

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Политехнический институт  
Механико-технологический факультет  
Кафедра техники и технологии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/А.В. Прохоров

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Проектирование участка механической обработки детали  
"Корпус фрикциона" с разработкой  
конструкторско-технологического оснащения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 15.03.05.2017.002.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты:

доцент

\_\_\_\_\_/ Д.В. Ардашев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

доцент

\_\_\_\_\_/ В.В. Ахлюстина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

ст. преподаватель

\_\_\_\_\_/ А.В. Акинцева  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Руководитель работы

доцент

\_\_\_\_\_/ В.В. Ахлюстина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Автор работы

студент группы ДО – 425

\_\_\_\_\_/ Н.Н. Данилин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Нормоконтролер

доцент

\_\_\_\_\_/ В.В. Ахлюстина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Челябинск 2017

## ВВЕДЕНИЕ

В процесс развития машиностроения потребовал применение более универсальных средств технологического оснащения и повышения надежности и точности обрабатываемых деталей. Разработка технологического процесса изготовления деталей занимает основные позиции в машиностроительном производстве. Применение устаревшего оборудования потребовало использование квалифицированных специалистов для достижения требуемых размеров и чистоты поверхности деталей.

Важным условием быстрого развития машиностроения является специализация производства. Основой широкого развития централизованных и специализированных производств должно служить максимальная унификация деталей машин, узлов и инструментов, а также типизация технических процессов. Одновременно должно быть значительно расширено производство специального оборудования и технологической оснастки. При этом очень важно направление технического прогресса в машиностроении разработку ресурсосберегающих технологий, повышение качества продукции, комплексную автоматизацию проектирования производства. Этим условиям отвечают станки с ЧПУ. Фрезерный станок или токарный станок с ЧПУ имеют большое количество преимуществ перед более дешевым аналогичным оборудованием с ручным управлением. Говоря о них, для начала необходимо отметить более высокую автоматизацию процесса производства при использовании металлорежущего оборудования с ЧПУ. Фрезерный станок или токарный станок с ЧПУ могут работать без остановок и перерывов круглосуточно на протяжении недель и месяцев. При этом вся продукция будет неизменно высокого качества. Использование оборудования с ЧПУ не требует постоянного нахождения за ним станочника. В случае если целый участок оборудован станками с ЧПУ, то достаточно одного-двух наладчиков станка, в обязанности которых входит визуальный контроль за работой оборудования, установка заготовок и снятие деталей, производство наладочных, а также подготовительных операций.

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР

Вторым неоспоримым достоинством металлорежущих станков с ЧПУ является их гибкость, которая позволяет с помощью одной только замены программы осуществлять перенастройку на обработку различных деталей. Кроме этого записанная программа может быть запросто восстановлена и вновь использоваться любое количество раз.

Третьим достоинством системы ЧПУ является более высокая их производительность за счет увеличения режимов резания, а также благодаря возможности обработки сразу с двух сторон заготовки (необходимо для этого наличие в токарном станке сразу двух шпинделей).

Четвертым неоспоримым преимуществом является высокая точность обработки и возможность обработки деталей сложной формы, которые изготовить на станках с ручным управлением просто невозможно.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус клапана» с учетом возможностей современного производства. С целью решения поставленных вопросов рассмотрены следующие задачи:

- проанализировать действующий технологический процесс, определить его достоинства и недостатки.
- на основе анализа существующего технологического процесса спроектировать новый усовершенствованный вариант;
- произвести размерный анализ проектного технологического процесса;
- рассчитать режимы резания и нормы времени для нового проектного технологического процесса;
- обеспечить работу участка прогрессивным оборудованием, технологической оснасткой, режущим инструментом;
- провести расчет потребного количества оборудования, необходимого для производства заданной программы;
- разработать планировку участка;
- оценить вредные и опасные факторы наблюдаемые на участке и внести предложения по их устранения.

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						7
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

# 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле

Объектом дипломного проекта служит деталь «Корпус фрикциона» (рисунок 1.1). Деталь «Корпус фрикциона» имеет габаритные размеры 59×88×138 и массу 0,44 кг. Изготавливается из алюминиевого сплава марки АК6ПП ГОСТ 21488-97.

Корпус предназначен для размещения в нем воздушного клапана ракетного двигателя и передачи рабочей среды в зону горения топлива.

Корпус (поз.3, рисунок 1.2) представляет собой систему внутренних цилиндрических поверхностей с возможностью совмещения его с зоной горения топлива ракетного двигателя. К штуцеру с резьбой большего диаметра подводится управляющее давление до 70 МПа, для приведения сифонного механизма(рисунок 1.2) в действие.

По обоим торцам детали, которые расположены перпендикулярно относительно центральных отверстий, расположены 4 бобышки. Все бобышки являются элементом тела вращения, обработка которых ведется путем точения внешних и обтачивания внутренних поверхностей. К ним подводятся патрубки с подачей топлива.

Деталь изготавливается из алюминиевого сплава марки АК6ПП ГОСТ 21488-97 Сплав АК6ПП – это сплав на основе системы алюминий – кремний – магний. Химический состав приведен в таблице 1.

Таблица 1.1 - Химический состав сплава АК6

Массовая доля %											
Основных компонентов			Примесей не более								Сумма примесей
Mg	Si	Al	Fe	Mn	Cu	Zn	Ti+ цирконий	Свинец	Олово	Бериллий	1,5
0,2-0,4	6,0-8,0	>>	1.0	0.5	0.2	0.3	0.15	0.05	0.01	0.1	

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							8

## Рисунок 1.1 – Общий вид детали «Корпус фрикциона»

Данный корпус служит для закрепления и базирования в нем деталей и сборочных единиц. Он должен обеспечивать точность их взаимного расположения, как в статическом положении, так и при эксплуатации изделия.

## Рисунок 1.2 – Механизм воздушного клапана ракетного двигателя

В соответствии с назначением корпус должен быть герметичным. Герметичность характеризует непроницаемость стенок и соединений корпусов для сохранения газообразных состояний рабочей среды; она является важным требованием, обеспечивающим работоспособность изделий.

Корпус защищает входящие в него контакторы и реле от внешних неблагоприятных условий среды. Поэтому внешние поверхности корпуса покрываются защитным лакокрасочным покрытием, что указывается в технических требованиях.

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

В корпус по поверхностям М16×1,5-6Н, М33×1,5-6Н, М36×1,5-6Н устанавливаются питатели к сифонным механизмам. В отверстие Ø30Н8 устанавливается ось, которая проходит через два питателя. Эта поверхность(Ø30Н8) является основной конструкторской базой. Также конструкторскими базами являются поверхности М22×1,5-6Н, М16×1,5-6Н мм. По ним происходит соединение корпуса с поршнями в сборке. К этим

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

поверхностям предъявляются повышенные требования как по точности выполнения размеров и точности взаимного расположения. На детали имеются две радиусные бобышки-расточки R0,3×0,5, предназначенные для вставки в них уплотнительных колец для оси. Повышенные требования предъявляются к расточке Ø37H11, Ø26H11, предназначенными для установки оси (радиальное биение этих расточек относительно базы Ø30H8 составляет 0,08 мм, допуск цилиндричности этих расточек не должен превышать 0,05 мм и качество поверхности Ra1,6). В то же время эти поверхности просты и достаточно непротяженны. Это позволяет использовать их в качестве технологических баз на завершающей стадии обработки детали.

Технические требования, предъявляемые к детали «Корпус»:

1. \*Размеры указаны после покрытия.
2. HB 100 после термообработки.
3. Покрытие: Ан. Окс. хр.
4. Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H12; h12; IT12/2
5. На поверхностях D1, D4, и D9 допускаются следы резьбообразующего инструмента.
6. Поверхность на длине L=85 мм испытать:
  - на прочность воздухом при давлении 10+0,5 МПа в течение 5 мин;
  - на герметичность воздухом при давлении 9+0,5 МПа в течение 3 мин.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Анализ технологичности детали

Технологичность конструкции детали влияет на характер технологического процесса. Чем меньше трудоемкость, себестоимость изготовления, тем она технологичнее. Данная деталь имеет сложную конструкцию, достаточную жесткость, удобные базовые поверхности. По данному показателю деталь считается нетехнологичной.

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР

Корпус клапана изготавливается из алюминиевого сплава марки АК6ПП ГОСТ 21488-97 (технологично т.к приходится использовать режущий инструмент для обработки мягких материалов). Заготовкой является отливка, полученная методом литья под давлением, поэтому конфигурация наружного контура и внутренних поверхностей не вызывает значительных трудностей при обработке, что является технологичным показателем, однако сам метод получения отливки является достаточно трудоемким, что является нетехнологичным параметром.

Коэффициент использования материала составляет 0,83. Деталь имеет группы отверстий. Отверстия, входящие в одну группу обрабатываются одновременно. Форма и расположение отверстий удобны для обработки, что является технологичным параметром.

Обрабатываемые поверхности с точки зрения чистоты и точности не представляют значительных технологических трудностей.

Деталь проходит через термическую операции(закалка, с последующим охлаждением на воздухе), что увеличивает время на обработку детали, что является нетехнологичным параметром.

Обработка поверхностей производится различными инструментами (простыми). К простым инструментам относятся: резцы проходные, расточные, сверла, метчики, фрезы концевые, что является технологичным параметром. Деталь обрабатывается и сложным инструментом, таким как резец для расточки канавки под углом 60 градусов, что является нетехнологичным параметром.

Наружная обработка инструментами не вызывает трудностей. Большинство поверхностей выполняются по 12-му качеству. На многие поверхности проставлены низкие требования по шероховатости, по этим признакам деталь является технологичной.

Вывод: в целом, деталь «Корпус фрикциона» является технологичной. Отвечает всем техническим условиям эксплуатации. Геометрические элементы конструкции оптимально спроектированы для выполнения служебного назначения.

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

## 2.2 Анализ действующего технологического процесса

Действующий технологический процесс, полученный в ходе преддипломной практики выглядит следующим образом:

000 – заготовительная. Заготовка получена методом литья в землю.

005 – слесарная.

010 – токарная. Оборудование: токарный станок 1E61M

Рисунок 2.1 – Операция 010 токарная

015 – токарная с ЧПУ. Оборудование: токарный многооперационный центр MDW-5F

Рисунок 2.2 – Операция 015 токарная с ЧПУ

020 – токарная с ЧПУ. Оборудование: токарный многооперационный центр MDW-5F

Рисунок 2.3 – Операция 020 токарная с ЧПУ

025 – токарная. Оборудование: токарный станок 1E61M

Рисунок 2.4 – Операция 025 токарная

030 – токарная. Оборудование: токарный станок 1E61M

Рисунок 2.5 – Операция 030 токарная

035 – токарная с ЧПУ. Оборудование: токарный многооперационный центр MDW-5F

Рисунок 2.6 – Операция 035 токарная с ЧПУ

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						12
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



040 – комбинированная. Оборудование: многоцелевой станок с ЧПУ ИР-320.

