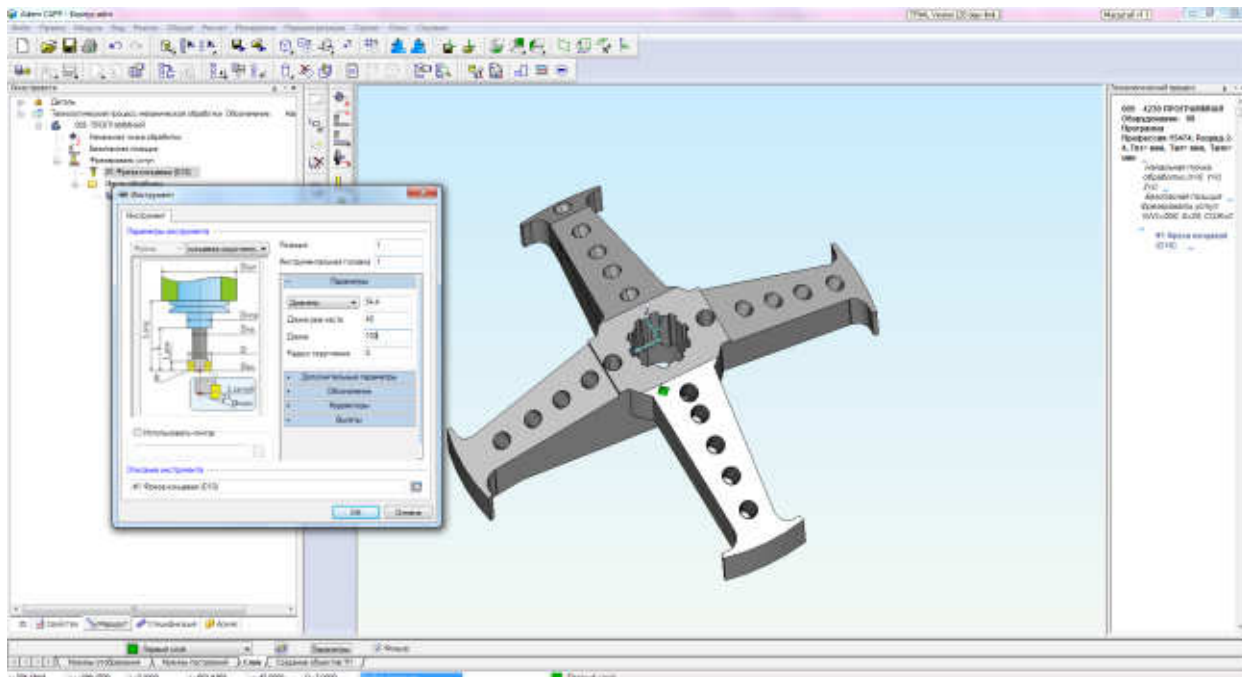


Рисунок 2.7 – Выбор инструмента

8) Аналогично проводим обработку для отверстия, выбираем переход сверлить, параметры обработки, инструмент.(Рисунок 2.8).

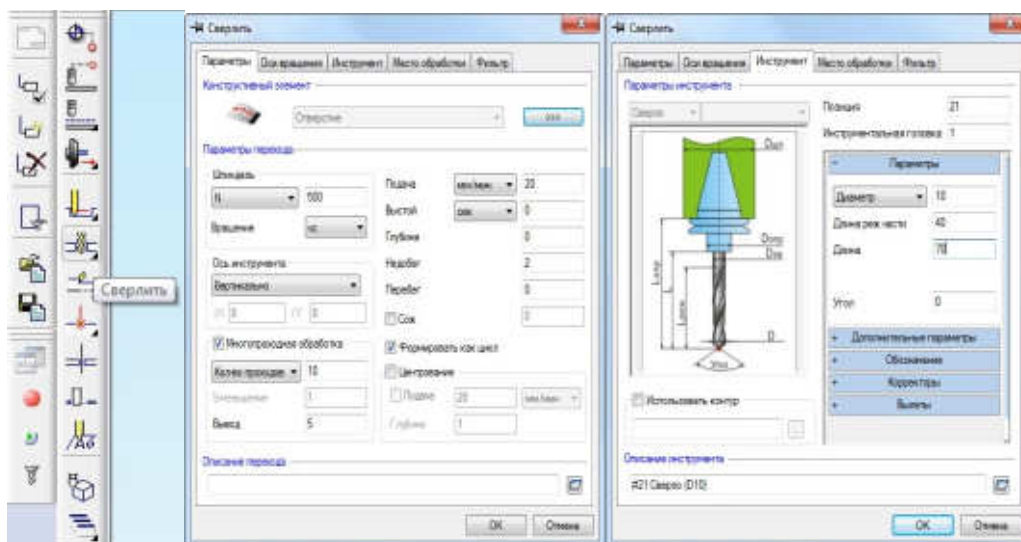


Рисунок 2.8 – Параметры обработки для перехода сверления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
------	------	----------	--------	------

9) После выбора всех переходов обработки нажимаем рассчитать все объекты, и получим траекторию обработки детали (Рисунок 2.10)

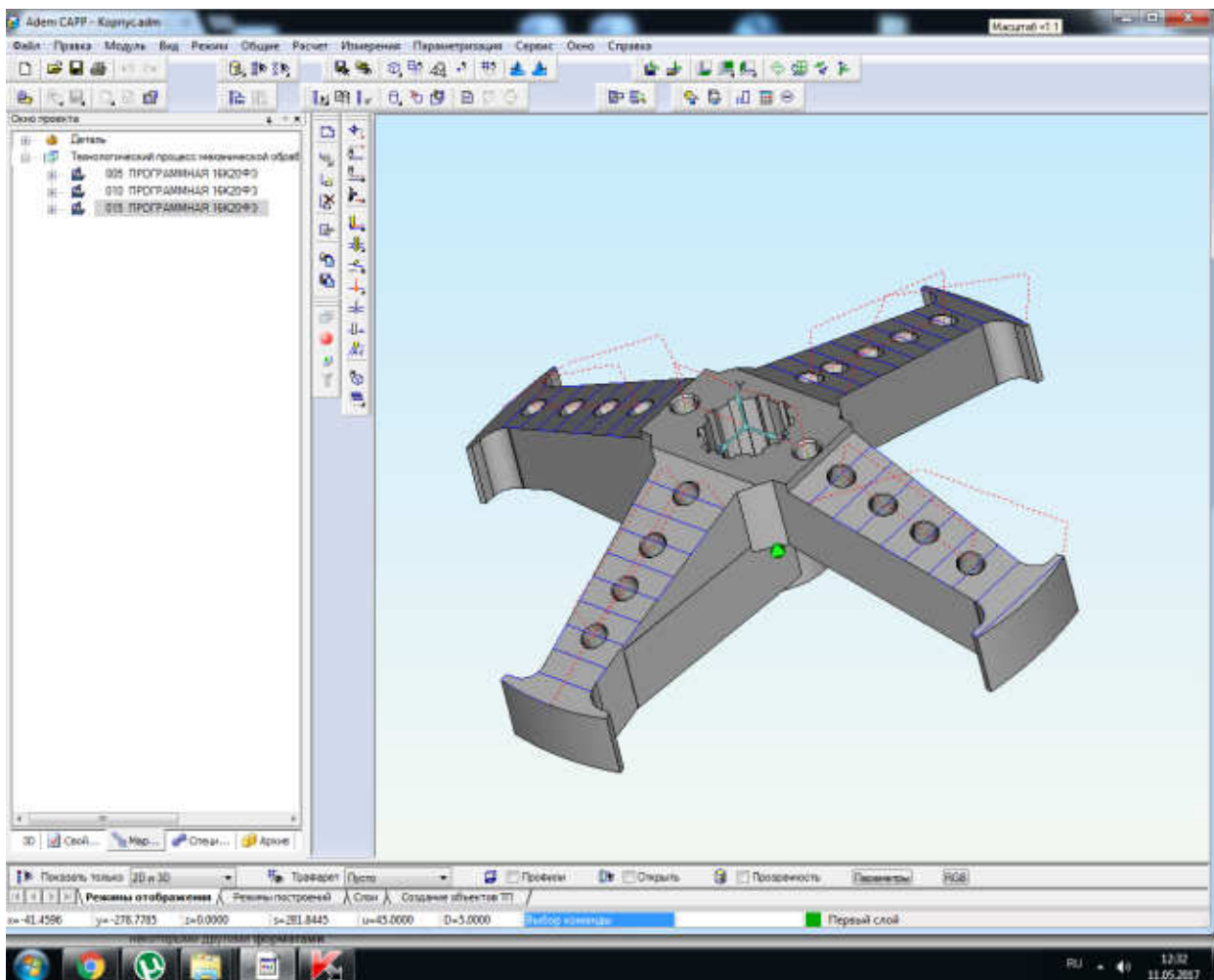


Рисунок 2.10– Расчет

10) Затем нажимаем моделирование и ADEM строит траекторию обработки, заготовку в 3д, учитывая все заданные параметра ранее (Рисунок 2.11)

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

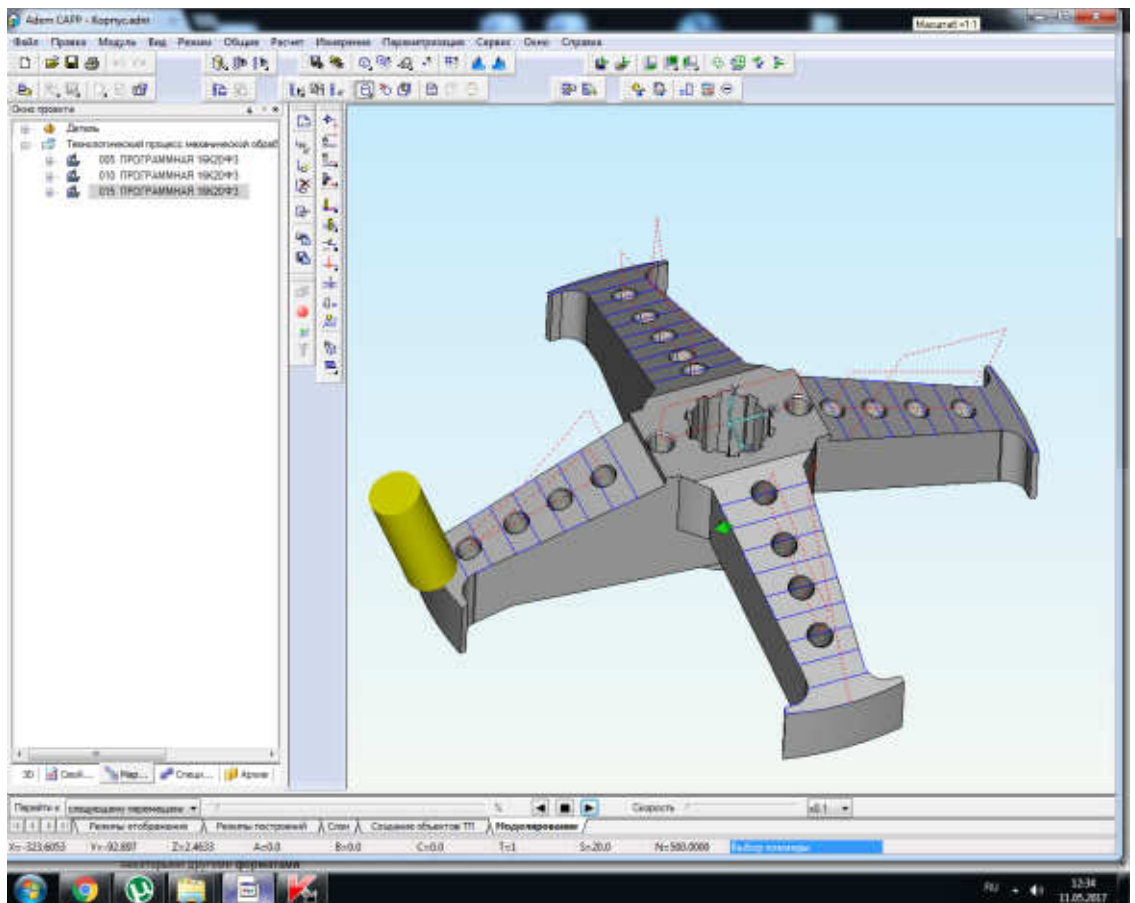


Рисунок 2.11- Моделирование

11) После моделирования нажимаем кнопку play и смотрим 3д обработку детали поэтапно (Рисунок 2.12), (Рисунок 2.13)