Рисунок 2.7 – Операция 040 – комбинированная

045 – фрезерная. Оборудование: фрезерный станок 6P13

Рисунок 2.8 – Операция 045 фрезерная

050 – токарная с ЧПУ. Оборудование: токарный многооперационный центр MDW-5F

Рисунок 2.9 – Операция 050 токарная с ЧПУ

055 – фрезерная. Оборудование: фрезерный станок 6P13

Рисунок 2.10 – Операция 055 фрезерная

060 – фрезерная. Оборудование: фрезерный станок 6P13

Рисунок 2.11 – Операция 060 фрезерная

065 – слесарная

070 – контрольная

075 – токарная с ЧПУ. Оборудование: токарный многооперационный центр MDW-5F

Рисунок 2.12 – Операция 075 токарная с ЧПУ

080 – сверлильная. Оборудование сверлильный станок 2Н125.

Рисунок 2.13 – Операция 080 сверлильная

085 – сверлильная. Оборудование сверлильный станок 2Н125.

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

Рисунок 2.14 – Операция 085 сверлильная

090 – слесарная

095 – токарная с ЧПУ. Оборудование: токарный многооперационный центр MDW-5F

Рисунок 2.15 – Операция 095 токарная с ЧПУ

100 – слесарная

105 – термическая

110 – токарная с ЧПУ. Оборудование: токарный многооперационный центр MDW-5F

Рисунок 2.16 – Операция 110 токарная с ЧПУ

115 – токарная с ЧПУ. Оборудование: токарный многооперационный центр MDW-5F

Рисунок 2.17 – Операция 115 токарная с ЧПУ

120 – слесарная

125 – контрольная.

Вывод: в целом действующий технологический процесс подобран верно. Однако, последовательность смены этапов механообработки в структуре маршрутного ТП нетехнологична. Некоторые токарные, фрезерные и сверлильные операции следует объединить в одну в целях сокращения единиц оборудования, что приведет к снижению времени процесса обработки. Считаю данный маршрут обработки удовлетворительным для заданных требований по точности и шероховатости поверхности, технологические базы были выбраны верно и послужат основой для проектного техпроцесса.

Выбранный комплект технологических баз позволяет добиться высокой

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

точности взаимного расположения обрабатываемых поверхностей уже на первых этапах механообработки. Схема базирования заготовки позволяет хорошо отцентрировать её относительно оси вращения при обработке.

В существующем тех.процессе в качестве заготовки используется такой метод литья, как литье в землю. Данный вид литья не соответствует техническим требованиям чертежа, а также не соответствует высокой шероховатостью наружных необрабатываемых поверхностей.

При анализе базового технологического процесса было выявлено несколько недостатков:

- применение устаревшего оборудования снижающего скорость обработки и точность изготовления заданных размеров;
- применение специального приспособления и невозможность его использования при обработке других деталей;
- перемещение детали по операциям занимает много времени из-за группового расположения оборудования.

## 2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса

### 2.2.1.1 Анализ маршрутной карты

В маршрутной технологии анализируемого технологического процесса имеются: названия операций, соответствующих их кодовому номеру и применяемому оборудованию; указаны наименование и марка материала и материала-заменителя изготавливаемой детали, способ получения заготовки. Для всех операций записаны используемые приспособления и инструмент, коэффициент штучного времени, код профессии, количество рабочих, разряд рабочего, количество одновременно обрабатываемых деталей и единица нормирования. Неизвестны данные об объёме производственной партии, подготовительно-заключительное время штучное время. Указаны масса готовой детали и заготовки, норма расхода и коэффициент использования материала.

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

Таким образом, видно, что маршрутные карты оформлены по ГОСТу.

Рисунок 2.18 – Фотографии маршрутных карт действующего технологического процесса

#### 2.2.1.2 Анализ операционных карт

На операционных картах указаны операции и переходы техпроцесса, указаны не все режимы резания для каждой операции. Отсутствуют некоторые операционные карты, отсутствуют ГОСТы на некоторые виды режущего инструмента. В целом представлено подробное описание операций действующего технологического процесса.

Рисунок 2.19 – Фотография операционной карты действующего технологического процесса на операцию 010 токарная

#### 2.2.1.3 Анализ карт эскизов

На операционных эскизах выполнены необходимые виды, на которых выделены обрабатываемые поверхности, указаны технологические базы. Проставлены шероховатость обрабатываемой поверхности и номинальное значение операционного размера с предельными отклонениями, шероховатость обозначена не правильно. Все обрабатываемые поверхности выделены. Все операционные размеры пронумерованы арабскими цифрами, имеют номинальные значения с предельными отклонениями. Обозначение элементов закрепления детали обозначены не по ГОСТу. Многие операции выполняются за один установ, но за несколько технологических переходов, некоторые операции выполняются за несколько установов.

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						16
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Рисунок 2.20– Фотография карты эскизов действующего технологического процесса на операцию 010 токарная

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, технологической оснастки

2.2.2.1 Анализ оборудования

Токарно-винторезный санок модели 1Е61М:

Станок используется неэффективно, применяется на 3 операциях 010 токарная  $T_{шт.} = 31,95$  мин, 025 токарная  $T_{шт.} = 11,12$  мин., 030 токарная  $T_{шт.} = 16,46$  мин. и значительное время простаивает.

Токарно-винторезный санок с ЧПУ модели MDW-5F:

Станок используется эффективно, используется на 8 операциях и значительное время загружен работой, 015 токарная  $T_{шт.} = 32,22$  мин, 020 токарная  $T_{шт.} = 14,7$  мин., 035 токарная  $T_{шт.} = 9,08$  мин, 050 токарная  $T_{шт.} = 16,11$  мин, 075 токарная  $T_{шт.} = 9,08$  мин., 095 токарная  $T_{шт.} = 26,7$  мин., 110 токарная  $T_{шт.} = 15$  мин., 115 токарная  $T_{шт.} = 12,55$  мин.

Фрезерный станок 6P13:

Станок используется неэффективно, применяется на 1 операции 045 фрезерная  $T_{шт.} = 3,47$  мин, 055 фрезерная  $T_{шт.} = 3,92$  мин., 060 фрезерная  $T_{шт.} = 5,92$  мин. и значительное время простаивает.

Сверлильный станок 2Н152:

Станок используется неэффективно, используется на 2 операциях (080 сверлильная  $T_{шт.} = 6,32$  мин, 085 сверлильная  $T_{шт.} = 8,37$  мин) и значительное время простаивает.

Многоцелевой станок ИР-320:

Станок используется крайне неэффективно, используется на 1 операции 040 комбинированная  $T_{шт.} = 13,47$  мин. и значительное время простаивает.

Вывод: Станки используемые в базовом технологическом процессе используются неэффективно при производстве детали «Корпус фрикциона», и

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						17
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

эффективно используется в производстве другой продукции благодаря своей быстрой переналаживаемости.

#### 2.2.2.2 Анализ режущего инструмента

Операция токарной и сверлильной группы. Сверла 2301-0069, 2301-0169, 2301-0046, 2301-0153 ГОСТ 10903-77. Все сверла спиральные с коническим хвостовиком. Сверла нормальной точности с нормальным хвостовиком.

Резцы 2142-0122, 2142-0142, 2142-0105, 2136-0007, 2101-0505, 03147-58, 2136-0008, 9314-5109314-63093, 14-9788118-001, 03103-0465, 2136-0008, 2100-0019, 401-160, 2136-0007, 2101-050503147-589334-5102101-0467, 9412-597, ГОСТ 9795-84. Резцы проходные с пластинками из твердого сплава. Пластины припаиваются к резцу. Пластины с углом врезки в стержень, равным  $10^{\circ}$ , применяют для обработки стали.

Операции фрезерные. Фреза концевая цельная Р6М5К5 9324-6441.

В результате анализа режущего инструмента, применяемый в процессе обработки, видно, что весь инструмент стандартный. Во всех операциях инструмент подобран правильно.

#### 2.2.2.3 Анализ технологической оснастки

Станочным приспособлением в машиностроении называют дополнительное устройство к металлорежущим станкам, предназначенное для базирования и закрепления заготовки, обрабатываемых на этих станках.

Такие приспособления необходимы для закрепления заготовки на станках в требуемом положении относительно режущих инструментов.

Таблица 2.1 – Технологическая оснастка, применяемая в базовом тех. процессе

№ операции	Вид операции	Оснастка
------------	--------------	----------



значениям номинальных размеров, допусков и предельных отклонений составляющих звеньев определяем номинальные размеры, предельные отклонения и поля рассеяния замыкающих звеньев.

Цель анализа: установление фактических значений припусков на обработку, проверка возможности получения размеров детали, непосредственно не выполняемых на операциях; определение погрешностей расположения поверхностей деталей в ходе выполнения процесса обработки и определение путей его совершенствования.

Рисунок 2.21 – Размерный анализ действующего техпроцесса  
2.2.4 Выводы и предложения по разработке проектного техпроцесса

Пользуясь действующим технологическим процессом были выявлены следующие недостатки:

- нерациональный выбор получения заготовки, слишком низкий коэффициент использования металла;
- зажим деталей и их транспортировка осуществляется вручную.
- нерациональное использование оборудования;
- большое количество переустановок за одну операцию, что вызывает повышение трудоемкости.
- индивидуальная станочная оснастка (для каждой операции).
- большое количество универсальных станков (транспортировка заготовки от станка к станку).
- использование режущего инструмента с советских времен (заточка реж. кромок)
- большое количество квалифицированных станочников

При разработке проектного техпроцесса необходимо выполнить следующие

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						20
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		





указан в ПРИЛОЖЕНИИ А.

Рисунок 2.22 – Операция 005 токарная с ЧПУ, 1 установ

Рисунок 2.23 – Операция 005 токарная с ЧПУ, 2 установ

Рисунок 2.24 – Операция 010 координатно-расточная с ЧПУ, 1 установ

Рисунок 2.25 – Операция 010 координатно-расточная с ЧПУ, 2 установ

Рисунок 2.26 – Операция 015 координатно-сверлильная с ЧПУ, 1 установ

Рисунок 2.27 – Операция 015 координатно-сверлильная с ЧПУ, 2 установ

Рисунок 2.28 – Операция 025 расточная с ЧПУ

### 2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Выбор оборудования производится на основе таких данных, как метод обработки, точность и класс частоты, расположение и габаритные размеры детали, эффективность использования станка по мощности, его стоимость.

Для операций 005,010,015,025 выбирается вертикальный многооперационный токарный центр с ЧПУ MULTICUT 500i (рисунок 2.29).

Рисунок 2.29 – Обрабатывающий центр

Многооперационные токарно-фрезерные центры совмещают свойства токарных и фрезерных станков в одном универсальном станке, который позволяет

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

производить комплексную обработку фасонных деталей посредством разных технологий: точение, нарезание резьбы, прорезка, сверление, расстачивание, фрезерование, фрезерование кулачков, огибание зубчатых колес, шлифование и измерение.

Станки в стандартном исполнении оснащены осью В, позволяющей осуществлять внецентровое сверление и фрезерование по пяти координатам.

Станок в исполнении MULTICUT 500 i (с левым шпинделем) дает возможность производить комплексную обработку деталей с двух сторон.

Исполнение станка: Т исполнение с правым шпинделем.

Сочетание синхронизированных движений главного и инструментального шпинделя удовлетворит почти все технологические требования по:

- точению,
- нарезке резьбы,
- сверлению,
- фрезерованию,
- фрезерованию зубчатых колес,
- долблению канавок,
- шлифовке и измерению, включая возможности обработки тонких валов и использованием люнета.

Таблица 2.2 – Технические параметры

Наименование параметра.	Значение
Задняя бабка:	
Диапазон прижимного усилия, кН	3,2-28,6
Задняя бабка: Ход пиноли, мм	170
Задняя бабка: Полости пиноли	Мо6
Ход люнета в оси Z3, мм	1 218
Время автоматической смены инструмента, с	3
Максимальный диаметр инструмента	
соседняя ячейка занятая/незанятая, мм	90/130





- изготовление трубопроводов из нержавеющей стали;
- счетчик рабочих часов;
- программируемый таймер на неделю;
- съемная корзина с тележкой на колесах.

Рисунок 2.30 – Моечная машина MAGIDO

### 2.3.3 Выбор исходной заготовки

При выборе способа получения заготовки необходимо стремиться к максимальному приближению формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали и снижению трудоемкости последующей механической обработки. При этом тот или иной способ получения заготовки предопределяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью ее изготовления. Анализ рабочего чертежа показывает, что значительное число наружных поверхностей детали не подвергается механической обработке резанием и может быть сформировано уже на стадии изготовления заготовки.

Заготовка корпуса может получаться не только в результате применения различных технологических процессов (литья,ковки,штамповки и др.), но и несколькими различными вариантами одного и того же технологического метода. При выборе конкретного метода получения заготовки определяющими являются обеспечение заданной чертежом детали точности и чистоты поверхности, не подвергаемой дальнейшей механической обработке, и экономичность ее изготовления.

С учетом обеспечения требуемых чертежом показателей точности и шероховатости необрабатываемых поверхностей детали заготовка корпуса может быть получена методом горячей объемной штамповки в закрытых разъемных штампах. Однако, для реализации этого процесса с учетом массы штампуемой

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26







Величина давления прессования ограничивается обычно величиной усилия запирающей машины, которое должно превышать давление, оказываемое металлом на подвижную матрицу ( $pF$ ). Поэтому большой интерес приобретает локальная подпрессовка толстостенных отливок, известная под названием «Асигай-процесс». Малая скорость впуска металла в полость пресс-форм через питатели большого сечения и эффективная подпрессовка кристаллизующейся расплава с помощью двойного плунжера позволяют получать плотные отливки.

Для предохранения рабочей поверхности пресс-форм от налипания и эрозионного воздействия расплава, уменьшения трения при извлечении стержней и облегчения извлечения отливок пресс-формы подвергают смазке. Для этой цели используют жирные (масло с графитом или алюминиевой пудрой) или водные (растворы солей, водные препараты на основе коллоидального графита) смазки.

Рисунок 2.31 – Заготовка детали «Корпус фрикциона»

#### 2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

План операций и переходов техпроцесса составлен согласно его маршруту:

000 Заготовительная

На данной операции осуществляется транспортировка заготовок со склада непосредственно на участок механической обработки.

005 Токарная с ЧПУ(2 установка);

Таблица 2.3 – Операция 005, 1 установка

№ пере хода	Операция	Инструмент
1	Подрезать торец в размер 141 мм	Резец проходной с СМП марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 17784-86

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

2	Расточить отверстие до Ø20 мм, выдерживая размер 55 мм	Резец расточной с СМП марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 18882-73
3	Расточить галтель до Ø35 мм, выдерживая размеры 46, 22, R2	Резец расточной с СМП (R2) марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 18882-73
4	Расточить отверстие под резьбу M22 на длину 44 мм	Резец расточной с СМП марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 18882-73
5	Расточить фаску 3×45°	
6	Расточить отверстие до Ø22,2 H11 на длину 6 мм	
7	Расточить отверстие до Ø26H11 на длину 3,5 мм	
8	Нарезать резьбу M22×1,5-6H	
9	Расточить фаску 2×45°	
10	Расточить канавку Ø24, выдерживая размеры 0,3 ; 60°	Резец расточной с СМП (60°) марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 18882-73

Таблица 2.4 – Операция 005, 2 установ

№ пере хода	Операция	Инструмент
1	Подрезать торец в размер 138 мм	Резец проходной с СМП марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 17784-86
2	Расточить отверстие до Ø29 мм на длину 70 мм	Резец расточной с СМП марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 ГОСТ 18882-73
продолжение таблицы 2.4		
3	Расточить галтель до Ø37 мм выдерживая размеры 85, 17, R2	Резец расточной с СМП (R2) марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 18882-73
4	Расточить выступ R0,3 на глубину 0,5	Резец расточной с СМП марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 18882-73
5	Расточить фаску 2×30°	

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

6	Расточить канавку $\varnothing 31,6 \times 1,3$ , выдерживая размер 38	Резец расточной с СМП (шириной 1,3) марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 18882-73
7	Расточить отверстие до $\varnothing 31,5$ мм на длину 30 мм	Резец расточной с СМП марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 18882-73
8	Расточить отверстие до $\varnothing 37$ мм на длину 5 мм	
9	Расточить фаску $2 \times 45^\circ$	
10	Расточить отверстие под резьбу М33 на длину 8 мм	
11	Расточить отверстие до $\varnothing 33,2$ мм на длину 6 мм	
12	Расточить отверстие до $\varnothing 37$ мм на длину 3,5 мм	
13	Нарезать резьбу М33×1,5-6Н	Резец расточной резьбовой с СМП марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 18882-73
14	Расточить канавку $\varnothing 35$ , выдерживая размеры 0,3 ; $60^\circ$	Резец расточной с СМП ( $60^\circ$ ) марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 18882-73

Таблица 1.5 – Операция 010

№ пере хода	Операция	Инструмент
1	Заверить торец в размер 36 мм	Фреза коцевая марки SANDVIK COROMANT $\varnothing 50$ мм
продолжение таблицы 2.5		
2	Расфрезеровать отверстие под резьбу М16×1,5-6Н	Фреза концевая марки SANDVIK COROMANT $\varnothing 10$ мм
3	Расфрезеровать отверстие до $\varnothing 16,2$ на глубину 5,5 мм	
4	Расфрезеровать отверстие до $\varnothing 20$ на глубину 3 мм	
5	Снять фаску $1 \times 45^\circ$	Фреза фасонная концевая марки SANDVIK COROMANT $\varnothing 10 \times 45^\circ$

6	Фрезеровать резьбу M16×1,5-6H	Сверло-резьбофреза марки SANDVIK COROMANT Ø10 мм
7	Расточить канавку Ø18, выдерживая размеры 0,3 ; 60°	Резец расточной с СМП (60°) марки SANDVIK COROMANT
8	Заверить торец в размер 52 мм	Фреза концевая марки SANDVIK COROMANT Ø50 мм
9	Расфрезеровать отверстие до Ø20	Фреза концевая марки SANDVIK COROMANT Ø10 мм
10	Расфрезеровать отверстие до Ø28	
11	Расфрезеровать галтель до Ø36 мм выдерживая размеры 30, 12, R2	Фреза грибковая фасонная марки SANDVIK COROMANT Ø25×5×R2
12	Расфрезеровать нижний радиус галтели до Ø36 мм выдерживая размеры 30, 12	Фреза грибковая марки SANDVIK COROMANT Ø25×5
13	Расточить выступ R0,3 на глубину 0,5	Фреза концевая фасонная марки SANDVIK COROMANT Ø12×10×R0,3
14	Расфрезеровать отверстие до Ø34 на глубину 15 мм	Фреза концевая марки SANDVIK COROMANT Ø20 мм
15	Расфрезеровать канавку Ø35×1,5	Фреза грибковая марки SANDVIK COROMANT Ø25×1,5
16	Расфрезеровать отверстие под резьбу M36×1,5-6H на глубину 7 мм	Фреза концевая марки SANDVIK COROMANT Ø20 мм
17	Фрезеровать резьбу M36×1,5-6H	Сверло-резьбофреза марки SANDVIK COROMANT Ø10 мм
18	Поворот детали на 180°	
19	Заверить левый торец в размер 36 мм	Фреза коцевая марки SANDVIK COROMANT Ø50 мм
20	Расфрезеровать отверстие под резьбу M16×1,5-6H	Фреза концевая марки SANDVIK COROMANT Ø10 мм
21	Расфрезеровать отверстие до Ø16,2 на глубину 5,5 мм	
22	Расфрезеровать отверстие до Ø20 на глубину 3 мм	
продолжение таблицы 2.5		
23	Снять фаску 1×45°	Фреза фасонная концевая марки SANDVIK COROMANT Ø10×45°
24	Фрезеровать резьбу M16×1,5-6H	Сверло-резьбофреза марки SANDVIK COROMANT Ø10 мм
25	Расточить канавку Ø18, выдерживая размеры 0,3 ; 60°	Резец расточной с СМП (60°) марки SANDVIK COROMANT
26	Заверить правый торец в размер 36 мм	Фреза коцевая марки SANDVIK COROMANT Ø50 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР

Лист

32

27	Расфрезеровать отверстие под резьбу M16×1,5-6H	Фреза концевая марки SANDVIK COROMANT Ø10 мм
28	Расфрезеровать отверстие до Ø16,2 на глубину 5,5 мм	
29	Расфрезеровать отверстие до Ø20 на глубину 3 мм	
30	Снять фаску 1×45°	Фреза фасонная концевая марки SANDVIK COROMANT Ø10×45°
31	Фрезеровать резьбу M16×1,5-6H	Сверло-резьбофреза марки SANDVIK COROMANT Ø10 мм
32	Расточить канавку Ø18, выдерживая размеры 0,3 ; 60°	Резец расточной с СМП (60°) марки SANDVIK COROMANT
33	Поворот детали на 45°	
34	Центровать 2 отверстия, выдерживая размеры 9; 10 мм	Центровка SANDVIK COROMANT Ø0,5 мм
35	Сверлить 2 отверстия Ø1,5, выдерживая размеры 9; 10 мм	Сверло SANDVIK COROMANT Ø1,5 мм
36	Поворот детали на -90°	
37	Центровать 2 отверстия, выдерживая размеры 9; 10 мм	Центровка SANDVIK COROMANT Ø0,5 мм
38	Сверлить 2 отверстия Ø1,5, выдерживая размеры 9; 10 мм	Сверло SANDVIK COROMANT Ø1,5 мм
39	Поворот детали на 180°	
40	Центровать 2 отверстия, выдерживая размеры 9; 10 мм	Центровка SANDVIK COROMANT Ø0,5 мм
41	Сверлить 2 отверстия Ø1,5, выдерживая размеры 9; 10 мм	Сверло SANDVIK COROMANT Ø1,5 мм
42	Поворот детали на 45°	
43	Центровать 2 отверстия, выдерживая размеры 9; 10 мм	Центровка SANDVIK COROMANT Ø0,5 мм
44	Сверлить 2 отверстия Ø1,5, выдерживая размеры 9; 10 мм	Сверло SANDVIK COROMANT Ø1,5 мм

Таблица 2.6 – Операция 015, 1 установ

№ пере хода	Операция	Инструмент
1	Центровать 10 отверстий с каждым поворотом детали, выдерживая размеры 24 мм; 45°	Центровка SANDVIK COROMANT Ø1,5 мм

2	Сверлить 10 отверстий Ø10 с каждым поворотом детали, выдерживая размеры 24 мм; 45°	Сверло SANDVIK COROMANT Ø10 мм
---	--	--------------------------------

Таблица 2.7 – Операция 015, 2 установ

№ пере хода	Операция	Инструмент
1	Центровать 2 отверстия, выдерживая размер 32мм	Центровка SANDVIK COROMANT Ø1 мм
2	Сверлить 2 отверстия под резьбу УТ6, выдерживая размеры 32, 18	Сверло SANDVIK COROMANT Ø5 мм
3	Рассверлить 2 отверстия до Ø7, выдерживая размеры 32, 2, 1×45°	Зенковка SANDVIK COROMANT Ø7 мм
4	Нарезать резьбу УТ6 2 отверстий, выдерживая размеры 32, 16	Метчик SANDVIK COROMANT УТ6×1 мм

#### 020 Термическая

На данной операции деталь подвергается закалке с последующим охлаждением на воздухе. Твердость детали должна соответствовать НВ не менее 100 единиц.