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

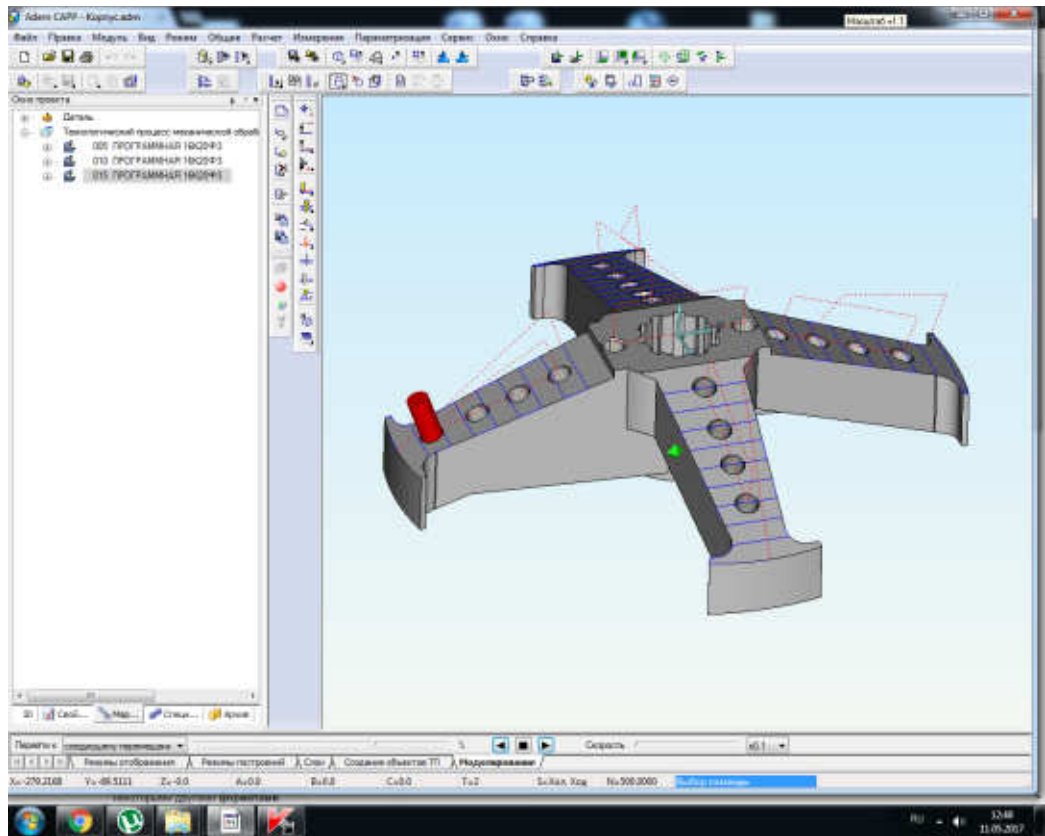


Рисунок 2.12- Моделирование

11) После того как убедились что обработка смоделирована без ошибок, нажимаем «адаптер» и выводим программу в тексте (Рисунок 2.13)

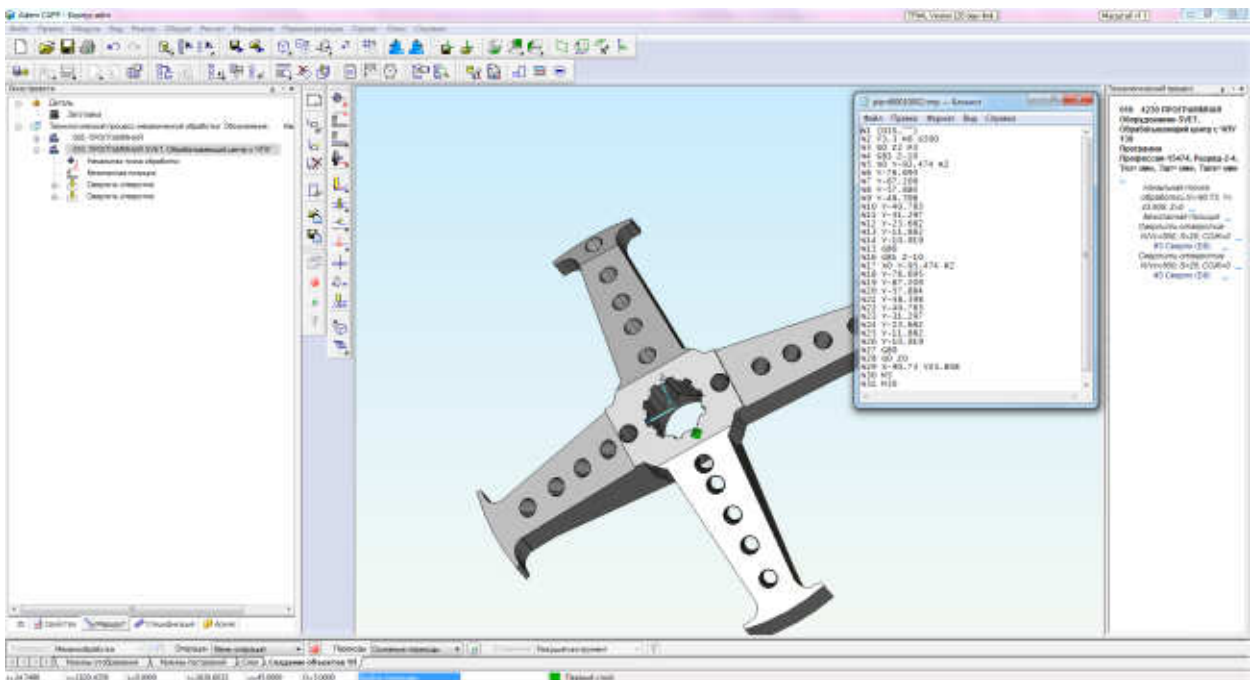


Рисунок 2.13- Моделирование 3д

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

ЮУрГУ.151900.2017.375.000

Лист

110



## 2.3.2 ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

14) Составим технологический процесс обработки детали «Корпус»  
Нажимаем значок выбора операции и из классификации выбираем нужную (Рисунок 2.3.1)

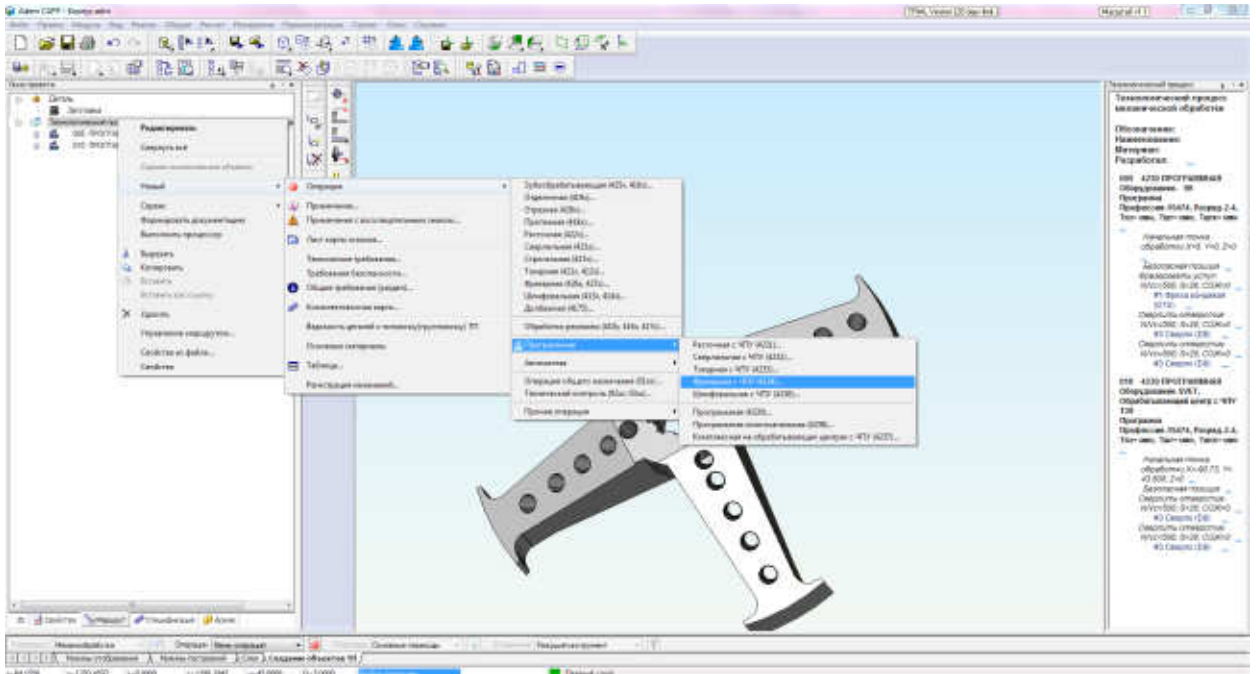
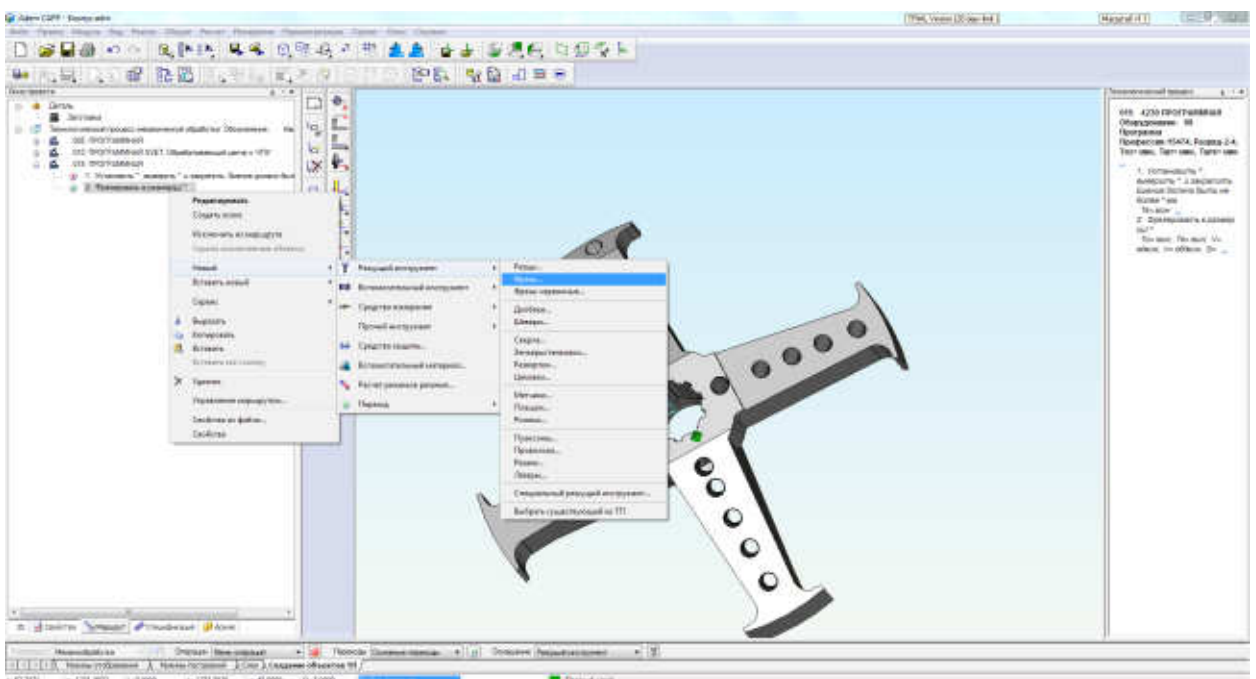


Рисунок 2.3.1– Выбор операции

15) Таким же способом выбираем технологические переходы, режущий и вспомогательный инструмент, приспособление (Рисунок 2.3.2)



Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата



### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.2 Проектирование и расчет режущего инструмента

Спроектировать протяжку для обработки шлицевого отверстия

$$d 10 \times 82 H 8 \times 92 b 12 \times 12 C 12$$

ГОСТ 1139-80, длина обрабатываемой поверхности  $L=90$  мм.

Материал детали: Сталь 35ХГСЛ ( $\sigma_B=785$  МПа).

*Шероховатость поверхности после обработки  $R_a=2.5$  мкм.*

Шлицевое отверстие  $d 10 \times 82 H 8 \times 92 b 12 \times 12 C 12$

– центрирование производится по внутреннему диаметру.

$z=12$  – число шлицев.

$d=82H8$  мм – внутренний диаметр шлицев.

$D=92b12$  мм - наружный диаметр шлицев.

$b=12C12$  мм – ширина шлицев. Назначаем предельные отклонения

$l_{max}=90$  -длина протягивания

Материал детали: Сталь 35ХГСЛ

Станок: протяжной полуавтомат вертикальный RISH, тяговая сила станка  $Q = 1200000$  Н, максимальная длина хода штока  $L_{max} = 3200$  мм, диапазон рабочих скоростей  $1 \dots 60$  м/мин.

Расчет шлицевой протяжки:

Расчет начинаем с установления схемы расположения зубьев на протяжке, группы обрабатываемости и группы качества. Принимаем схему расположения зубьев ФКШ.

1. Группу обрабатываемости устанавливаем по табл. 12.17 приложения (стр. 488, [7]). Сталь 35ХГСЛ с твердостью  $HV=241$  относится ко 2-й группе обрабатываемости.

2. Группу качества устанавливаем для каждой поверхности шлицевого отверстия отдельно по табл. П2 [10]. Так как центрирование производится по внутреннему диаметру параметром шероховатости поверхности выступов  $R_a \leq 2,5$  мкм, то группа качества поверхности выступов, боковых сторон и поверхностей впадин вторая.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110



3. За материал режущей части протяжки принимаем быстрорежущую сталь Р6М5 по табл. ПЗ [10].