Таблица 2.8 – Операция 025

№ пере хода	Операция	Инструмент
1	Расточить отверстие до Ø30 Н8 <sup>+0,033</sup> выдерживая размеры 71, 37	Резец расточной с СМП марки SANDVIK COROMANT с державкой 16×16 мм ГОСТ 18882-73

#### 030 Слесарная

На данной операции снимаются заусенцы и острые кромки с детали, калибруется резьба, также для прочистки отверстий деталь обдувается сжатым воздухом.

#### 035 Моечная

На данной операции с детали удаляются остатки СОЖ, стружки, деталь

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР					

принимает товарный вид.

040 Контрольная.

На данной операции контролируются все размеры и технические требования согласно чертежу детали.

### 2.3.5. Размерный анализ проектного техпроцесса

При расчете размерной цепи решается обратная задача, то есть по известным значениям номинальных размеров, допусков и предельных отклонений составляющих звеньев определяем номинальные размеры, предельные отклонения и поля рассеяния замыкающих звеньев.

Цель анализа: установление фактических значений припусков на обработку, проверка возможности получения размеров детали, непосредственно не выполняемых на операциях; определение погрешностей расположения поверхностей деталей в ходе выполнения процесса обработки и определение путей его совершенствования.

Припуски на механическую обработку умеренные и позволяют без затруднений обрабатывать деталь.

### Рисунок 2.32 – Размерный анализ проектного техпроцесса 2.3.6 Расчёт режимов резания и норм времени

Расчет режимов резания и норм времени составлен согласно маршруту технологического процесса детали «Корпус фрикциона».

Операция 005. Токарная с ЧПУ. 1 Установ

1 Переход: Точить торец шероховатостью  $Ra=6,3$  мкм начерно в один проход табличным методом:

На станке используют резцы с сечением державки  $16 \times 16$  мм. Исходя из

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

условий обработки принимается ромбическая форма пластины для черновой и получистовой стадий. Материал пластин: Т15К6. Способ крепления пластин: клин – прихватом.

Углы в плане:  $\varphi = 40^\circ$ ,  $\varphi_1 = 15^\circ$ . Находятся остальные геометрические параметры. Черновая и получистовая стадии: задний угол  $\alpha = 7^\circ$ , передний угол  $\gamma = -5^\circ$ , форма передней поверхности, радиус скругления режущей кромки  $\rho = 0,04$  мм, радиус вершины резца  $r_b = 1$  мм. Определяется нормативный период стойкости  $T = 30$  мин и толщину пластины  $h = 6,0$  мм.

### 5) Выбор подачи

Подача для черновой стадии:

$$S_0 = S_{OT} \cdot K_{su} \cdot K_{sp} \cdot K_{s\delta} \cdot K_{sh} \cdot K_{sl} \cdot K_{sn} \cdot K_{s\varphi} \cdot K_{sj} \cdot K_{SM}; \quad (1)$$

где  $S_{OT}$  – рекомендуемое табличное значение,  $S_{OT} = 1,30$  мм/об;

$K_{su}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от инструментального материала;  $K_{su} = 1, 15$ ;

$K_{sp}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от способа крепления пластины;  $K_{sp} = 1, 0$ ;

$K_{s\delta}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от сечения державки резца,  $K_{s\delta} = 1, 0$ ;

$K_{sh}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от прочности режущей части,  $K_{sh} = 1, 0$ ;

$K_{sn}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от состояния поверхности заготовки,  $K_{sn} = 0, 85$ ;

$K_{s\varphi}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от геометрических параметров резца,  $K_{s\varphi} = 1, 0$ ;

$K_{sj}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от жесткости станка,  $K_{sj} = 0, 7$ ;

$K_{SM}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала,  $K_{SM} = 0, 9$ ;

Окончательная подача черновой стадии

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



$$S_o = 1,3 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 0,6 \text{ мм/об.}$$

Рассчитанная подачи для черновой стадии проверяется по осевой  $P_x$  и радиальной  $P_y$  составляющим сил резания, допустимыми прочностью механизма подач станка.

Составляющие сил резания определяются по формуле:

$$P = P_T \cdot K_{Pm} \cdot K_{P\phi} \cdot K_{P\gamma} \cdot K_{P\lambda}, \quad (2)$$

где  $P_T$  – табличные значения составляющих сил резания,  $P_{Xm} = 1280$  Н,  $P_{Ym} = 450$  Н;

$K_{Pm}$  – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала,  $K_{Pm} = 1, 0$ ;

$K_{P\phi}$  – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного угла в плане,  $K_{P\phi x} = 0,7$ ,  $K_{P\phi y} = 2$ ;

$K_{P\gamma}$  – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного переднего угла,  $K_{P\gamma x} = 1, 5$ ,  $K_{P\gamma y} = 1, 30$ ;

$K_{P\lambda}$  – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от угла наклона кромки,  $K_{P\lambda x} = 0, 9$ ,  $K_{P\lambda y} = 1, 10$ ;

Окончательно составляющие сил резания:

$$P_{Xm} = 1280 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,50 \cdot 0,9 = 1209 \text{ Н.}$$

$$P_{Ym} = 450 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1,30 \cdot 1,10 = 1287 \text{ Н.}$$

Рассчитанные значения составляющих сил резания меньше, чем допускается механизмом подач станка.

б) Выбор скорости резания:

Скорость резания при черновой стадии обработки определяют:

$$V = V_T \cdot K_{Vy} \cdot K_{Vc} \cdot K_{Vo} \cdot K_{Vj} \cdot K_{Vm} \cdot K_{V\phi} \cdot K_{VT} \cdot K_{y_{ж}}; \quad (3)$$

где  $V_T$  – рекомендуемые значения скорости резания для черновой стадии обработки станков с ЧПУ,  $V_m = 950$  м/мин;

$K_{Vy}$  – поправочные коэффициенты в зависимости от инструментального материала,  $K_{VH} = 0,85$ ;

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$K_{v_c}$ - поправочные коэффициенты в зависимости от группы обрабатываемости материала,  $K_{v_c}=0,8$ ;

$K_{v_0}$  - поправочные коэффициенты в зависимости от вида обработки,  $K_{v_0}=1, 0$ ;

$K_{v_j}$ - поправочные коэффициенты в зависимости от жесткости станка,  $K_{v_j}=1$ ;

$K_{v_M}$ - поправочные коэффициенты в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала  $K_{v_M} = 1, 0$ ;

$K_{v_\phi}$  - поправочные коэффициенты в зависимости от геометрических параметров резца для поверхностей,  $K_{v_\phi} = 1, 0$ ;

$K_{v_T}$  - поправочные коэффициенты в зависимости от периода стойкости режущей части,  $K_{v_T}=1, 0$ ;

$K_{v_{жс}}$ - поправочные коэффициенты в зависимости от наличия охлаждения,  $K_{v_{жс}}=1, 0$ ;

Окончательно скорость резания при черновой стадии обработки определяется:

$$V=950 \cdot 0,85 \cdot 0,5 = 400 \text{ м/мин};$$

7) Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D}, \text{ об/мин} \quad (4)$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемой поверхности;

$$n = \frac{1000 \cdot 400}{3,14 \cdot 60} = 2123 \text{ об/мин},$$

Принимается частота вращения, которая имеется на станке,

$$n\phi = 2000 \text{ об/мин}.$$

Фактическая скорость резания будет,  $V\phi=470$  м/мин.

8) Проверка выбранных режимов по мощности привода главного

движения: Для черновой стадии обработки табличная мощность резания определяется аналогично табличной скорости резания..

$$N_m=6,6 \text{ кВт},$$

Табличная мощность резания корректируется по формуле:

$$N = N_T \cdot K_T \cdot \frac{v_\phi}{v_T}, \text{ кВт} \quad (5)$$

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

где  $K_n$  – поправочный коэффициент,  $K_n=1,0$ ;

$$N = 6,6 \cdot 1 \cdot \frac{400}{950} = 2,77 \text{ кВт},$$

9) Определение минутной подачи:

Минутная подача рассчитывается по формуле:

$$S_M = n_\phi \cdot S_{o,m} \quad (6)$$

$$S_M = 600 \cdot 0,5 = 300 \text{ мм/мин.}$$

$$S_M = 500 \cdot 0,30 = 150 \text{ мм/мин.}$$

10) Определяется машинное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{мин} \quad (7)$$

где  $L$  – длина рабочего хода

$$L = l + l_\phi + l_n,$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности ( $l=40$  мм);

$l_\phi$  – длина врезания,  $l_\phi=2$  мм;

$l_n$  – длина перебега, т.к. у нас обрабатывается шейка и резец упирается в торчик, то  $l_n=0$  мм.

$$L = 2 + 40 = 42 \text{ мм};$$

$i$  – число проходов

$$T_0 = \frac{42 \cdot 1}{2000 \cdot 0,5} = 0,42 \text{ мин};$$

$$T_M = T_0 \cdot 0,2 \text{ мин}; \quad (8)$$

$$T_M = 0,042 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ мин};$$

Аналогично определяются режимы резания и нормы времени для последующих переходов:

Таблица 2.9 – Значения режимов резания для 1-го установка 005 операции

№ перехода	Диаметр обрабатываемой поверхности	Проходы	Параметры						
			$T_0$ , мин	$t$ , мм.	$S$ , мм/о	$V_{рез.}$ , м/мин	$N_{рез.}$ , кВт	$n$ , б/мин.	