4. Конструкцию протяжки принимаем с приваренным хвостовиком, материал хвостовика - сталь 40Х. Конструкцию хвостовика и размеры

принимаем по ГОСТ 4044-70 . Диаметр переднего хвостовика  $D_{п.хв} = 50 e 8 \overset{(-0,06)}{\underset{-0,106}{\delta}}$  мм

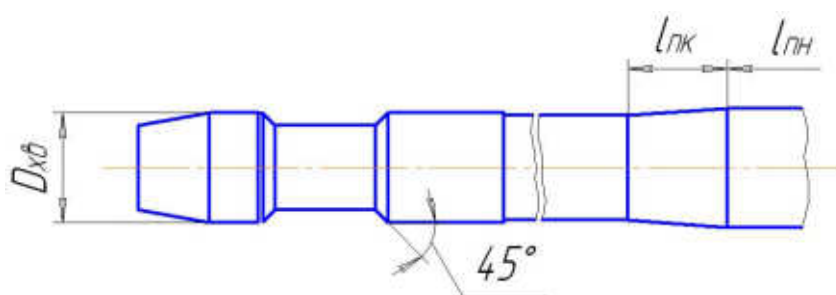


Рисунок 26 - Конструктивные элементы переднего хвостовика протяжки

Силу, допустимую прочностью переднего хвостовика, рассчитываем по формуле:

$$P_{хв} = [\sigma]_p \cdot F_{он}$$

где  $[\sigma]_p$  - допустимое напряжение при растяжении, МПа,  $F_{он}$  – площадь опасного сечения хвостовика, мм<sup>2</sup>. Приняв площадь опасного сечения  $F_{он} = \overset{\delta}{\delta} 2206,4 \text{ мм}^2$  по табл. П4 (стр. 204, [16]) и рекомендуемое напряжение при растяжении  $[\sigma]_p = 300 \text{ МПа}$ ;

$$P_{хв} = 300 \cdot 2206,4 = 661920 \text{ Н}.$$

5. Передние и задние углы зубьев протяжки выбираем по табл. П5 [10].

Передний угол черновых и переходных зубьев  $\gamma = 15^\circ$ . Передний угол чистовых и калибрующих  $\gamma = 18^\circ$ , при форме А. Задний угол черновых и переходных зубьев  $\alpha_o = 3^\circ$ , чистовых  $\alpha_ч = 2^\circ$ , калибрующих  $\alpha_к = 1^\circ$ . Допуски на передние и задние углы по ГОСТ 9126-76.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

6. Скорость резания устанавливаем по табл. П6 [10], для второй группы обрабатываемости, которая является наибольшей в данном случае ,  $v = 6$  м/мин. Эта скорость входит в диапазон скоростей станка.

7. Подъем черновых зубьев  $S_{z0}$  определяем из условий равной стойкости черновой и чистовой частей по табл. П.8 [10] для 2-ой группы обрабатываемости. Для скорости резания  $V = 6$  м/мин устанавливаем наработку чистовой части:  $T = 60$  мм. По той же скорости резания и стойкости черновых зубьев  $T = 48$  мм находим подъем черновых зубьев  $S_{z0} = 0,25$  мм на зуб на сторону. По табл. П.18 [10] принимаем поправочные коэффициенты на наработку, зависящие от:

вида и группы качества протягиваемых поверхностей  $K_{ТВ} = 0,8$ ;

схемы резания  $K_{тр} = 1,0$ ;

вида заготовки и подготовки поверхности под протягивание  $K_{тз} = 1,0$ ;

материала протяжки  $K_{тм} = 1,0$ ;

доводки зубьев протяжки  $K_{тд} = 1,0$ ;

вида смазывающе-охлаждающей жидкости  $K_{то} = 1,0$ ;

формы шлицевого паза  $K_{ф} = 1,0$ .

Получаем  $T_{мп} = 52$  мм.

Учитывая рекомендуемые подачи черновых зубьев при 2-ой группе обрабатываемости  $S_{z0} = 0,20$  мм/зуб П17 [10].

8. Определяем глубину стружечной канавки по формуле:

$$h = 1.1283 \sqrt{K \cdot l_s \cdot S_{z0}}$$

где  $l_s$  – суммарная длина протягиваемых участков, мм. Принимаем предварительно коэффициент посещаемости согласно рекомендации методики  $K = 3$ .

Для фасочных и шлицевых зубьев:

$$h = 1.1283 \sqrt{3 \cdot 175 \cdot 0.20} = 11,6 \text{ мм.}$$

По табл. П19 [10] принимаем ближайшую большую глубину стружечной канавки  $h = 12$  мм. Глубину стружечной канавки, допустимую

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

жесткостью протяжки (диаметр сечения по дну стружечной канавки <40 мм), необходимо, чтобы глубина стружечной канавки не превышала величины:

$$h_{ж} = (0,2-0,23) d_0$$

Для фасочных и шлицевых зубьев:

$$h_{жс} = (0,2 \div 0,23) D_0$$

$$h_{жс} = 0,23 \cdot 82 = 18,86 \text{ мм.}$$

Так как  $h_{жс} > h$ , то для дальнейших расчетов оставляем  $h = 12 \text{ мм}$ .

9. Определяем шаг черновых зубьев  $t_0$  и число одновременно работающих зубьев  $z_p$  по табл. П[19]. Шаг черновых зубьев принимаем наименьшим из всех имеющихся и соответствующим данной глубине стружечной канавки  $h = 12 \text{ мм}; t_0 = 28 \text{ мм}$ . Остальные элементы профиля:  $b = 9,5 \text{ мм}; r = 6 \text{ мм}; R = 20 \text{ мм}$ .

Число одновременно работающих зубьев рассчитываем по формуле

$$z_p = \frac{l_{max}}{t_0} + 1;$$

$$z_p = \frac{90}{28} + 1 = 3$$

10. Определяем максимально допустимую силу резания ( $P_{max}$ ).

Принимаем  $P_{max}$  наименьшей из трех сил -  $P_{ст}$ ,  $P_{хв}$  и  $P_{оп}$ :

$$P_{ст} = (0,8 \dots 0,9) \cdot Q = 0,9 \cdot 1200000 = 1080000 \text{ Н}$$

$$P_{хв} = 300 \cdot 2206,4 = 661920 \text{ Н.}$$

Величину  $P_{оп}$  определяем по формуле  $P_{оп} = [\sigma]_p F_{он}$ ,

где  $F_{он} = 0,785 \cdot (d - 2 \cdot h)^2$

$$F_{он} = 0,785(82 - 2 \cdot 12)^2 = 10024 \text{ Н, приняв } [\sigma]_p = 400 \text{ МПа,}$$

$$P_{оп} = 10024 \cdot 400 = 4009466 \text{ Н.}$$

Следовательно, принимаем  $P_{max} = P_{хв} = 661920 \text{ Н}$

11. Определяем число зубьев в группе  $z_c$  по формуле

$$z_c = (B_{max} \cdot z \cdot q_0 \cdot z_p \cdot K_{рм} \cdot K_{ро} \cdot K_{рк} \cdot K_{рр}) / P_{max}$$

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110



$$\lambda_e = 4,186$$

$$D_e = \frac{b}{\sin \lambda_e} = \frac{10,23}{\sin 4,186} = 140,156 \text{ мм}$$

$$D_\phi = D_e + 0,8 = 140,156 + 0,8 = 140,956 \text{ мм}$$

$$A_\phi = D_\phi - d = 140,956 - 137 = 3,956 \text{ мм}$$

Припуск на шлицевую часть находим по формуле:

$$A_w = D_{max} - D_{w1}$$

а диаметр первого шлицевого зуба по формуле:

$$D_{w1} = D_e + 2S_{z0}$$

$$D_{w1} = 82,156 + 2 \cdot 0,2 = 82,556 \text{ мм}$$

$$A_w = 92,68 - 82,556 = 10,124 \text{ мм}$$

Припуск на черновые шлицевые зубья определяем по формуле

в которой  $A_{ш.п.} = 0,24$  мм,  $A_{ш.ч.} = 0,08$  мм, по табл. П22, П23 [10]

$$A_{ш0} = 10,124 - (0,24 + 0,08) = 9,804 \text{ мм.}$$

16. Находим число групп черновых зубьев  $i_0$ , остаточный припуск  $A_{ocm}$  и распределение его. Число групп черновых зубьев  $i_0$  определяем по формуле:

$$i_0 = \frac{A_0}{2S_{z0}}$$

Подставив в нее соответствующие значения  $A_0$  и  $S_{z0}$ , принятые для каждой части; остаточный припуск находим по формуле:

$$A_{ocm} = A_0 - 2S_{z0} \cdot i_0$$

$$i_\phi = \frac{A_\phi}{2S_{z\phi}} = \frac{3,956}{2 \cdot 0,2} = 10$$

Так как  $A_{ocm.\phi} \geq 2S_{z0}$ , то добавим еще черновой зуб с подъемом 0,1 мм, а число черновых групп  $i_\phi = 10$ .

$$i_{ш0} = \frac{A_{ш0}}{2S_{zш0}} = \frac{9,804}{2 \cdot 0,2} = 24,51$$

$$A_{ocm.w} = 9,804 - 2 \cdot 0,2 \cdot 24 = 0,204 \text{ мм}$$

Так как  $A_{ocm.w} < 2S_{zn}$ , то добавим 1 черновой зуб с подъемом 0,204, а число черновых групп  $i_w = 25$ .

17. Общее число зубьев определяем по формуле:

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

$$\sum z = z_{\phi} + z_{ш}$$

число фасочных - по формуле:

$$z_{\phi} = i_{\phi} \cdot z_{с\phi}$$

$$z_{\phi} = 10 \cdot 2 = 20$$

и число шлицевых - по формуле:

$$z_{ш} = z_{ш.о} + z_{ш.н} + z_{ш.ч} + z_{ш.к}$$

Число шлицевых черновых зубьев:

$$z_{ш0} = i_{ш} \cdot z_{с.ш} = 25 \cdot 2 = 50$$

Число шлицевых переходных зубьев  $z_{ш.п.} = 4$ , число шлицевых чистовых зубьев  $z_{ш.ч} = 3$ , число калибрующих зубьев  $z_{ш.к.} = 4$ ,

$$z_{ш} = 50 + 8 + 6 + 4 = 68,$$

$$z = 20 + 68 = 88.$$

18. Подъемы переходных зубьев шлицевой части принимаем:

для шлицевых  $S_{п1} = 0,08$  мм,  $S_{п2} = 0,04$  мм (табл. П23 [10]).

Подъемы чистовых зубьев шлицевой части  $S_{зч} = 0,02$  мм (два зуба).

19. Определяем длину режущей части протяжки  $L_p$ , шаги и профиль чистовых шлицевых зубьев. Вначале находим длину фасочной части по формуле:

$$l_{\phi} = t_0 z_{\phi}$$

шлицевой части - по формуле:

$$l_{ш} = t_0 (z_{ш.о} + z_{ш.н} + 1) + t_{ч} (z_{ш.ч} + z_{ш.к} - 1)$$

$$l_{\phi} = 28 \cdot 20 = 560 \text{ мм}$$

Для шлицевой части находим шаг чистовых зубьев по табл. П24 [10] (берем средний шаг  $t_2$ ).

Шагу  $t = 28$  мм соответствует шаг чистовых зубьев,  $t_{ч} \dot{=} 21$ ;  $t_{к} = 21$ .

Остальные элементы стружечной канавки чистовых зубьев берем из табл. П19 [10]:  $h = 4$  мм,  $b = 5,5$  мм,  $R = 6$  мм,  $r = 2$  мм,

$$l_{ш} = 28 \cdot (50 + 4 + 1) + 21 \cdot (3 + 4 - 1) = 1666 \text{ мм},$$

$$L_p = 560 + 1666 = 2226 \text{ мм}.$$

20. Силу протягивания на каждой части протяжки рассчитываем по формулам:

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

$$P_{\phi} = \frac{B_{\phi \max} z q_0 z_p K_p}{z_{c.\phi}} = \frac{12 \cdot 20 \cdot 404 \cdot 7 \cdot 1,1}{2} = 373296 \text{ Н}$$

$$P_{\psi} = \frac{B_{\psi \max} z q_0 z_p K_p}{z_{c.\psi}} = \frac{10,23 \cdot 20 \cdot 404 \cdot 7 \cdot 1,1}{2} = 318234,84 \text{ Н}$$

Общее число зубьев протяжки равно сумме черновых и переходных круглых, фасочных, чистовых и калибрующих круглых и шлицевых зубьев:

$$\sum z = z_{\phi} + z_{\psi} = 20 + 64 = 84$$

Определяем длину режущей части:

$$L_p = l_{\phi} + l_{\psi} = 560 + 1638 = 2198 \text{ мм.}$$

21. Таблица

Искомый	I шлиц. S=0.20	II шлиц. S=0.15	II шлиц. S=0.10
Z <sub>p</sub>	7	8	9
t <sub>0</sub> , мм	28	24	20
h <sub>0</sub> , мм	12	10	9
b <sub>0</sub> , мм	9,5	8,5	6
S <sub>z0</sub> , мм	0,2	0,15	0,1
Z с.ш	2	1	1
Дш1	82,556	82,856	82,756
Аш	10,124	9,824	9,924
Аш.п	0,24	0,24	0,18
Аш.ч	0,08	0,08	0,08
Аш.о	9,804	9,504	9,667
iш.о пр	25	32	49
А ост.ш	0,204	0,204	0,064
iш.о	24	31	48
Zш.о	50	64	96
Zш.п	4	4	4
Zш.ч	6	6	6
Zш.к	4	4	4
zш	64	78	110
∑ z	84	98	130
tч тк	21	18	15
hч	8	7	5
bч	-	7	7
L ш	1638	1740	2090