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

	и/Длина обработки, мм							
1	Ø40/3	чистовой	0,42	3	0,5	400	2,77	2000
2	Ø20/3,5	чистовой	0,5	2,5	0,5	400	2,77	2000
3	Ø35/22	чистовой	0,7	2	0,5	400	2,77	2000
4	Ø21/20	чистовой	0,45	1,5	0,7	390	2,77	1800
5	3×45°	чистовой	0,3	3	0,5	400	2,77	2000
6	Ø22,2/6	черновой	0,5	1	0,5	400	2,77	2000
		чистовой	0,3	0,1	0,5	400	2,77	2000
7	Ø26/3,5	черновой	0,5	1,5	0,5	400	2,77	2000
		чистовой	0,3	0,4	0,5	400	2,77	2000
8	M22/16	чистовой	0,7	0,75	1	400	2,77	2000
9	2×45°	чистовой	0,2	2	0,5	400	2,77	2000
10	Ø24/0,3	чистовой	0,35	0,3	0,3	400	2,77	2000

#### Операция 005. Токарная с ЧПУ. 2 Установ

1 Переход: Точить торец шероховатостью  $Ra=6,3$  мкм начерно в один проход табличным методом:

На станке используют резцы с сечением державки  $16 \times 16$  мм. Исходя из условий обработки принимается ромбическая форма пластины для черновой и получистовой стадий. Материал пластин: Т15К6. Способ крепления пластин: клин – прихватом.

Углы в плане:  $\varphi = 40^\circ$ ,  $\varphi_1 = 15^\circ$ . Находим остальные геометрические параметры. Черновая и получистовая стадии: задний угол  $\alpha = 7^\circ$ , передний угол  $\gamma = -5^\circ$ , форма передней поверхности, радиус скругления режущей кромки  $\rho = 0,04$  мм, радиус вершины резца  $r_b = 1$  мм. Определяется нормативный период стойкости  $T = 30$  мин и толщину пластины  $h = 6,0$  мм.

#### 5) Выбор подачи

Подача для черновой стадии:

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР

$$S_0 = S_{OT} \cdot K_{su} \cdot K_{sp} \cdot K_{s\delta} \cdot K_{sh} \cdot K_{sl} \cdot K_{sn} \cdot K_{s\varphi} \cdot K_{sj} \cdot K_{SM};$$

где  $S_{OT}$  – рекомендуемое табличное значение,  $S_{OT} = 1,30$  мм/об;

$K_{su}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от инструментального материала;  $K_{su} = 1, 15$ ;

$K_{sp}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от способа крепления пластины;  $K_{sp} = 1, 0$ ;

$K_{s\delta}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от сечения державки резца,  $K_{s\delta} = 1, 0$ ;

$K_{sh}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от прочности режущей части,  $K_{sh} = 1, 0$ ;

$K_{sn}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от состояния поверхности заготовки,  $K_{sn} = 0, 85$ ;

$K_{s\varphi}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от геометрических параметров резца,  $K_{s\varphi} = 1, 0$ ;

$K_{sj}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от жесткости станка,  $K_{sj} = 0, 7$ ;

$K_{SM}$  – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала,  $K_{SM} = 0, 9$ ;

Окончательная подача черновой стадии

$$S_0 = 1,3 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 0,6 \text{ мм/об.}$$

Рассчитанная подачи для черновой стадии проверяется по осевой  $P_x$  и радиальной  $P_y$  составляющим сил резания, допустимыми прочностью механизма подач станка.

Составляющие сил резания определяются по формуле:

$$P = P_T \cdot K_{p_m} \cdot K_{p_\varphi} \cdot K_{p_\gamma} \cdot K_{p_\lambda},$$

где  $P_T$  – табличные значения составляющих сил резания,  $P_{x_m} = 1280$  Н,  $P_{y_m} = 450$  Н;

$K_{p_m}$  – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала,  $K_{p_m} = 1, 0$ ;

$K_{p_\varphi}$  – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

зависимости от главного угла в плане,  $K_{P\phi x}=0,7$ ,  $K_{P\phi y}=2$ ;

$K_{P\gamma}$  – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного переднего угла,  $K_{P\alpha x}=1,5$ ,  $K_{P\alpha y}=1,30$ ;

$K_{P\lambda}$  – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от угла наклона кромки,  $K_{P\lambda x}=0,9$ ,  $K_{P\lambda y}=1,10$ ;

Окончательно составляющие сил резания:

$$P_{Xm}=1280 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,50 \cdot 0,9=1209 \text{ Н.}$$

$$P_{Ym}=450 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1,30 \cdot 1,10=1287 \text{ Н.}$$

Рассчитанные значения составляющих сил резания меньше, чем допускается механизмом подачи станка.

б) Выбор скорости резания:

Скорость резания при черновой стадии обработки определяют:

$$V = V_T \cdot K_{V_y} \cdot K_{V_c} \cdot K_{V_o} \cdot K_{V_j} \cdot K_{V_M} \cdot K_{V\phi} \cdot K_{V_T} \cdot K_{V_{\lambda c}};$$

где  $V_T$  – рекомендуемые значения скорости резания для черновой стадии обработки станков с ЧПУ,  $V_m=950$  м/мин;

$K_{V_y}$  – поправочные коэффициенты в зависимости от инструментального материала,  $K_{V_H}=0,85$ ;

$K_{V_c}$  – поправочные коэффициенты в зависимости от группы обрабатываемости материала,  $K_{V_c}=0,8$ ;

$K_{V_o}$  – поправочные коэффициенты в зависимости от вида обработки,  $K_{V_o}=1,0$ ;

$K_{V_j}$  – поправочные коэффициенты в зависимости от жесткости станка,  $K_{V_j}=1$ ;

$K_{V_M}$  – поправочные коэффициенты в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала  $K_{V_M}=1,0$ ;

$K_{V\phi}$  – поправочные коэффициенты в зависимости от геометрических параметров резца для поверхностей,  $K_{V\phi}=1,0$ ;

$K_{V_T}$  – поправочные коэффициенты в зависимости от периода стойкости режущей части,  $K_{V_T}=1,0$ ;

$K_{V_{\lambda c}}$  – поправочные коэффициенты в зависимости от наличия охлаждения,  $K_{V_{\lambda c}}=1,0$ ;

Окончательно скорость резания при черновой стадии обработки определяется:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$$V=950 \cdot 0,85 \cdot 0,5 = 400 \text{ м/мин};$$

7) Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D}, \text{ об/мин}$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемой поверхности;

$$n = \frac{1000 \cdot 400}{3,14 \cdot 60} = 2123 \text{ об/мин},$$

Принимается частота вращения, которая имеется на станке,

$$n_{\phi} = 2000 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания будет,  $V_{\phi} = 470$  м/мин.

8) Проверка выбранных режимов по мощности привода главного движения: Для черновой стадии обработки табличная мощность резания определяется аналогично табличной скорости резания..

$$N_m = 6,6 \text{ кВт},$$

Табличная мощность резания корректируется по формуле:

$$N = N_T \cdot K_T \cdot \frac{v_{\phi}}{v_T}, \text{ кВт}$$

где  $K_n$  – поправочный коэффициент,  $K_n = 1,0$ ;

$$N = 6,6 \cdot 1 \cdot \frac{400}{950} = 2,77 \text{ кВт},$$

9) Определение минутной подачи:

Минутная подача рассчитывается по формуле:

$$S_M = n_{\phi} \cdot S_o, \text{ м}$$

$$S_M = 600 \cdot 0,5 = 300 \text{ мм/мин.}$$

$$S_M = 500 \cdot 0,30 = 150 \text{ мм/мин.}$$

10) Определяется машинное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ мин}$$

где  $L$  – длина рабочего хода

$$L = l + l_e + l_n,$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности ( $l = 45$  мм);

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$l_g$  – длина врезания,  $l_g=2$  мм;

$l_n$  – длина перебега, т.к. у нас обрабатывается шейка и резец упирается в торчик, то  $l_n=0$  мм.

$L=2+45=47$  мм;

$i$  – число проходов

$$T_0 = \frac{47 \cdot 1}{2000 \cdot 0,5} = 0,47 \text{ мин};$$

$$T_M = T_0 \cdot 0,2 \text{ мин};$$

$$T_M = 0,047 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ мин};$$

Аналогично определяются режимы резания и нормы времени для последующих переходов:

Таблица 2.10 – Значения режимов резания для 2-го установка 005 операции

№ перехода	Диаметр обрабатываемой поверхности/Длина обработки, мм	Проходы	Параметры					
			$T_0$ , мин	$t$ , мм.	$S$ , мм/о	$V_{рез.}$ , м/мин	$N_{рез.}$ , кВт	$n$ , б/мин.
1	Ø45/3	чистовой	0,47	3	0,5	400	2,77	2000
2	Ø29/70	чистовой	1,1	2	0,5	400	2,77	2000
3	Ø37/17	чистовой	0,4	2,5	0,5	400	2,77	2000
продолжение таблицы 2.10								
4	R0,5 /0,5	чистовой	0,45	0,5	0,4	320	2,77	1500
5	2×30°	чистовой	0,2	2	0,7	400	2,77	2000
6	Ø31,6/1,3	черновой	0,2	1,8	0,5	400	2,77	2000
7	Ø31,5/30	чистовой	0,35	1,5	0,5	400	2,77	2000
8	Ø37/5	черновой	0,3	2	0,5	400	2,77	2000
9	2×45°	чистовой	0,2	2	0,7	400	2,77	2000



10	Ø32/8	чистовой	0,4	2,5	0,5	400	2,77	2000
11	Ø33,2/6	черновой	0,2	1,8	0,5	400	2,77	2000
		чистовой	0,15	0,2	0,3	400	2,77	2000
12	Ø37/3,5	черновой	0,2	1,5	0,5	400	2,77	2000
		чистовой	0,15	0,3	0,3	400	2,77	2000
13	M33/8	чистовой	0,5	0,5	1	400	2,77	2000
14	Ø35/0,3	чистовой	0,4	1	0,3	400	2,77	2000

В итоге  $T_0$  на операцию 005 токарная составит  $5,22+5,67=10,89$  минут

Операция 010. Координатно-расточная с ЧПУ.

Фрезеровать поверхность в размер 36 на глубину 3 мм.

При расчете подачи используем глубину срезаемого слоя:  $t=3,0$  мм.