Расчет для S<sub>z0</sub>=0.15

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

$$h_{ш} = 1,1283 \sqrt{3 \cdot 175 \cdot 0,15} = 10 ;$$

$$t_0 = 24; b = 8.5; r = 5; R = 16;$$

$$Z_p = \frac{175}{24} = 7.3 + 1 = 8.3 (\text{принимаем } Z_p = 8)$$

$$Z_{с.ш} = \frac{10,23 \cdot 20 \cdot 312 \cdot 8 \cdot 1,1}{661920} = 1,01 ; Z_{с.ш} = 2$$

$$D_{ш1} = 82,556 + 2 \cdot 0,15 = 82,856$$

$$A_{ш} = 92,68 - 82,856 = 9,824$$

$$A_{ш.о} = 9,824 - (0,08 + 0,24) = 9,504$$

$$i_{ш.о} = \frac{9,504}{2 \cdot 0,15} = 31,68 (\text{принимаем } i_{ш.о} = 32)$$

$$A_{ост.ш} = 9,504 - 2 \cdot 0,15 \cdot 31 = 0,204$$

$$z_{ш.о} = 32 \cdot 2 = 64$$

$$z_{ш} = 64 + 4 + 3 \cdot 2 + 4 = 78$$

$$l_{ш} = 24(64 + 4) + 18(3 + 41) = 864 + 108 = 1740 \text{ мм};$$

Расчет для  $S_{zo} = 0.10$

$$h_{ш} = 1,1283 \cdot \sqrt{3 \cdot 175 \cdot 0,10} = 8,17 \text{ принимаем } h = 9;$$

$$t_0 = 20; b = 6; r = 4.5; R = 14;$$

$$Z_p = \frac{175}{20} + 1 = 9.75 \text{ принимаем } h = 9;$$

$$Z_{сш} = \frac{10,23 \cdot 20 \cdot 212 \cdot 1,1}{661920} = 1,0012 \text{ принимаем } Z_{сш} = 2;$$

$$D_{ш1} = 82,556 + 2 \cdot 0,10 = 82,756 \text{ мм};$$

$$A_{ш} = 92,68 - 82,756 = 9,924 \text{ мм};$$

$$A_{ш.о} = 9,924 - (0,18 + 0,08) = 9,664 \text{ мм};$$

$$i_{ш.о} = \frac{9,664}{2 \cdot 0,1} = 48,32 \text{ принимаем } i_{ш.о} = 49 ;$$

$$A_{ост.ш} = 9,664 - 2 \cdot 0,1 \cdot 48 = 0,064 \text{ мм};$$

$$z_{ш.о} = 48 \cdot 2 = 96$$

$$z_{ш} = 96 + 4 + 3 \cdot 2 + 4 = 110$$

$$\sum z = 20 + 110 = 130$$

$$l_{ш} = 20(96 + 4) + 15(3 + 4 - 1) = 1060 + 90 = 2090 \text{ мм};$$

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110



22. Диаметры калибрующих зубьев принимаем равными соответственно внутреннему и наружному диаметру шлицевого отверстия:

$$D_{ш.к} = 92,68 - 0,016 \text{ мм} \text{ .(допуски назначаем по ГОСТ 7943-78).}$$

23. Число выкружек шлицевых зубьев равно числу впадин  $N_{ш}=20$ . Ширину режущих лезвий на прорезных фасочных и шлицевых зубьях определяем по формуле:

$$B_{ф}=B_{ш}=b-2f$$

где  $f$ – ширина фаски на шлицевом зубе,  $f= 2$  мм (табл.П32,[10]).

$$B_{ф}=B_{ш}=10-2\cdot 2=6 \text{ мм}$$

Ширина выкружек на фасочных и шлицевых зубьях при принятой ширине режущих секторов является величиной переменной: для вычисления радиуса круга это не имеет значения, и поэтому ширину (мм) определяют приближенно по формуле:

$$a_{ш} = \frac{\pi D}{N} - B_{ш} = \frac{3,14 \cdot 92}{20} - 6 = 17,55 \text{ мм}$$

Для  $a_{ш}= 17,55$  мм и  $D = 150$  мм,  $R_{к}= 45$  мм,  $R_{в}=54$  мм. по табл. П27[10]

24.Диаметр передней направляющей 60e8 так как  $\frac{l}{D} < 1,5$  то длина передней направляющей  $l_{пн}=l=175$  мм.

25. Длина переходного конуса принимаем  $l_{п}=25$ мм по табл. П28 [10].

26. Расстояние от переднего торца протяжки до первого зуба:

$$L_1=l_1+l_2+l_3+l+25= 205+25+40+175+25=470 \text{ мм}$$

Согласно рекомендациям (стр.57, [16]) $l_1$  принимают в зависимости от диаметра хвостовика равным 205 мм,  $l_2$  и  $l_3$  в зависимости от станка  $l_2=25$  мм,  $l_3= 80$  мм

27. Диаметр задней направляющей принимаем равной диаметру впадины шлицев протяжки:  $D_{з.н.}=D_{в.ш.}$

$$D_{з.н.}= 82 \text{ мм,}$$

Длину задней направляющей принимаем по рекомендациям по табл. П29 [10].

$$l_{з.н.}= 80 \text{ мм, } c=2 \text{ мм.}$$

Протяжку делаем без заднего хвостовика

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

28. Общую длину протяжки определяем по формуле:

$$L=L_1+L_p+l_{з.н.}+l_{з.хв.}=470+2198+80=2748 \text{ мм}$$

Общая длина протяжки не должна превышать длины, допустимой жесткостью протяжки:

$$L=(30\div 40)D$$

$$L/D=2082/150=13,88<30. \text{ Протяжка жесткая.}$$

30. Расчет подъема заднего центра фасочных зубьев.

$$N_a=1; N_e=20$$

$$R_a=68.5; R_e=75;$$

Для  $z=20$  ( $z'=6$ ;  $\beta\phi=47^\circ$ ;  $\beta k=45^\circ$ ;  $\gamma'=2^\circ$ ;  $\omega k=54^\circ$ ;  $2\omega k=108^\circ$ );

$$\sin\lambda = \frac{10+2*1}{137}=0.0876; \lambda=5.0216^\circ;$$

$$\sin\rho a = \frac{137 \sin(5.0216^\circ+47^\circ)}{82} = \rho a = 52.0216^\circ;$$

$$\sin\rho e = \frac{137 \sin(5.0216^\circ+47^\circ)}{85.956} = \rho e = 50.5615^\circ;$$

$$\lambda a = 52.0216^\circ - 47^\circ = 5.0216^\circ; \lambda e = 50.5615^\circ - 47^\circ = 3.5615^\circ$$

$$H_a = 68.5 \sin(45^\circ + 50.216^\circ) = 52.5 \text{ мм};$$

$$H_b = 70.478 \sin(45^\circ + 3.5615^\circ) = 52.84 \text{ мм};$$

$$C\phi = H_a - H_b = 52.5 - 52.84 = 0.34 \text{ мм};$$

$$C'\phi = \frac{C\phi}{Wk} = \frac{0.34}{\sin 54^\circ} = 0.42 ;$$

$$l\phi = 28(20-1) = 532 \text{ мм};$$

$$C = \frac{0,42 * 2750}{532} = 2,17 \text{ мм} ;$$

31. Расчет подъема переднего центра шлицевые зубья

$$Дш21 = 81,156 \text{ мм}; Дш77 = 82,403 \text{ мм};$$

$$\sin \lambda a = \frac{10}{86.156} = 0.071; \lambda a = 4.07^\circ;$$

$$\sin \lambda e = \frac{10}{92.68} = 0.066; \lambda e = 3.78^\circ;$$

$$\delta a = \frac{180}{20} - 4.07^\circ = 4.93^\circ;$$

$$\delta e = \frac{180}{20} - 3.78^\circ = 5.92^\circ;$$

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

$$h_e = 75.34 * \cos 5.92^\circ - 70.578 * \cos 4.93^\circ = 4.62 \text{ мм};$$

$$\omega = 180/20 = 9^\circ; \omega_k = 9 - 3 = 6^\circ;$$

$$C_{III} = \frac{4.62(tg 9^\circ - tg 6^\circ)}{tg 6^\circ} = 23.32 \text{ мм};$$

$$l'_{III} = 28(21 - 64) = 1204 \text{ мм}$$

$$C = \frac{23.32 * 2078}{1204} = 40,24 \text{ мм}$$

### 3.3 Проектирование и расчет станочного приспособления

Для патронов с механизированным приводом характерна ограниченность радиального хода кулачков (5-10 мм). Вследствие этого при наладке их для обработки деталей разного диаметра приходится для каждой детали проектировать свои губки кулачков или сами кулачки, если размеры детали и форма её не позволяет использовать стандартные кулачки.

Для обработки в трех кулачковом патроне детали «Корпус расширителя», в ходе выполнения данной работы, был спроектирован кулачок (рис.5).

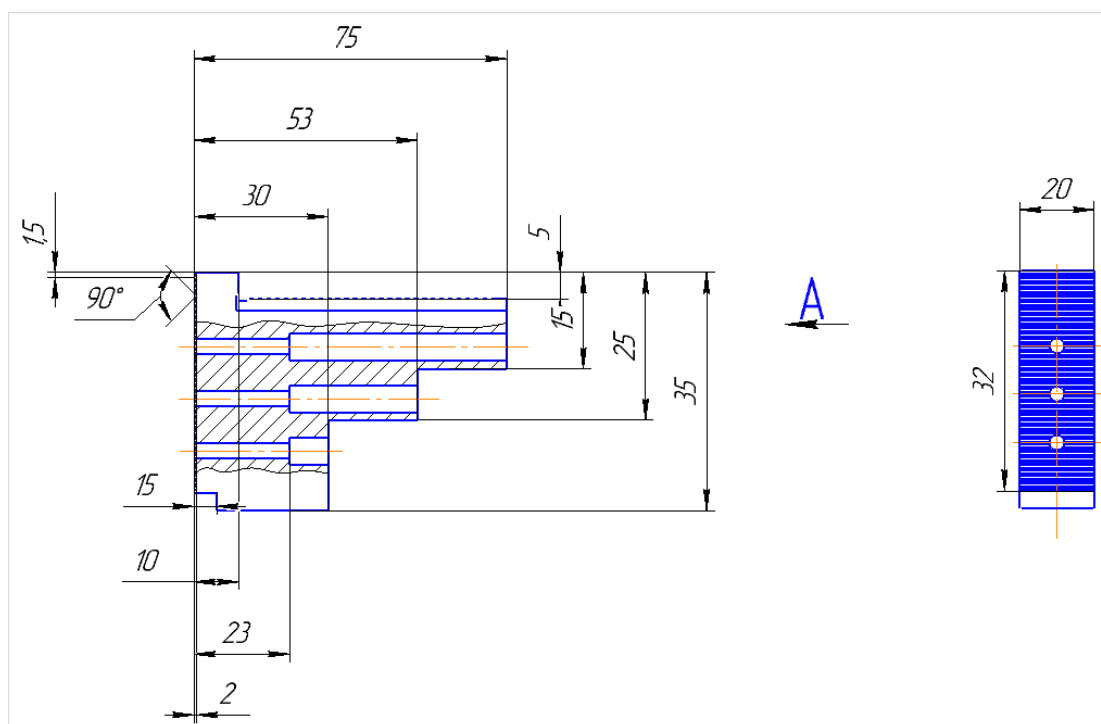


Рисунок 27- Специальный кулачек

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

В результате применения данных кулачков при закреплении в трехкулачковом патроне обеспечивается: требуемая жесткость; требуемая точность при обработке детали; возможность за один установ обработать большее количество поверхностей.

Рассчитаем силу  $P$  на штоке пневматического привода для рычажного кулачкового патрона исходя из требуемой силы закреплении обрабатываемой заготовки.

Рассмотрим равновесие кулачка относительно точки  $O$  (рис.6)

$$Tl_3 - Fl_2 - Qa = 0.$$

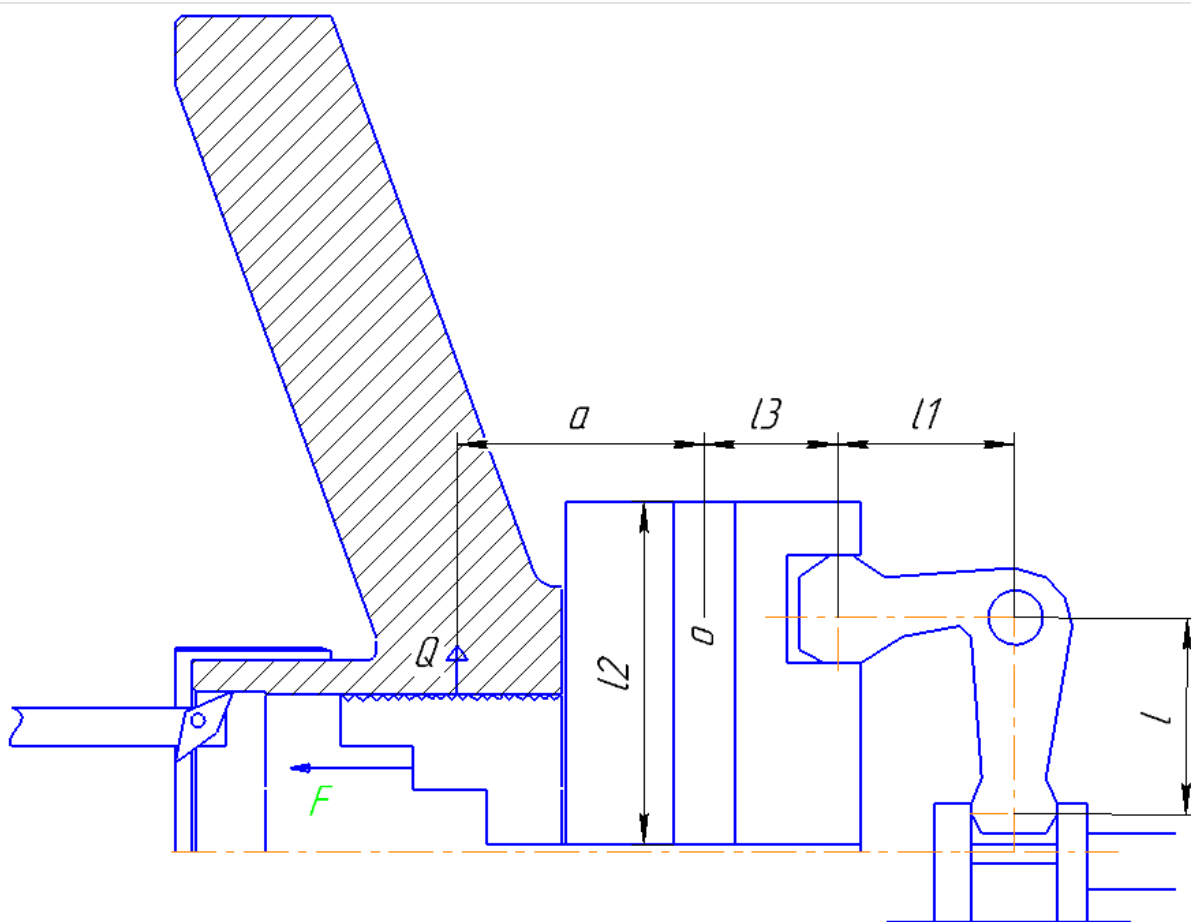


Рисунок 28 – Схема кулачкового патрона для расчета силы на штоке пневматического привода

Сила  $T$  связана с силой  $P$  на штоке соотношением  $T = P \frac{l}{l_1}$ . Сила трения на поверхности кулачка равна  $F = fQ$ . Следовательно:

$$P = kQ \left( f \frac{l_2}{l_3} + \frac{a}{l_3} \right) \frac{l_1}{l}$$

где:

$a$  – расстояние от середины направляющей ползуна до центра приложения силы  $Q$  на одном кулачке (в нашем случае:  $a = 65$  мм);

$l$  и  $l_1$  – длина плеч рычага ( $l = 75$  мм,  $l_1 = 20$  мм);

$l_2$  – длина направляющей части кулачка, соприкасающаяся с пазом корпуса патрона ( $l_2 = 100$  мм);

$l_3$  – расстояние от середины направляющей ползуна до центра приложения силы  $T$  на кулачке ( $l_3 = 10$  мм);

$f = 0,06 \dots 0,21$  – коэффициент трения скольжения ( $f = 0,20$ );

$k = 1,05 \dots 1,2$  – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне ( $k = 1,1$ );

Потребная сила крепления заготовки всеми кулачками  $Q$  зависит от силы резания и моментов этих сил:

$$Q = \sqrt{Q_{P_x}^2 + Q_{P_z}^2}$$

где:

$Q_{P_x}$  – необходимая сила крепления заготовки при учете действия составляющей силы резания  $P_x$  или  $\sum \vec{P}_x$ ;  $Q_{P_z}$  – необходимая сила крепления заготовки при учете действия момента от составляющей силы резания  $P_z$  или  $\sum \vec{P}_z$ .

Силы  $Q_{P_x}$  и  $Q_{P_z}$  находим из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием сил резания, трения, закрепления и моментов от этих сил. Их можно рассчитать по формулам:

$$Q_{P_x} = \frac{P_x}{f} K_3 ; \quad Q_{P_z} = \frac{P_z R}{fd} K_3 ;$$

где:

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

$R$  – радиус на котором действует сила  $P_z (R = 45 \text{ мм})$ ;  
 $d$  – диаметр зажатой части заготовки кулачками ( $d = 80 \text{ мм}$ );  
 $K_3$  – коэффициент запаса (должен быть больше или равен 2,5, примем  $K_3 = 3$ )

По карте 11 [1] находим значения коэффициента  $C_{P_z} = 227$  и показателей степеней  $X_{P_z} = 1$  и  $Y_{P_z} = 0,75$  в выражении главной составляющей силы резания:

$$P_z = C_{P_z} \cdot t^{X_{P_z}} \cdot S^{Y_{P_z}} \cdot K_{P_z}$$

Находим поправочные коэффициенты:

$$K_{P_z} = K_{M_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{V_p} \cdot K_{h_p} \cdot K_{r_p}$$

где:  $K_{M_p}$  – поправочный коэффициент в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала:

$$K_{M_p} = \left(\frac{\sigma_s}{75}\right)^{0,35} = \left(\frac{60}{75}\right)^{0,35} = 0,93$$

где:  $K_{\phi_p}$  – поправочный коэффициент на  $P_z$  в зависимости от главного угла в плане. При  $\phi = 45^\circ$ ;  $K_{\phi_p} = 1$ ;

$K_{\gamma_p}$  – поправочный коэффициент в зависимости от переднего угла.

При  $\gamma = 12^\circ$ ;  $K_{\gamma_p} = 1$ ;

$K_{V_p}$  – поправочный коэффициент в зависимости от скорости резания.

Предположим, что скорость резания будет в пределах  $100\text{--}200 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ , тогда  $0,7$ ;

$K_{h_p}$  – поправочный коэффициент в зависимости от износа резца.

Принимаем износ резца по задней поверхности  $h = 1,5 \text{ мм}$ , т.к. при черновой обработке углеродистой стали проходными резцами из твердых

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

сплавов величина износа достигает 1,0...1,4 мм, (в условиях повышенной жесткости системы и равномерной нагрузки износ может быть повышен и доведен до 1,5...2,0 мм, обеспечивая этим возможность работы с увеличенным периодом стойкости или повышение (до 5-10%) скорости резания), тогда  $K_{h_p} = 1,05$  ;

$K_{r_p}$  – поправочный коэффициент в зависимости от радиуса при вершине лезвия резца. При  $r = 1 \text{ мм}$  ,  $K_{r_p} = 0,93$  .

Подставляем вышеприведенные значения коэффициентов в формулу:

$$K_{P_z} = 0,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,05 \cdot 0,93 = 0,64$$

$$P_z = 227 \cdot 5^{1,0} \cdot 0,35^{0,75} \cdot 0,64 = 330,54 \text{ кгс};$$

$$P_x = P_z \cdot 0,25 = 330,54 \cdot 0,25 = 82,64 \text{ кгс};$$

$$Q_{P_x} = \frac{P_x}{f} \cdot K_3 = 1239,6 \text{ кгс}; \quad Q_{P_z} = \frac{P_z \cdot R}{f \cdot d} \cdot K_3 = 2479 \text{ кгс};$$

$$Q = \sqrt{Q_{P_x}^2 + Q_{P_z}^2} = 2771,65 \text{ кгс};$$

$$P = k \cdot Q \left( f \frac{l_2}{l_3} + \frac{a}{l_3} \right) \cdot \frac{l_1}{l} = 8737,88 \text{ кгс} \cdot \text{мм} = 87,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Так же определим давление в пневмо-приводе ( $p$ ), по формуле:

$$P = \frac{\pi(D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4}, \text{ отсюда}$$

$$p = \frac{4 \cdot P}{\pi(D^2 - d^2) \cdot \eta} = \frac{4 \cdot 8733,88}{3,14(0,25^2 - 0,04^2) \cdot 0,8} = 1535 \text{ МПа}$$

#### 3.4 Проектирование операций технического контроля и выбор измерительного оборудования

Для операции технического контроля проанализируем несколько координатно измерительных машин. Первой выберем координатно измерительную машину отечественного производителя «Лапик» гексоподная машина КИМ-750 (рис.29)

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110



Рисунок 29 – КИМ 750

Вторая координатно измерительная машина фирмы ZEISS ACCURA



Рисунок 30 – КИМ ZEISS ACCURA

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110



Таблица 12 – Сравнение технических характеристики КИМ 750 и КИМ ZEISS ACCURA

Максимальное перемещение по осям:		
X, мм	750	900
Y, мм	650	1200
Z, мм	470	800
Габаритные размер:		
Длина, мм	2440	1000
Ширина, мм	2190	1400
Высота, мм	3195	900
Ограничения:		
Масса, кг	4000	1700
Допустимый вес детали, кг	500	280
Точность измерения:		
Погрешность измерений формы, (где L-измеряемый размер в мм)	3,0 + L/225	
Перемещение:		
Система отсчета перемещений	Лазерно-интерферометрическая	
Дискретность отсчета линейных перемещений, мкм	0,1	0.05
Дискретность отсчета угловых перемещений каретки, ”	1,0	0.5
Максимальный поворот каретки вокруг оси		
X, °	45	-
Y, °	45	-
Z, °	60	-
Сенсорика		
Методика ощупывания	Полное шестимерное ощупывание	
Min измерительное усилие с использованием датчика «Лапик»:		
при токовом касании, Н	0,0003	0.0002
при механическом касании, Н	0,2	0.02
Максимальная скорость измерения, точек/сек.:		
С использованием датчика «Лапик»	8	
при сканировании	200	150
Минимальный радиус щупового наконечника, м	0,02	0.01

Сравнив координатные машины разных представителей, выбор сделан в пользу КИМ ZEISS, т.к. точность измерения выше чем у КИМ 750, габаритные размеры меньше, и в ценовой категории ZEISS выигрывает.

#### 4 АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

4.1 Анализ возможности автоматизации технологического процесса обработки детали

Технологический процесс обработки детали может быть автоматизирован, а именно: основные операции технологического процесса мы автоматизируем по средству токарного станка с ЧПУ Takisawa ТММ 250 modul 3 и станка HAAS UMC 750. Заменяем второй ручной установ детали за счёт перехвата вторым шпинделем для выполнения вспомогательных и транспортирующих операций применим моечную машину и робокар.

4.1.1 Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций

Для обработки данной детали слесарных операций не требуется

Так как заданная твердость материала меньше конечной, поэтому к данному материалу применяют поверхностную закалку ТВЧ.

4.1.2 Возможность встраивания основного оборудования в ГПС

На этом этапе анализа проектного варианта технологического процесса анализируем применяемое металлорежущее оборудование. Целью анализа установить возможность встраивания данного оборудования в ГПС.

При этом принимаем:

- наличие системы автоматической уборки отходов из рабочей зоны станка (конвейер стружкоотвод вкл/выкл прописывается специальным кодом в управляющей программе);

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

- наличие системы автоматической открывания-закрывания дверей станка (открывание-закрывание прописывается специальным кодом в управляющей программе);
- наличие второго шпинделя для автоматического перехвата детали, при обработке на втором установе;
- наличие специальных датчиков для наладки и диагностики работы оборудования, режущего инструмента.

#### 4.1.3 Концентрация переходов на операциях механической обработки

Надежность заключается в том, что чем больше режущего инструмента используется на операции, тем менее вероятно возникновение отказа инструмента из-за сложности удаления стружки из зоны резания, поэтому применяем черновые и чистовые резцы. Подбираем для данного материала сменные многогранные пластины с механическим креплением, которые обеспечивают хорошее стружко-ломание.[5]

Концентрация заключается в применении многоцелевого станка и объединение токарных, резьбонарезных, фрезерных, сверлильных операция в одну операцию с двумя установками.

#### 4.1.4 Габаритные размеры детали

Габаритные размеры детали не позволяют малогабаритным роботам устанавливать заготовки, а также их перемещать, для этого выберем специального робота фирмы KUKA с большей грузоподъемностью. Использование крановых балок не требуется.

#### 4.1.5 Наличие поверхностей для захвата

Данный фактор относится и к этапу отработки конструкции детали на технологичность и определяет возможность использования вспомогательного оборудования для перемещения и установки детали в станок, склад, на накопитель. На нашей детали присутствуют 1 поверхность для захвата

(рисунок 9), с упором в торец.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

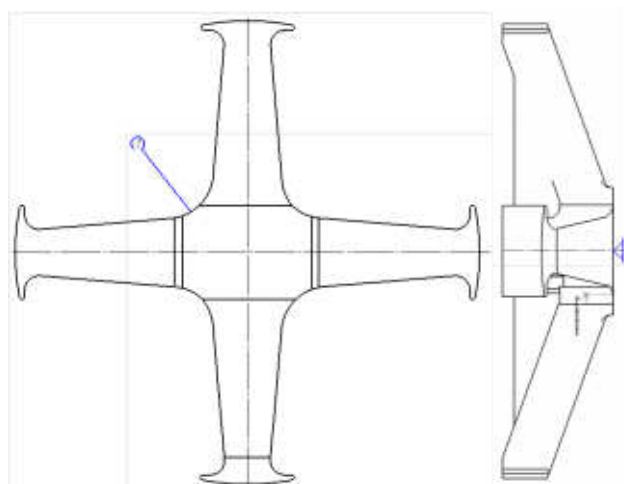


Рисунок 9 – Корпус расширителя с поверхностью для захвата

#### 4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка

При планировке участка нужно учитывать расстояния между станками между проездом расстояние между расстояния между конвейером и станком, для того что бы при поломке роликов у рабочего была возможность подобраться к конвейеру.