Подача на зуб для получистовой стадии обработки найдем по формуле.

$$S_{zT} = C_z \cdot D^{ns1} \cdot t^{ns2} \quad (9)$$

где для сплава АК6ПП

$C_z = 0,021$  – коэффициент;

$ns1 = 0,62$ ;  $ns2 = -0,26$ ;

$D$  – диаметр фрезы,  $D = 50$  мм.

$$S_{zT} = 0,021 \cdot 20^{0,62} \cdot 1,065^{-0,26} = 0,3 \text{ мм/зуб}$$

Поправочные коэффициенты на подачу:

$$K_{sm} = C_{s1} \cdot (HB)^{ms1} = 1277 \cdot 240^{-0,95} = 7,0 \text{ – коэффициент, зависящий от твердости}$$

обрабатываемого материала;

$K_{cp} = 1,0$  – коэффициент, зависящий от способа крепления пластины;

$K_{sc} = 0,5$  – коэффициент, зависящий от схемы установки фрезы;

$K_{su} = 1,0$ ;

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$K_{sg} = 1,0;$$

$K_{s\varphi} = 1,15$  – коэффициент, учитывающий главный угол в плане  $45^\circ$

$$S_z = 0,3 \cdot 7,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ мм/зуб}$$

Скорость резания при фрезеровании:

$$V_T = C_v \cdot t^{nv1} \cdot S_z^{nv2} \quad (10)$$

где для сплава АК6ПП

$$C_v = 150;$$

$$nv1 = -0,084; \quad nv2 = 0,225.$$

$$V_T = 150 \cdot 2^{-0,084} \cdot 1,5^{+0,225} = 210 \text{ м/мин}$$

Поправочные коэффициенты на скорость:

$$K_{sm} = C_{s1} \cdot (HB)^{vs1} = 1837,17 \cdot 240^{-1,3} = 1,48$$

$K_{vH} = 1,0$  – коэффициент, зависящий от материала режущей части фрезы;

$K_{vm} = 1,0$  – коэффициент, зависящий от состояние поверхности заготовки;

$$K_{s\varphi} = C_{v1} \cdot \varphi^{mv1} = 3,241 \cdot 45^{-0,285} = 1,09;$$

$$K_{sg} = C_{v1} \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^{mvs} = 4,1956 \cdot 5,22^{-0,3236} = 2,46 \text{ – коэффициент, учитывающий отношение}$$

ширины фрезерования к диаметру.

$K_{vT} = C_{vo} \cdot T^{mv6} = 4,1956 \cdot 9^{-0,3522} = 0,6$  – коэффициент, учитывающий период стойкости режущей части инструмента;

$K_{vp} = 1,0$  – коэффициент, зависящий от способа крепления пластины;

$K_{vжс} = 1,0$  – фрезерование производится с охлаждением.

$$V = 210 \cdot 1,48 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,09 \cdot 2,46 \cdot 0,1 \cdot 1,0 = 226 \text{ м/мин}$$

Принимается  $V=226$  м/мин.

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{226 \cdot 1000}{3,14 \cdot 50} = 1839 \text{ мм/об} \quad (11)$$

Принимается  $n=2000$  мм/об.

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$S_m = S_z \cdot n = 1,5 \cdot 2000 = 3000 \text{ мм/мин} \quad (12)$$

Мощность резания:

$$N_T = C_N \cdot t^{nN1} \cdot S_z^{nN2} \quad (13)$$

где для сплава АК6ПП

$$C_N = 3,067;$$

$$nN1 = 0,829, \quad nN2 = 0,225;$$

$$N_T = 3,067 \cdot 1,065^{0,829} \cdot 2^{0,225} = 3,5 \text{ кВт}$$

Поправочные коэффициенты на мощность:

$K_{Nm} = C_{N1} \cdot (HB)^{vN1} = 0,0089 \cdot 240^{0,626} = 0,28$  – коэффициент, зависящий от твердости обрабатываемого материала;

$$K_{N\phi} = C_{N2} \cdot \phi^{mN1} = 0,315 \cdot 45^{-0,288} = 0,94;$$

$$C_{NB} = C_{N3} \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^{mN3} = 1,507 \cdot 5,22^{1,086} = 6,07.$$

$$N = 3,5 \cdot 0,28 \cdot 0,94 \cdot 6,07 = 5,5 \text{ кВт}$$

Мощность двигателя станка – 25кВт, следовательно, использование данных режимов резания возможно.

Определяется основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ мин}$$

где  $L$  – длина рабочего хода

$$L = l + l_g + l_n,$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности ( $l=27$ );

$l_g$  – длина врезания,  $l_g=2$  мм;

$l_n$  – длина перебега, т.к. у нас обрабатывается шейка и резец упирается в торчик, то  $l_n=0$  мм.

$$L = 2 + 27 = 29 \text{ мм};$$

$i$  – число проходов

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_0 = \frac{29 \cdot 1}{2000 \cdot 0,3} = 0,48 \text{ мин};$$

$$T_M = T_0 \cdot 0,2 \text{ мин}$$

$$T_M = 0,48 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ мин};$$

Аналогично определяются режимы резания и нормы времени для последующих переходов 010 операции:

Таблица 2.11 – Значения режимов резания для 010 операции

№ перехода	Размер обрабатываемой поверхности и/Длина обработки, мм	Проходы	Параметры					
			T <sub>0</sub> , мин	t, мм.	S, мм/о	V <sub>рез.</sub> , м/мин	N <sub>рез.</sub> , кВт	n, б/мин.
1	36/27	чистовой	0,48	3	0,3	226	5,5	2000
2	Ø14,5/20	чистовой	0,34	1,5	0,2	220	5,5	2000
3	Ø16,2/5,5	чистовой	0,23	0,85	0,2	220	5,5	2000
4	Ø20/3	чистовой	0,15	1,9	0,15	220	5,5	2000
5	1×45°	чистовой	0,1	1	0,4	220	5,5	2000
6	M16/20	черновой	0,32	0,75	0,25	180	4,9	1500
7	Ø18/0,3	чистовой	0,1	0,15	0,2	220	5,5	2000
8	52/27	черновой	0,5	3	0,3	226	5,5	2000
9	Ø20/5	чистовой	0,2	1,8	0,2	220	5,5	2000
продолжение таблицы 2.11								
10	Ø28/30	чистовой	0,3	2,0	0,2	220	5,5	2000
11	Ø36/30,R2	чистовой	0,45	3,5	0,15	220	5,5	2000
12	Ø36/30	черновой	0,1	3,5	0,15	220	5,5	2000
13	R0,3/0,5	чистовой	0,15	0,25	0,2	226	5,5	2000
14	Ø34/15	чистовой	0,25	1,5	0,2	226	5,5	2000

15	Ø35/1,5	чистовой	0,1	2,0	0,3	220	5,5	2000
16	Ø34,5/7	чистовой	0,2	1,75	0,2	226	5,5	2000
17	M36/7	чистовой	0,18	0,75	0,25	180	4,9	1500
18	-							
19	36/3	чистовой	0,2	2,5	0,3	220	5,5	2000
20	Ø14,5/20	чистовой	0,34	1,5	0,2	220	5,5	2000
21	Ø16,2/5,5	чистовой	0,23	0,85	0,2	220	5,5	2000
22	Ø20/3	чистовой	0,15	1,9	0,15	220	5,5	2000
23	1×45°	чистовой	0,1	1	0,4	220	5,5	2000
24	M16/20	чистовой	0,32	0,75	0,25	180	4,9	1500
25	Ø18/0,3	чистовой	0,1	0,15	0,2	220	5,5	2000
26	36/3	чистовой	0,2	2,5	0,3	220	5,5	2000
27	Ø14,5/20	чистовой	0,34	1,5	0,2	220	5,5	2000
28	Ø16,2/5,5	чистовой	0,23	0,85	0,2	220	5,5	2000
29	Ø20/3	чистовой	0,15	1,9	0,15	220	5,5	2000
30	1×45°	чистовой	0,1	1	0,4	220	5,5	2000
31	M16/20	чистовой	0,32	0,75	0,25	180	4,9	1500
32	Ø18/0,3	чистовой	0,1	0,15	0,2	220	5,5	2000
33	-							
34	2 отв. Ø0,5/0,5	чистовой	0,12	0,25	0,3	180	5,0	1600
35	2 отв. Ø1,5/7	чистовой	0,18	0,5	0,3	180	5,0	1600
36	-							
продолжение таблицы 2.11								
37	2 отв. Ø0,5/0,5	чистовой	0,12	0,25	0,3	180	5,0	1600
38	2 отв. Ø1,5/7	чистовой	0,18	0,5	0,3	180	5,0	1600
39	-							
40	2 отв. Ø0,5/0,5	чистовой	0,12	0,25	0,3	180	5,0	1600

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР

41	2 отв. Ø1,5/7	чистовой	0,18	0,5	0,3	180	5,0	1600
42	-							
43	2 отв. Ø0,5/0,5	чистовой	0,12	0,25	0,3	180	5,0	1600
44	2 отв. Ø1,5/7	чистовой	0,18	0,5	0,3	180	5,0	1600

Таблица 2.12 – Значения режимов резания для 015 операции, 1 установ

№ перехо да	Размер обрабатыва емой поверхност и/Длина обработки, мм	Проходы	Параметры					
			T <sub>0</sub> , мин	t, мм.	S, мм/о	V <sub>рез.</sub> , м/мин	N <sub>рез.</sub> , кВт	n, б/мин.
1	10 отв. Ø1,5/1,5	чистовой	1,0	0,75	0,3	140	3,4	800
2	10 отв. Ø10/5	чистовой	2,0	4,25	0,2	140	3,4	650

Таблица 2.13 – Значения режимов резания для 015 операции, 2 установ

№ перехо да	Размер обрабатыва емой поверхност и/Длина обработки, мм	Проходы	Параметры					
			T <sub>0</sub> , мин	t, мм.	S, мм/о	V <sub>рез.</sub> , м/мин	N <sub>рез.</sub> , кВт	n, б/мин.
1	2 отв. Ø1/1	чистовой	0,4	0,75	0,3	140	3,4	800
продолжение таблицы 2.13								
2	2 отв. Ø5/18	чистовой	0,7	4,25	0,2	140	3,4	650
3	2 отв. Ø7/3	чистовой	0,25	0,75	0,3	140	3,4	650
4	2 отв. УТ6/16	чистовой	0,6	1	0,5	140	3,4	500

Таблица 2.14 – Значения режимов резания для 025 операции

№ перехода	Размер обрабатываемой поверхности и/Длина обработки, мм	Проходы	Параметры					
			$T_0$ , мин	$t$ , мм.	$S$ , мм/о	$V_{рез.}$ , м/мин	$N_{рез.}$ , кВт	$n$ , об/мин.
1	Ø30H8/37	чистовой	1,2	0,5	0,05	226	5,5	2000

Расчет штучного времени и нормирование работ для операции 005

Для станка MULTICUT время смены инструмента  $T = 5$  с. берем из технических характеристик станка.

Окончательно время цикла автоматической работы станка по программе вычисляем по формуле:

$$T_{ЦА} = T_0 + T_{MB}, \text{ мин}, \quad (14)$$

где  $T_0$  – основное время, мин;

$T_{MB}$  – вспомогательное время, мин;

$T_{MB}$  составляет 20 % от  $T_0$

$$T_{MB} = 10,89 \times 0,20 = 2,18$$

$$T_{ЦА} = 10,89 + 2,18 = 13,07 \text{ мин}$$

Определение нормы штучного времени

Норму штучного времени определяем по формуле:

$$T_{шт} = (T_{ЦА} + T_B) \cdot \left( 1 + \frac{a_{мех} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right), \text{ мин}, \quad (15)$$

где  $T_B$  – вспомогательное время, рассчитываемое по формуле:

$$T_B = T_{B_{уст}} + T_{B_{он}} + T_{B_{изм}}, \text{ мин}, \quad (16)$$

где  $T_{B_{уст}}$  – вспомогательное время на установку и снятие детали,  $T_{B_{уст}} = 8$  мин;

$T_{B_{он}}$  – вспомогательное время, связанное с операцией, включает в себя время на включение и выключение станка, проверку возврата инструмента в заданную точку

после обработки, установку и снятие щитка, предохраняющего от разбрызгивания эмульсии;

$T_{B \text{ изм}}$  – вспомогательное время на контрольные измерения,  $T_{B \text{ изм}} = 4$  мин;

$$T_B = 8 + 2 + 4 = 14 \text{ мин};$$

$\left( \frac{a_{\text{мех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}}}{100} \right)$  – коэффициент, учитывающий расход времени на личные

надобности, он равен 0,2;

$$T_{\text{шт}} = (13,07 + 14) \cdot (1 + 0,2) = 32,5, \text{ мин.}$$

Остальные данные рассчитываем и сводим их в таблицу.