Для планировки предусмотрен склад инструментов с рабочим местом для подготовки и настройки инструмента с последующей транспортировкой его на склад. Кран – штабелер захватывает паллету с инструментом и увозит ее к станку. Перед тем как деталь будет приниматься для складирования нужно произвести входной контроль, на предмет внешнего деформирования, сколов, трещин, вмятин, только после этого заготовка уходит на склад после кран штабелер захватывает заготовку которую устанавливает на конвейер, далее робот захватывает заготовку и устанавливает в патрон станка далее деталь обрабатывается на станке, дальше робот снимает деталь, и ставит на конвейер после этого деталь транспортируется к моечной машине после этого в лабораторию КИМ для контрольной операции, контроль проходит на координатно измерительной машине которая представлена на рисунке 6, после заготовка транспортируется обратно на склад.

Первая компоновка участка представлена на рисунке 10.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

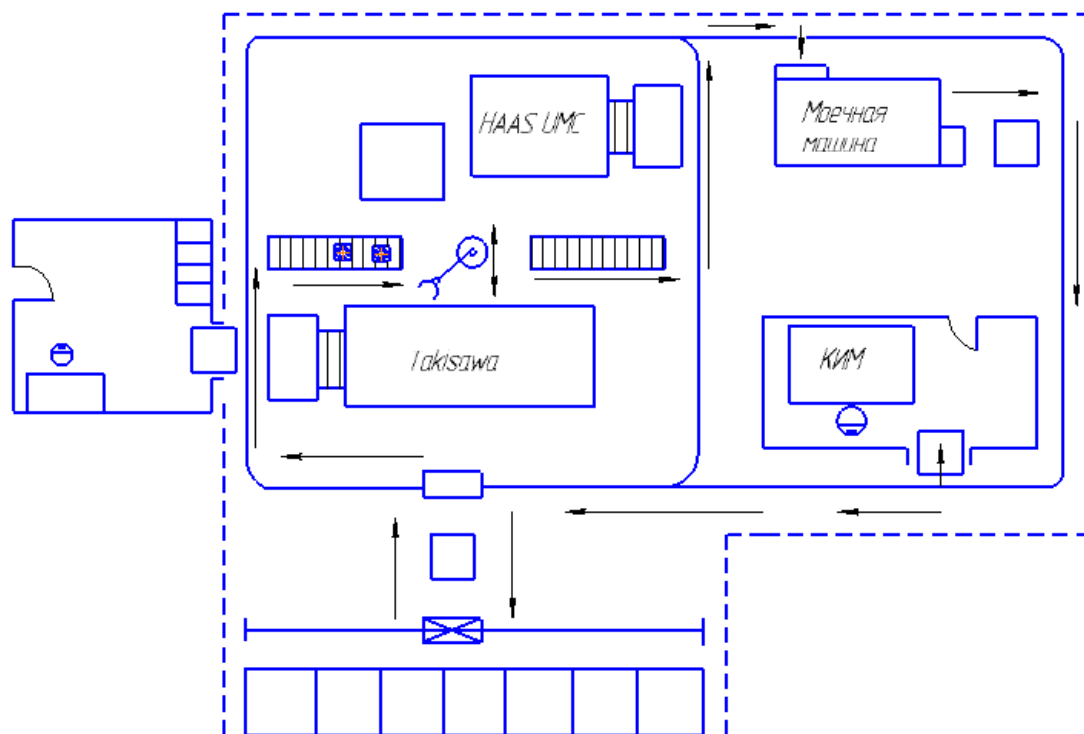


Рисунок 10 – первая компоновка участка

Для выявления всех суммарных перемещений составляются матрицы и графы ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС, на основе анализа которых принимается решение об окончательной компоновке станочной и транспортной системах ГПС.[4]

Все описанные и рассчитанные перемещения детали-установок с учетом маршрутных технологий их обработки, а в нашем случае это два маршрута, приводятся в виде матрицы. Горизонтальные строки этих матриц соответствуют числу перемещений по адресу, к которому движется штабелер, а вертикальные столбцы – адресу, от которого движется штабелер

Построим матрицу перемещений которая представлена в таблице 5.

Сокращения для матрицы перемещений:

Сд-Склад;

Шт-Штабелер;

Ст-Стол;

Рк-Робокар;

К-Конвейер;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

Пр-Промышленный робот;

Мм- Моечная машина;

Км- Координатно измерительная машина;

Т-Станок.

Таблица 5 - Матрица перемещений первой компоновки.

	Сд	Ст	Рк	К	Пр	Т	К	Мм	Ст	Ст	Км
Сд			3500								
Ст	2000										
Рк		1000					1000		500		
К			4500								
Пр				200							
Т					500						
К						700					
Мм			3500								
Ст								300			
Ст			400								
Км										600	

Вторая компоновка участка представлена на рисунке 11.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

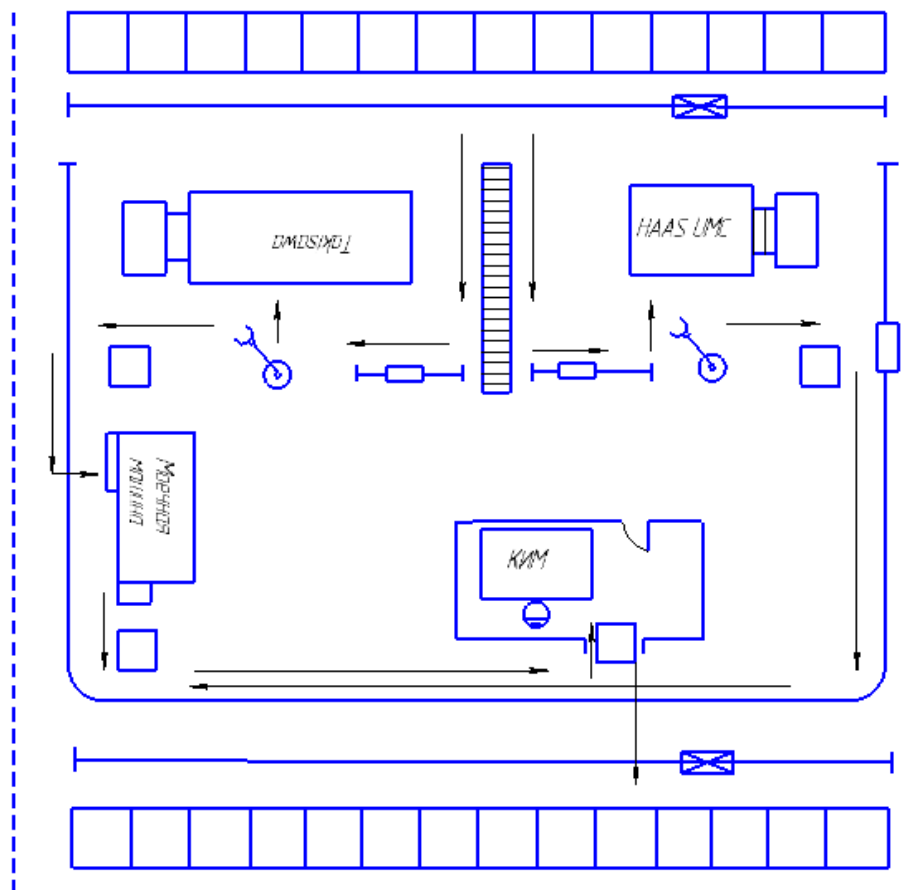


Рисунок 11 – Вторая компоновка участка

Матрица перемещений на второй компоновке представлена в таблице 6

Таблица 6 – Матрица перемещений на второй компоновке

	Сз	К	Р1	Р2	Пр1	Пр2	Т1	Т2	Ст1	Ст2	Рк	Мм	Ст3	Км	Сд
Сз	-														
К	700	-													
Р1		300	-												
Р2		300		-											
Пр1			500		-										
Пр2				500		-									
Т1					700		-								
Т2						700		-							
Ст1							1000		-						
Ст2								1000		-		1000			
Рк									300	300	-				
Мм											700	-			
Ст3												0			
Км												200	-	300	
														0	
														-	50







Рисунок 30 – станок с ЧПУ Takisawa

Для фрезерной обработки выберем станок HAAS UMC 750 (рис.31)



Рисунок 31 - 5ти осевой обрабатывающий центр фирмы HAAS UMC  
750 с ЧПУ

Промышленный робот KR 120 R1800 NANO (рис.32)

Промышленный робот - предназначенный для выполнения двигательных и управляющих функций в производственном процессе манипуляционный робот состоящий из манипулятора и перепрограммируемым устройством управления, которое формирует управляющее воздействие, задающие требуемые движения для

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

исполнительных органов манипулятора, применяются для перемещения предметов и выполнения различных технологических операций.

Промышленные роботы обычно являются одним из компонентов автоматизированных производственных систем, применяемых в гибком автоматизированном производстве.

Экономически выгодно использование промышленных роботов совместно с другими средствами автоматизации производства (автоматические линии, участки и комплексы).

Максимальная грузоподъемность KR 120 R1800 nano составляет 120 кг, а радиус действия – прибл. 1800 мм. Являясь представителем нового поколения чрезвычайно компактных систем для технологических процессов, данный робот оптимально подходит для точечной сварки и позволяет добиться наилучших технологических результатов. Поворотная ось 3 обеспечивает обширный рабочий диапазон и оптимальный доступ даже в тесных помещениях. Это является большим преимуществом, например, при фрезеровке концов.



Рисунок 32 - Промышленный робот KR

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

Так же возьмем робокар для доставки заготовки на участок протягивания.

Таблица 7 – Характеристики станка с ЧПУ Takisawa

Макс.диаметр заготовки, уст над станиной. мм.	780
Макс. Диаметр точения мм.	390
Макс. длина точения мм.	1300
Частота вращения токарных шпинделей. об/мин.	4000
Число инструментов в магазине. шт.	30
Высота станка мм	3050
Длина мм	4880
Ширина мм	2200

Таблица 8 – Характеристики промышленного робота

Максимальная грузоподъемность кг	120
Дополнительная нагрузка кг	50
Рабочая зона действия мм	1803
Точность позиционирования мм	±0,06

4.4 Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе.

Транспортная операция представляет собой перемещение заготовки или полуфабриката на специальном оборудовании робокар либо робот штабелер, для точного перемещения и для того чтобы заготовка не упала с паллеты, для правильного захвата роботом заготовки, нужно забазировать деталь на паллете.

Базирование заготовки на паллете представлено на рисунке 33.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

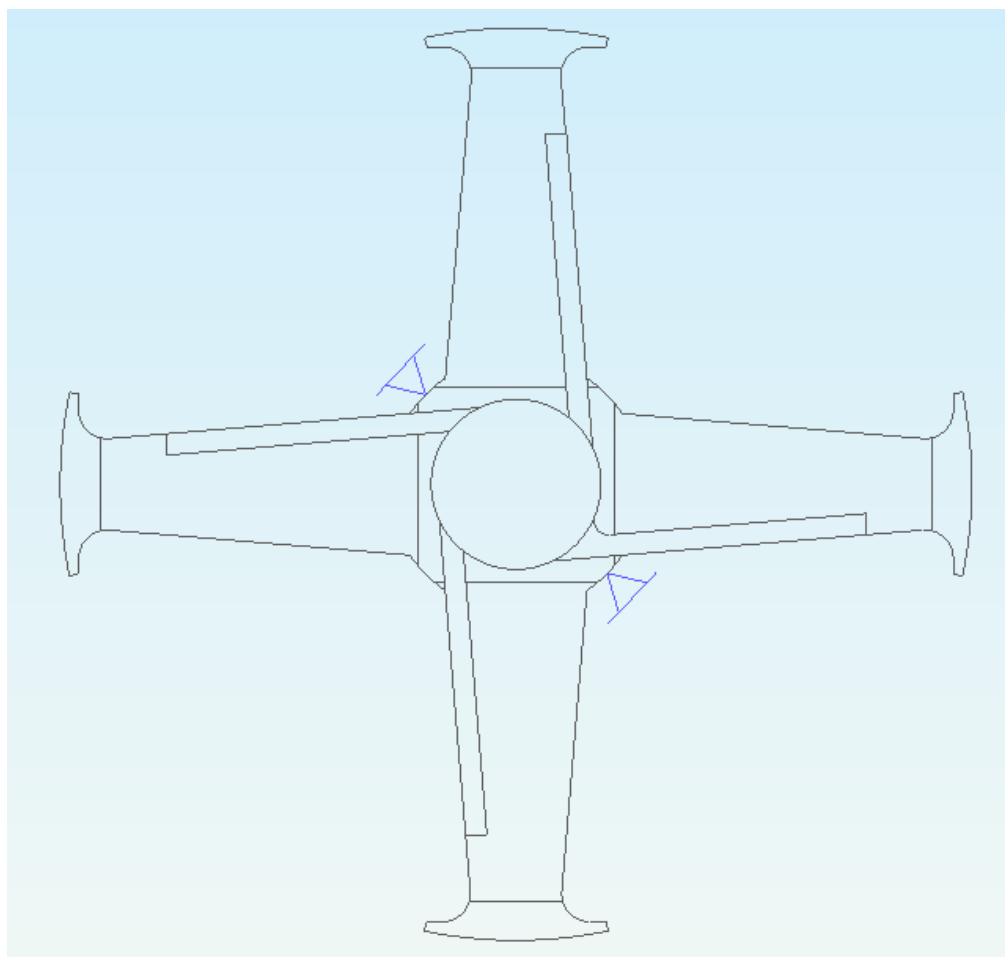


Рисунок 33 – базирование заготовки на паллете.

Базирование заготовки в промышленном роботе представлено на рисунке 34.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

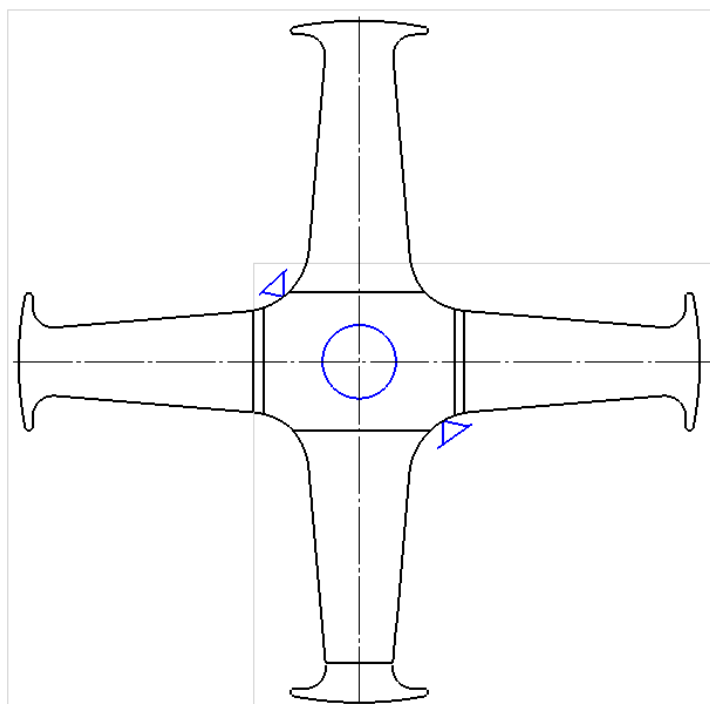


Рисунок 34 – Базирование заготовки в схвате промышленного робота

## 5 ОРГАНИЗАЦИОННО ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

Разработка планировки участка механической обработки для спроектированного варианта технологического процесса представлена на плакате, где изображено оборудование транспортное, металлорежущие станки, пути перемещения заготовки до конечного изделия, контрольные оборудования и тд.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

## 6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

### 6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных безвредных условий труда

Конституция (ст. 43) гарантирует каждому надлежащие, безопасные и здоровые условия труда. Требования относительно создания безопасных и безвредных условий труда предусмотрены ст. 13 ЗУ «Об охране труда» и ст. 153 КЗоТ и рас-пространяются на всех юридических и физических лиц, которые используют наемный труд.

Охрана труда - это система правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, направленных на сохранение жизни, здоровья и трудоспособности человека в процессе трудовой деятельности. Под охраной труда следует понимать обеспечение безвредных и безопасных условий труда всеми средствами: правовыми, экономическими, медицинскими, организационно-техническими, санитарно-гигиеническими, лечебно-профилактическими непосредственно на рабочем месте. Согласно ст. 153 КЗоТ и ЗУ «Об охране труда», требованиям нормативных актов об охране труда должны соответствовать: условия труда на рабочем месте; безопасность технологических процессов, машин, механизмов, оборудования и других средств производства; состояние средств коллективной и индивидуальной защиты; санитарно-бытовые условия.

Обязательство создать на каждом рабочем месте каждого структурного подразделения предприятия условия труда, соответствующие нормативно-правовым актам по охране труда, а также обеспечить соблюдение требований законодательства относительно прав работников в сфере охраны труда возлагается на работодателя (собственника предприятия).

Условия работы на рабочем месте, безопасность технологических процессов, машин, механизмов, оборудования и других средств производства, состояние средств коллективной и индивидуальной защиты, используемых

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

работниками, а также санитарно-бытовые условия должны отвечать требованиям нормативных актов об охране труда.

Организация рабочих мест должна обеспечивать безопасность выполнения работ. Рабочие места, в случае необходимости, должны иметь ограждения, защитные и предохранительные устройства и приспособления. Работа в опасных условиях запрещается, за исключением ликвидации аварий, проведения экстренных работ для предупреждения аварийных ситуаций.

Такая работа осуществляется с использованием соответствующих средств индивидуальной защиты и согласно регламентированным режимам выполнения работ. Если на предприятиях и организациях технологический процесс, используемое оборудование, сырье и материалы являются потенциальными источниками вредных и опасных производственных факторов, работодатель обязан организовать проведение аттестации рабочих мест (порядок проведения и рекомендации относительно аттестации рабочих мест по условиям труда утверждаются постановлениями КМУ, Минтруда и МЗО).

Вредный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, влияние которого на работника при определенных условиях (интенсивность и продолжительность воздействия и т.д.) может вызвать профессиональное заболевание, временное или постоянное снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, повлечь нарушения здоровья потомства. Сюда относят физические, химические, биологические, психофизиологические факторы. Опасный производственный фактор – фактор, причиняющий резкое заболевание, внезапное ухудшение здоровья или смерть. Вредные и опасные производственные факторы детально определены согласно ГОСТ 12.0.003-74 «Система безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.». В случае наличия таких факторов работодатель обязан принять меры относительно предотвращения (в случае практической

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

невозможности – минимизации) действия указанных факторов на работников и проводить аттестацию рабочих мест.

Аттестация проводится аттестационной комиссией, состав и полномочия которой определяются приказом по предприятию (организации) в сроки, предусмотренные коллективным договором, но не реже чем раз в пять лет. Основная цель аттестации заключается в урегулировании отношений между собственником или уполномоченным им органом и работниками относительно реализации их прав на здоровые и безопасные условия труда, льготное пенсионное обеспечение и компенсацию за работу в неблагоприятных условиях. Согласно ст. 5 ЗУ «Об охране труда» при заключении трудового договора работодатель должен проинформировать работника под расписку об условиях труда и о наличии на его рабочем месте опасных и вредных производственных факторов, которые ещё не устранены, возможные последствия их влияния на здоровье и о правах работника, на льготы и компенсации за работу в таких условиях в соответствии с законодательством и коллективным договором.

Трудовой договор с работником предусматривает, что работодатель обязуется обеспечить работника условиями труда, в том числе и безопасными, необходимыми для исполнения конкретной работы и предусмотренные законодательством о труде, коллективным договором (соглашением). Работодатель обязан создать на предприятии службу охраны труда в соответствии с типовым положением, утвержденным Приказом Госнадзорохрантруда, если на предприятии работает 50 и более лиц. При количестве работников менее 50, функции такой службы могут выполнять в порядке совместительства лица, имеющие соответствующую подготовку, а при количестве менее 20 лиц могут привлекаться сторонние специалисты на договорных началах.

При участии службы охраны труда руководители структурных подразделений разрабатывают инструкции по охране труда для каждого вида выполняемой работы или по профессии. Перечень этих инструкций

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110



утверждается приказом руководителя предприятия. Должностные лица предприятия, организации, начиная от руководителей структурных подразделений и выше, исполнение служебных обязанностей которых связано с организацией безопасного выполнения работ, специалисты по охране труда, в начале исполнения своих обязанностей, а также периодически, один раз в три года, проходят обучение и проверку знаний по вопросам охраны труда.

Подготовка вышеуказанных лиц осуществляется в соответствующих учебных учреждениях, которые имеют лицензию Минобразования и разрешение Госнадзорохрантруда на проведение такого обучения, или непосредственно на предприятии. Проверка знаний по вопросам охраны труда проводится комиссией, состав которой утверждается руководителем и состоит не менее чем из трех лиц (руководителя или его заместителя, специалистов по охране труда).

Собственник обязан внедрять современные способы техники безопасности, предотвращающие производственный травматизм, и обеспечивать санитарно-гигиенические условия, предупреждающие возникновение профессиональных заболеваний работников. Собственник не вправе требовать от работника выполнения работы, связанной с явной опасностью для жизни, а также в условиях, не отвечающих законодательству об охране труда.

Ст. 14 ЗУ «Об охране труда» предусматривает, что работники также обязаны заботиться о личной безопасности и здоровье, а также о безопасности окружающих людей в процессе выполнения любых работ во время пребывания на территории предприятия; знать и выполнять требования нормативно-правовых актов по охране труда, правила обращения с машинами, механизмами, оборудованием и другими средствами производства, пользоваться средствами коллективной и индивидуальной защиты; проходить в установленном законодательством порядке

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

предварительные и периодические медицинские осмотры. Работник несёт непосредственную ответственность за нарушение указанных требований.

Работник вправе отказаться от порученной работы, если имеет место производ-ственная ситуация, опасная для его жизни и здоровья, либо для окружающих его людей и природной среды. Факт наличия такой ситуации подтверждается спе-циалистами по охране труда предприятия с участием представителя профсоюза и уполномоченного трудового коллектива, а, в случае возникновения конфликта, – соответствующим органом государственного надзора за охраной труда с участием представителя профсоюза.

В соответствии со ст. 10 ЗУ «Об охране труда» и ст. 163 КЗоТ на работах с вредными и опасными условиями труда, а также работах, связанных с загрязнением или осуществляемых в неблагоприятных температурных условиях, рабочим и служащим выдаются бесплатно в соответствии с нормами специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты. Рабочие, занятые на работах с тяжелыми и вредными условиями труда, должны бесплатно обеспечиваться лечебно-профилактическим питанием, молоком или равноценными продуктами питания, газированной соленой водой. Они имеют право на оплачиваемые перерывы санитарно-оздоровительного предназначения, сокращение продолжительности рабочего времени, дополнительный оплачиваемый отпуск, льготную пенсию и другие компенсации согласно законодательству.

Трудовые коллективы обсуждают и одобряют комплексные планы улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий и контролируют выполнение этих планов. Анализируя КЗоТ И ЗУ «Об охране труда», сложно найти конкретные требования к охране труда. В то же время существует множество специальных требований, относящихся либо к определенным видам деятельности, либо к отдельным профессиям. Они зафиксированы в многочисленных документах, которые в ЗУ«Об охране труда» обобщенно

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

названы «нормативно-правовыми актами по охране труда».Список таких актов содержится в реестре нормативно правовых актов по охране труда, утвержденном приказом Государственного департамента производственной безопасности, охраны труда и горного надзора от 20 июня 2006 г. №102.

Согласно действующему трудовому законодательству работник имеет следующие гарантии прав на охрану труда:

— отсутствие в трудовом договоре положений, противоречащих законам и нормативно-правовым актам по охране труда; информирование работодателем;

невозможность выполнения работы, противопоказанной по состоянию здоровья (при наличии соответствующего медицинского заключения); допуск к выполнению работ повышенной опасности только при наличии заключения психофизиологической экспертизы;

общеобязательное государственное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, которые привели к утрате работоспособности.

## 6.2 Мероприятия по электробезопасности

На предприятиях общественного питания для приготовления и отпуска пищи используются различные виды электрооборудования, что требует от работников хорошего знания основ электробезопасности.

Все производственные помещения подразделяются на: сухие, нормальные, влажные, сырые, жаркие и пыльные. Учитывая эти признаки, помещения подразделяют на три категории по степени опасности поражения током.

1. Без повышенной опасности. В помещении отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. С повышенной опасностью. Для помещения характерно наличие одного из следующих условий: сырость, проводящая пыль, высокая температура и т. д.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

3. Особо опасные. Помещения характеризуются наличием одного из следующих условий: особая сырость, загазованность, запыленность и т. д.

Поражение электротоком в основном происходит при работе с оборудованием, которое оказалось под напряжением, в результате пробоя изоляции при случайном прикосновении к незащищенным токоведущим частям, а также при неисправности защитного заземления, когда вследствие нарушения изоляции напряжение переходит на металлические части машины или теплового аппарата.

Действие электротока на человеческий организм может быть тепловым (ожоги электрической дугой), механическим (разрыв тканей), биологическим (поражение нервных центров), физико-химическим (электролиз — разложение крови) и комплексным (несколько воздействий одновременно).

Все поражения электрическим током подразделяются на два вида: электрические травмы и электрические удары. Наиболее опасны электрические удары, так как они вызывают нарушение физиологических процессов в организме, вплоть до паралича нервных центров, управляющих дыханием и сердечной деятельностью. Степень поражения зависит от величины и частоты тока, продолжительности его воздействия и индивидуальных особенностей пострадавшего.