Таблица 2.15 – Нормы времени на механическую обработку детали «Корпус клапана»

Операция	$T_0$ , мин	$T_B$ , мин	$T_{\text{шт}}$ , мин
005 Токарная с ЧПУ	10,89	14	32,5
010 Координатно-расточная с ЧПУ	9,33	14	28
015 Координатно-сверлильная с ЧПУ	4,95	10	17,9
025 Расточная с ЧПУ	1,2	5	7,5
Итого	26,37	43	85,9

### 2.3.7 Расчет потребного количества оборудования

#### 2.3.7.1 Определение количества деталей в партии

В серийном производстве количество деталей в партии для одновременного запуска допускается определять упрощенным способом:

$$n = \frac{Na}{F}, \text{ шт} \quad (17)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска деталей, шт;



$a$  – число дней, на которое необходимо иметь запас деталей (периодичность запуска – выпуска);

$F$  – число рабочих дней в году.

Желательно, чтобы в течение месяца было произведено не более трех-четырех запусков партии деталей, этому наиболее соответствует периодичность 5, 10 дней, принимаем периодичность запуска  $a = 10$  дней.

Число рабочих дней в году:

$$F = F_{д.г.} - F_{пр.д.} - F_{вых.д} = 365 - 8 - 104 = 253 \quad (18)$$

Приведенная формула для расчета количества деталей в партии позволяет приближенно определить размер партии, который должен быть в дальнейшем скорректирован с учетом удобства планирования и организации производства. С этой целью размер партии устанавливается исходя из полной загрузки основного оборудования, или основных рабочих мест, в течении целого числа смен.

Периодичность запуска-выпуска изделий:

$a = 10$  дней;

Число рабочих дней в году:

$F = 253$  дней;

Годовая программа выпуска деталей:

В задании на курсовой проект указана годовая программа выпуска изделий, поэтому программу в штуках необходимо вычислить по формуле:

$$N = N_1 m \times \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \text{ шт}, \quad (19)$$

где  $N_1$  – годовая программа выпуска изделий  $N_1 = 3000$  шт.;

$m$  – количество деталей данного наименования на изделие  $m = 1$ ;

$\beta$  – количество деталей, которое необходимо изготовить дополнительно в качестве запасных частей, заданное в процентах от годовой программы; [9, стр.14]

$\beta = 5\%$ , тогда:

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		53

$$N = 3000 \times \left(1 + \frac{5\%}{100}\right) = 3150 \text{ шт} \quad N = 3150 \text{ штук.}$$

Тогда расчетное количество деталей в партии составит:

$$n = \frac{Na}{F} = \frac{3150 \cdot 10}{253} = 124,5 \approx 125 \text{ шт.}$$

### 2.3.7.2 Определение такта выпуска

Величина такта выпуска рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{с}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60}{N}, \text{ мин/шт,} \quad (20)$$

где  $F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч/см, определяются по следующей формуле:

$$F_{\text{д}} = \left[ (F - F_{\text{нр.д.}} - F_{\text{вых.д.}} + F_{\text{раб.суб.}}) \cdot t_{\text{ч.см.}} - t_{\text{сокр.}} \right] \cdot n_{\text{см.}} \cdot \left(1 - \frac{\Pi}{100}\right), \text{ ч/см} \quad (21)$$

где  $F$  – количество дней в году,  $F = 365$ ;

$F_{\text{нр.д.}}$  – количество праздничных дней в году,  $F_{\text{нр.д.}} = 8$ ;

$F_{\text{вых.д.}}$  – количество выходных дней в году,  $F_{\text{вых.д.}} = 104$ ;

$F_{\text{раб.суб.}}$  – количество рабочих суббот в году,  $F_{\text{раб.суб.}} = 1$ ;

$t_{\text{ч.см.}}$  – продолжительность рабочего дня,  $t_{\text{ч.см.}} = 8$  ч;

$t_{\text{сокр.}}$  – количество часов, сокращающих предпраздничные дни,  $t_{\text{сокр.}} = 6$  ч;

$n_{\text{см.}}$  – количество смен,  $n_{\text{см.}} = 1$ ;

$\Pi$  – потери времени на проведение ремонтов, обслуживания, настройки и подналадке оборудования 3%. [9, стр.17]

Определим действительный годовой фонд времени работы оборудования:

$$F_{\text{д}} = \left[ (365 - 8 - 104 + 1) \cdot 8 - 6 \right] \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{3\%}{100}\right) = 1965,22 \text{ ч/см.}$$

$$F_{\text{д}} = 1965 \text{ ч/см.}$$

$N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

В задании на курсовой проект указана годовая программа выпуска изделий,

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

поэтому программу в штуках необходимо вычислить по формуле:

$$N = N_I m \times \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \text{ шт.} \quad [9, \text{стр.21}]$$

где  $N_I$  – годовая программа выпуска изделий  $N_I = 3000$  шт.;

$m$  – количество деталей данного наименования на изделие  $m = 1$ ;

$\beta$  – количество деталей, которое необходимо изготовить дополнительно в качестве запасных частей, заданное в процентах от годовой программы;

$\beta = 5\%$ , тогда:

$$N = 3000 \times \left(1 + \frac{5\%}{100}\right) = 3150 \text{ шт.}$$

Тогда:

$$t_g = \frac{1965 \cdot 60}{3150} = 37,4 \text{ мин/шт.}$$

### 2.3.7.3 Расчет потребного количества оборудования

Производится по каждому типу оборудования по формуле:

$$K_{см.р.} = \frac{t_{шт} \cdot N}{K_B \cdot \Phi_{эф}}, \quad (22)$$

где  $K_{см.р.}$  – расчетное количество станков, которое округляется до ближайшего целого;

$N$  – программа выпуска изделий;

$t_{шт}$  – штучное время, в часах;

$\Phi_{эф}$  – эффективный фонд времени, в часах;

$K_B$  – коэффициент выполнения норм, принимается в пределах 1,05-1,25.

$$K_{см.р.005} = \frac{0,54 \cdot 3000}{1,2 \cdot 1847} = 0,73 \quad \text{принимается 1 станок марки Multicut 500i}$$

$$K_{см.р.010} = \frac{0,46 \cdot 3000}{1,2 \cdot 1847} = 0,62 \quad \text{принимается 1 станок марки Multicut 500i}$$

$$K_{см.р.015} = \frac{0,3 \cdot 3000}{1,2 \cdot 1847} = 0,4 \quad \text{принимается 1 станок марки Multicut 500i}$$

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

$$K_{ст.р 250} = \frac{0,125 \cdot 3000}{1,2 \cdot 1847} = 0,17 \quad \text{принимается 1 станок марки Multicut 500i}$$

$$K_{ст.р общ} = 0,73 + 0,62 + 0,4 + 0,17 = 1,92$$

Всего принимается 2 станка марки Multicut 500i.

#### 2.3.7.4 Использование оборудования по времени

Правильный выбор оборудования определяет его рациональное использование во времени. При выборе станков для разработанного технологического процесса этот фактор должен учитываться таким образом, чтобы исключить их простои, т.е. нужно выбирать станки по производительности. С этой целью определяют наряду с другими технико-экономическими показателями критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности и всех вместе по разработанному технологическому процессу.

Для каждого станка должны быть посчитаны коэффициенты загрузки и коэффициенты использования станка по основному времени.

Коэффициент загрузки станка  $\eta_3$  определяется как отношение расчетного количества станков  $m_p$ , к принятому (фактическому) числу станков  $m_n$  (принимается по 1 станку на каждую операцию):

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_n} \quad (23)$$

В свою очередь расчетное количество станков определяется как отношение штучного времени на данной операции  $T_{шт}$  к такту выпуска  $t_b$ :

$$m_p = \frac{T_{шт}}{t_b} = \eta_3 \quad (24)$$

Таблица 2.16 – Коэффициент загрузки станков

Операции:	Коэффициент загрузки, %:
005	$\eta_3 = (32,5/37,4 \cdot 1) \times 100 = 86,8\%$
010	$\eta_3 = (28/37,4 \cdot 1) \times 100 = 75\%$
015	$\eta_3 = (17,9/37,4 \cdot 1) \times 100 = 47,8\%$

025	$\eta_3 = (7,5/37,4 \cdot 1) \times 100 = 20,5\%$
-----	---

Рисунок 2.32 - График загрузки оборудования

### 2.3.7.5 Использование оборудования по основному времени

Коэффициент использования оборудования по основному времени (технологическому)  $\eta_o$  свидетельствует о доле машинного времени в общем времени работы станка. Он определяется как отношение основного времени к штучно-калькуляционному времени (для серийного производства):

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{шк}} \quad (25)$$

Таблица 2.17 – Коэффициент использования станков по основному времени

Операции:	Коэффициент загрузки, %:
005	$\eta_o = (27/32,5) \times 100 = 83\%$
010	$\eta_o = (21,8/28) \times 100 = 77,8\%$
015	$\eta_o = (14/17,9) \times 100 = 78\%$
025	$\eta_o = (6/7,5) \times 100 = 80\%$

Рисунок 2.33 - График использования оборудования по основному времени

### 2.3.7.6 Использование оборудования по мощности

Этот фактор характеризуется коэффициентом использования оборудования  $\eta_m$ , который представляет собой отношение необходимой мощности на приводе станка  $N_{np}$  к мощности установленного электродвигателя  $N_{cm}$ .

$$\eta_m = \frac{N_{np}}{N_{cm}} \quad (26)$$

Таблица 2.18 – Коэффициент использования станков по мощности.

Операции:	Коэффициент загрузки, %:
-----------	--------------------------

005	$\eta_m = (5,6 / 20) \times 100 = 28\%$
010	$\eta_m = (4,8 / 20) \times 100 = 24\%$
015	$\eta_m = (4,5 / 20) \times 100 = 22,5\%$
030	$\eta_m = (3,6 / 20) \times 100 = 18\%$

Рисунок 2.34 - График использования  
оборудования по мощности

## 2.4 Описание планировки участка

В зависимости от масштаба производства и размера цеха состав отделений может быть различным – некоторые отделения и складские помещения объединяются, в ряде случаев некоторые отделения являются общими для нескольких цехов.

В качестве оборудования для доставки заготовок до места обработки и до складов будут использоваться электротележки, которые просты в управлении и бесшумны. Грузоподъемный кран, установленный на тележке, позволяет снизить трудоемкость погрузочно-разгрузочных работ. Их выгодно использовать в нашем случае, т.к. программа выпуска небольшая, а вес изделия не превышает 20 кг. Грузоподъемность тележки 0,75 т.