Различают индивидуальные и общие средства защиты от поражения электрическим током.

К индивидуальным средствам защиты относятся резиновые диэлектрические перчатки, галоши, коврики, изолирующие подставки, монтерский инструмент с деревянными ручками и т. д.

К общим средствам защиты от поражения током относятся защитное заземление, зануление и отключение.

Защитное заземление создает надежный электроконтакт между электрооборудованием и землей. Для этого глубоко в землю забиваются

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

металлические стержни длиной 1,5...2,5 м и диаметром 25...50 мм, соединенные между собой. К ним подсоединяют корпуса электрооборудования, а также электродвигатели, трансформаторы, щиты управления. Заземлители могут быть и естественными. Это металлические конструкции, арматура железобетонных зданий и другие металлические предметы, имеющие достаточную и постоянную поверхность соприкосновения с землей.

Электрооборудование соединяют с заземляющим устройством болтовым соединением, остальные устройства и приборы с помощью сварки.

Заземляющие проводники должны быть защищены от механических повреждений, коррозии и быть доступными для осмотра. Защитное заземление не является защитой от прикосновения к токоведущим частям. Наоборот, одновременное прикосновение человека к токоведущим и заземляющим частям ставит его в особо опасные условия, так как в этом случае заземляющее устройство и тело человека создают цепь с очень низким сопротивлением.

Защитное зануление применяют вместо защитного заземления в электросистемах с напряжением до 1000 В, в сетях с заземляющей нейтралью. Защитное зануление представляет собой соединение корпуса электрооборудования с неоднократным заземлением нулевым проводом. При повреждении изоляции корпус электрооборудования оказывается под напряжением. В результате пробоя происходит короткое замыкание между фазным и нулевым проводами. Через предохранитель проходит большой ток, который может вызвать перегорание предохранителя или отключить автоматический переключатель. Оборудование будет отключено, и прикосновение к нему станет безопасным.

*Защитное отключение* — наиболее совершенный способ защиты, который успешно действует при любых, напряжениях в сети.

При замыкании электрооборудования на корпус срабатывает специальная автоматическая установка, в которой при появлении напряжения

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

на зажимах электромагнитной катушки моментально срабатывают выключатели. Так происходит отключение поврежденного участка цепи.

Исправность защитного заземления проверяют визуально или с помощью инструментального замера. При наружном осмотре защитного заземления можно увидеть обрыв проводов, неплотность контактов, неправильное подключение оборудования, несоответствие сечения проводов установленной норме. Наружный визуальный осмотр проводится один раз в месяц. Опыт показывает, что большинство случаев поражения людей током является следствием повреждения проводки заземления (обрыв или резкое повышение ее сопротивления). Поэтому, помимо визуального осмотра системы заземления, существует и ее инструментальный замер. Осуществляется он соответствующими приборами. Такая проверка производится не реже одного раза в год с чередованиями: один год — летом при наибольшем просыхании почвы, следующий год — зимой при наибольшем промерзании почвы. Результаты инструментального заземления (зануления) и изоляции электропроводов записывают в протоколы.

*К мероприятиям по предупреждению электротравматизма на предприятиях общественного питания относятся:*

устройство защитного заземления, зануления, отключения;  
инструктаж и обучение работников правилам электробезопасности;  
допуск к обслуживанию электроустановок лиц, имеющих соответствующую квалификацию; ограждение токоведущих частей;  
применение тока безопасного напряжения; применение средств индивидуальной защиты. При влажной обработке помещений нельзя забывать о том, что струя воды и влажная тряпка являются хорошими проводниками электричества. Поэтому на электродвигатели и подводящие устройства не разрешается класть влажную спецодежду и металлические предметы. Категорически запрещается вместо перегоревших предохранителей вставлять «жучки»

### 6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

Все рабочие и специалисты, занятые на ремонтных работах, до начала работ должны пройти инструктаж в объеме требований инструкции по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности. Инструктаж проводится заказчиком.

Результаты инструктажа с подписями инструктирующего и инструктируемого записываются в журнал регистрации специального инструктажа по технике безопасности, который хранится у заказчика, а также в наряде-допуске.

Перед проведением работ необходимо отключить демонтируемое оборудование, провести замеры среды, отбор проб и замеры уровней необходимо производить при помощи оборудования, исключающего искрообразование. Для мойки и обезжиривания оборудования, изделий и деталей должны, как правило, применяться негорючие технические моющие средства, а также безопасные в пожарном отношении установки и способы.

Способы очистки оборудования и коммуникаций, в которых проводятся огневые работы, не должны приводить к образованию взрывоопасных паро- и пылевоздушных смесей и появлению источников зажигания.

Использованные обтирочные материалы следует собирать в контейнерах из негорючего материала с закрывающейся крышкой. Периодичность сбора использованных обтирочных материалов должна исключать их накопление на рабочих местах. По окончании рабочей смены содержимое указанных контейнеров должно удаляться за пределы площадки проведения работ.

В случае применения газосварочного и искрообразующего оборудования необходимо сосредоточить достаточный запас первичных средств.

При температуре воздуха ниже 1 °С огнетушители, находящиеся на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях, необходимо хранить группами в ближайших утепленных будках или других помещениях,

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

расположенных на расстоянии не более 50 м друг от друга. У мест нахождения средств пожаротушения должны быть установлены соответствующие указатели.

На время проведения огневых работ должен быть назначен ответственный, который обязан:

- организовать выполнение мероприятий по безопасному проведению огневых работ, предусмотренных в наряде-допуске;
- провести инструктаж с исполнителями огневых работ; проверить наличие удостоверений у исполнителей огневых работ (сварщики, резчики), исправность и комплектность инструмента и средств для проведения огневых работ;
- обеспечить место проведения огневых работ первичными средствами пожаротушения, а исполнителей – средствами индивидуальной защиты (противогазы, спасательные пояса, веревки и др.);
- непосредственно руководить работами и контролировать работу исполнителей;
- следить за концентрацией паров углеводородов в воздушной среде на месте проведения огневых работ и, в случае необходимости прекратить огневые работы;
- обеспечить контроль за местами проведения огневых работ в течение 3-х часов после их окончания.

Эксплуатация электрогазосварочного оборудования и оборудования с применением жидкого горючего в местах проведения огневых работ должна проводиться в соответствии с требованиями инструкций по их эксплуатации и требований Правил пожарной безопасности в Российской Федерации.

Во время проведения огневых работ должен осуществляться контроль за состоянием загазованности воздушной среды.

В случае повышения содержания горючих веществ в опасной зоне, а также при появлении характерных признаков загазованности (запах паров нефтепродуктов, течь и т.п.) огневые работы должны быть немедленно

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110



прекращены, выявлены и устранены причины, приведшие к образованию паров нефтепродуктов.

Огневые работы должны проводиться только в дневное время, за исключением аварийных ситуаций.

Работы, связанные с монтажом конструкций, с горючими утеплителями или применением горючих утеплителей, ведут по нарядам-допускам, выдаваемым исполнителям работ и подписанным лицом, ответственным за противопожарное состояние строительства.

В наряде-допуске должны быть указаны место, технологическая последовательность, способы производства, конкретные противопожарные мероприятия, ответственные лица и срок его действия.

Для выполнения работ с использованием горючих веществ следует применять инструмент, изготовленный из материалов, не дающих искр (алюминий, медь, пластмасса, бронза). Инструмент и оборудование, используемые при работах с горючими веществами, необходимо промывать на открытой площадке или в помещении, имеющем вентиляцию.

К работе с горючими веществами и материалами (рулонными, плиточными, эпоксидными смолами, мастиками, содержащими огнеопасные вещества и т.п.) допускаются лица, прошедшие обучение по программе пожарно-технического минимума и проинструктированные о мерах пожарной безопасности перед началом работ.

Помещения, в которых работают с горючими веществами и материалами, должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения из расчета: два огнетушителя и кошма на 100 м<sup>2</sup> помещения.

Работы с пожароопасными веществами и полимерными материалами допускается производить только с письменного разрешения лиц, ответственных за противопожарное состояние строительства, и только после выполнения мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность.

Кабельные каналы и наземные кабельные лотки должны быть закрыты несгораемыми плитами, а места выхода кабелей из кабельных каналов,

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

лотков, с этажей и переходы между кабельными отсеками должны быть уплотнены огнеупорным материалом.

Исправность резервных элементов электрооборудования (трансформаторов, выключателей, шин и др.) должна регулярно проверяться включением под напряжение в сроки, установленные местными инструкциями.

В помещениях электрооборудования должны находиться электрозащитные средства и средства индивидуальной защиты (в соответствии с нормами комплектования средствами защиты), защитные противопожарные и вспомогательные средства (песок, огнетушители) и средства для оказания первой помощи пострадавшим от несчастных случаев.

Обо всех замеченных неисправностях должны быть произведены записи в журнал дефектов и неполадок на оборудовании и, кроме того, информация о них должна быть сообщена ответственному за электрохозяйство.

Замеченные неисправности должны устраняться в кратчайший срок.

Электромонтажные работы выполняются при снятом напряжении со всех токоведущих частей находящихся в зоне производства работ. Зону, выделенную для производства работ необходимо оградить.

Работы, связанные с присоединением (отсоединением) проводов, наладкой электроустановок выполнять электротехническим персоналом, имеющим соответствующую квалификационную группу по технике безопасности.

Присоединение к электрической сети передвижных электроустановок, ручных электрических машин и переносных электрических светильников при помощи штепсельных соединений, удовлетворяющих требованиям электробезопасности, разрешается выполнять персоналу, допущенному к работе с ними.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

Для безопасности все нетоковедущие части электроустановок, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции заземлить.

До начала работ необходимо проверить исправность электродержателя и надежность его изоляции, исправность предохранительной маски с защитным стеклом и светофильтром, а также состояние изоляции проводов, плотность соединений контактов сварочного провода.

Установку предохранителей, а также электрических ламп выполнять электромонтёром с применением средств индивидуальной защиты.

Перед разрезанием кабеля, провода или вскрытием соединительной муфты необходимо проверить отсутствие напряжения с помощью специального приспособления, состоящего из изолирующей штанги и стальной иглы или режущего наконечника.

Разогрев кабельной массы для заливки муфт должна разогреваться в специальной железной посуде с крышкой и носиком. Кабельная масса из вскрытой банки вынимается при помощи подогретого ножа. Не допускается разогревать невскрытые банки с кабельной массой.

При заливке муфт массой работник должен быть одет в специальную одежду, брезентовые рукавицы и предохранительные очки.

При ручной прокладке кабеля число работников должно быть таким, чтобы на каждого приходился участок кабеля массой не более 35 кг для мужчин и 10 кг для женщин. Работать следует в брезентовых рукавицах.

Не допускается при прокладке кабеля стоять внутри углов поворота, а также поддерживать кабель вручную на поворотах трассы. Для этой цели должны быть установлены угловые ролики.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110

## ВЫВОДЫ:

В выпускной квалификационной работе был спроектирован технологический процесс с использованием современного оборудования, сократилось количество операций, и переустановов.

Для операции 005 Комплексная с ЧПУ был произведен расчет станочного приспособления обеспечивающего зажим и фиксацию заготовки не деформируя обработанные поверхности.

Для получения управляющей программы была спроектирована САМ обработка в системе ADEM.

На все операции механической обработки рассчитаны режимы резания и нормы времени.

Для операции протягивания был спроектирован режущий инструмент протяжка шлицевая, тк в производственной технологии на операцию протягивания использовалась протяжка 3х комплектная, проектирование одно комплектного инструмента позволило сократить время на операцию, и удешевление изготовления инструмента

Для контрольной операции был произведен анализ измерительного оборудования, и подобрана наиболее точная координатно измерительная машина.

Проектирование участков ГАП, позволило выбрать компоновку участка с наименьшим перемещением, что позволяет быстрее доставить заготовку к станку.

Так же спроектирована планировка участка, с соблюдением электробезопасности, пожаробезопасности, технологической безопасности

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков. – Челябинск.: Машиностроение, 2010. – 480 с.

2. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением – М.: Экономика, 1990.

3. Кулыгин В.Л. Технология машиностроения / В.Л. Кулыгин, В.И. Гузеев, И.А. Кулыгина. – М.: Издательский Дом «БАСТЕТ», 2011. – 184 с.

4. Хватов, Б.Н. Гибкие производственные системы. Расчет и проектирование.: учебное пособие / Б.Н. Хватов. – Тамбов: Издательство Тамб. гос. техн. ун-та., 2008. – 112с.

5. Буторин, Г.И. Проектирование машиностроительного производства: электронное учебное пособие для выполнения курсового проекта / Г.И. Буторин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013.

6. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках / под ред. Н.М. Федосовой. – М.: НИИмаш, 1984. – 472 с.

7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: справочник в 2 т. / А.Д. Локтев, И.Ф. Гуцин, Б.Н. Балашов и др. – М.: Машиностроение, 1991. – Т. 2. – 304 с.

8. Пилипчук, В.А. Организаций производства: учебное пособие / В.А. Пилипчук. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. 103 с.

9. Кулыгин, В.Л. Методология проектирования эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий: учебное пособие / В.Л. Кулыгин, И.А. Кулыгина – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 144 с.

					ЮУрГУ.151900.2017.375.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		110