Накопители в поточном производстве нам потребуются только для выгрузки заготовок у первого станка и в конце обработки у последнего станка. Для этой цели мы будем использовать тару ящичного типа (ящичные поддоны). В этой же таре заготовки и готовые изделия будут поступать со складов и на склады с помощью электротележек. Ящик с заготовками или деталями грузим на тележки с помощью простейших напольных роботов, которые устанавливаем у первого и последнего станка (грузоподъемность робота до 200 кг; по 12 деталей в партии).

Пустая тара после обработки всех деталей партии будет поступать обратно на склад для загрузки в нее новой партии заготовок. Пустые ящики для заготовок будут доставляться со склада готовых изделий по мере использования готовых изделий в дальнейшем производстве.

Загрузка и выгрузка деталей со станков и на станки будет осуществляться также напольными роботами с грузоподъемностью до 200 кг. Т.е. всего в цехе будет применяться 7 напольных роботов, 1 – у каждого станка и еще 2 для загрузки и выгрузки деталей с тележки и на тележку.

Площадь складочных площадок:

$$S_{cc} = \frac{m_{\Sigma} t}{D \cdot q \cdot K_u}; \quad (27)$$

где:  $m_{\Sigma} = 0,53 \cdot 3000 = 1590$  кг;

$t = 12$  суток (нормативный запас хранения грузов для средних заготовок при среднесерийном производстве);

$D$  – число календарных дней в году ( $D=365$  дней);

$m_{\Sigma} = 0,5 \cdot 3000 = 1500$  кг;

$t = 15$  суток (для средних деталей в среднесерийном производстве);

$q$  – средняя грузонапряженность площади склада  $m/m^2$ ;

Для среднесерийного производства:

$q_3 = 2,8 m/m^2$  (для хранения в стеллажах высотой до 2,5-4м.);

$q_2 = 1,8 m/m^2$ ;

$K_u$  – коэффициент использования площади ( $K_u=0,25$  – при обслуживании электропогрузчиком). [11, стр.127]

Площадь склада заготовок:

$$S_{ck_3} = \frac{1590 \cdot 12}{365 \cdot 2,8 \cdot 0,25} = 18,4 m^2.$$

Площадь склада готовых изделий:

$$S_{ck_2} = \frac{1500 \cdot 15}{365 \cdot 1,8 \cdot 0,25} = 13,7 m^2.$$

Число кладовщиков, обслуживающих склады:

– склад заготовок в среднесерийном производстве:

1 человек на 135 станков.

– склад готовых деталей:

1 человек на 80 производственных рабочих или станков.

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В качестве оборудования для складов применяется электропогрузчик, т.к. программа выпуска небольшая и нет смысла использовать высокие стеллажные конструкции с применением кранов-штабелеров.

Число секций стеллажа:

$$S_{ск} = \frac{\sum Z_{TI}}{Z}; \quad (28)$$

где:  $Z$  – число единиц тары, размещаемой в одной секции выбранного типа стеллажа.

$Z_{TI}$  - число поддонов для размещения необходимого запаса по каждой группе заготовок и деталей:

$$Z_{TI} = \frac{Q_i}{C_{TI}}; \quad (29)$$

где:  $C_{TI}$  - средняя вместимость тары выбранного типа;

$Q_i$  – запас хранения по каждой группе заготовок.

$$Q_i = \frac{m_i \cdot t_i}{365};$$

где:  $m_i$  – масса поступающих за год деталей и заготовок;

$t_i$  – запас хранения (дни).

Т.к. в нашем случае склад будет иметь децентрализованную систему, то их размещение на территории цеха будет следующее:

В начале линии механической обработки предусматривается склад заготовок. Он состоит из одного помещения, т.к. заготовки имеют одинаковую конфигурацию и материал. Для хранения готовых изделий в структуре цеха предусматривается склад готовых изделий.

Т.к. заготовками являются изделия из сплава АК6 ПП то образуются сливная стружка. Она достаточно хорошо удаляется из зоны резания и хорошо транспортируется за пределы станка. Поэтому стружколомающие устройства не понадобятся.

Т.к. программа выпуска в поточном производстве небольшое и цех обслуживает всего 2 станка, то для удаление стружки мы будем применять

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР





2, 3, 4. Станки расположены на одной линии.

Нормы расстояний между станками и от элементов здания цеха:

- от проезда до фронта боковых сторон станков 700 мм,
- относительно друг друга боковыми сторонами 900 мм,
- от колонн до тыльной стороны станка 1200 мм.

На участке размещен автоматизированный склад заготовок и деталей.

В качестве транспортного средства для перемещения стружки к местам сбора выбираем тележки, расположенные около каждого станка под выходом конвейера для удаления стружки со станка. Транспортирование заготовок от станка к станку производится с помощью тележек. Нормы расстояний между станками принимаются равными 900 мм.

Около проезда рядом с колонной располагаются первичные средства пожаротушения: ящик с песком и щит пожарной охраны.

На участке имеется мостовой кран грузоподъемностью 20 тонн для перемещения тяжеловесных грузов, станков.

Общая высота цеха  $H$  определяется по расстоянию от пола до вершины головки кранового рельса  $H_1$  и расстоянию от вершины головки кранового рельса до нижней точки строительной затяжки.

$H_1$  определяется по формуле:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$$

где  $h_1$  - высота наиболее высокого станка в цехе, м;

$h_2$  - расстояние между транспортируемым грузом, поднятым в крайнее верхнее положение, и верхней точкой наиболее высокого станка, м;

$h_3$  - высота наибольшего по размеру перемещаемого груза в транспортном положении, м;

$h_4$  - расстояние от верхней кромки наибольшего по размерам транспортируемого груза до центра кромки крана в верхнем его положении, м;

$h_5$  - расстояние от центра крюка до горизонтальной линии, проходящей через вершину головки рельса, м.

$$H_1 = 2,05 + 0,4 + 2,05 + 1,0 + 0,6 = 6,1 \text{ (м)}.$$

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						62
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Принимаем:  $H_1=6,1$  м,  
 $H=8$  м.

Проектирование складской системы.

На складах, кроме операции хранения и временного накапливания грузов, выполняются внутрискладские разгрузочные, транспортные, погрузочные, сортировочные, комплектовочные и промежуточные перегрузочные операции, а также некоторые технологические операции (подборка технологических комплектов, предмонтажная подготовка, ориентация заготовок на кассетах и спутниках и т.п.).

В состав оборудования складов входят:

1. стеллажи, поддоны, штабелирующее оборудование.

Стеллажные конструкции.

Стеллажи на складах изготавливают в соответствии с ГОСТ 14757-81 "Стеллажи сборно-разборные. Типы, основные параметры и размеры" и ГОСТ 16141-81 "Стеллажи сборно-разборные. Конструкция и размеры"

В соответствии с этими ГОСТ выбираем конструкцию и размеры.

1. тип стеллажа - каркасный.
2. длина ячейки - 950 мм.
3. ширина стеллажа - 1120 мм.
4. высота стеллажа - 3,2 м.
5. нагрузка на ячейку - 250 кг.

Транспортно-складская тара.

Груз (заготовки, полуфабрикаты, готовые детали) поступает на склад в таре, хранится, будучи расфасованными, на относительно мелкие партии и затем отправляются на переработку малыми партиями (единицами складской тары).

В качестве складской тары используется тара – М745-000.

Штабелирующее оборудование.

В качестве штабелирующего оборудования предлагается использовать краны-штабелеры, которые по сравнению с электропогрузчиками обеспечивают складирование грузов в высоких стеллажах (на полную высоту склада), а это

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

обеспечивает высокий коэффициент использования объема склада и высокую автоматизацию складских работ. Выбираем стоечный кран-штабелер, грузоподъемностью до 500 кг, управляемый автоматически от ЭВМ.

Проектирование транспортной системы.

Транспортные средства связывают технологическое оборудование ГПС, ГПУ, цеха в единую производственную линию. С их помощью обеспечивается подача к накопителям станков заготовок и возврат готовых деталей, перемещение обрабатываемых заготовок от одного металлорежущего станка к другому. На данном участке предлагается в качестве транспортного устройства использовать тележки, так как вес заготовки около 1,2 кг.

Персонал.

Для повышения эффективности обслуживания станков с ЧПУ на предприятии должны создаваться определенные организационно-технические условия. Работа по обслуживанию станков с ЧПУ требует совмещения функций оператора и наладчика. Наиболее экономичной и целесообразной формой организации труда на участке станков с ЧПУ является звеньевая, при которой определенная зона обслуживания закрепляется за группой рабочих - звеном. При этом оператор и наладчик имеют ряд общих функций (оперативная наладка оборудования, подналадка станков).

Для автоматизации производства на токарных операциях для установки полуфабриката на станок используется промышленный робот Reviews.

Робот Reviews имеет радиус действия до 1500 мм, полезную нагрузку до 20 кг и высокую точность позиционирования не менее 0.05 мм. Роботы данного модельного ряда включают в себя самые быстрые и ходовые в мире манипуляторы и самый надежный и продаваемый контроллер, основанный на использовании ПК.

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления.

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

Проектируется специальное приспособление на комплексную операцию, операционный эскиз показан на рисунке 3.1.

Рисунок 3.1 – Операционный эскиз заготовки

Закрепление заготовки осуществляется силой  $W$  (рисунок 3.2).

В соответствии с расчётной схемой условие равновесия заготовки при обработке записывается уравнением:

$$\Sigma M_{y0} = k \cdot \Sigma M_{сдв}$$

где  $k$  - коэффициент запаса надёжности закрепления.

Величину сил закрепления можно определить, решая задачу статики на равновесие твёрдого тела, находящегося под действием всех приложенных к нему сил и моментов. К силам, действующим на деталь в процессе обработки, будут относиться:

- силы резания,
- вес детали,
- силы крепления и реакции опор,
- при определенных условиях центробежные и инерционные силы.

Величину сил резания определяют из условий и режимов обработки по формулам теории резания или по нормативам. А так как в процессе обработки эти силы могут изменяться, то для обеспечения надёжности при расчете необходимых сил закрепления их увеличивают на коэффициент запаса  $K$ . Коэффициент запаса  $K$  имеет колебания в широких пределах (от 2 до 7) и может быть определён по формуле:

$$k = k_0 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6, \quad (30)$$

где  $k_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса, для всех случаев обработки

$k_1 = 1,1$  – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на заготовке.

$k_2 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления режущего инструмента в зависимости от метода обработки и материала заготовки.

										Лист
										65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР					

$k_3 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистой обработке.

$k_4 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий изменения зажимного усилия. Для пневматических приводов.

$k_5 = 1,0$  – коэффициент, зависящий от удобства расположения рукояток в ручных зажимных устройствах.

$k_6 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий неопределенность мест контакта плоских базовых поверхностей с плоскими поверхностями.

$$k = 1,5 \times 1,1 \times 1,2 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,98.$$

В данном случае сила зажима  $W$  и сила резания  $P_z$  действуют на установленную деталь в приспособлении во взаимно перпендикулярных направлениях. Уравнение сил, обеспечивающее неизменность положения детали, будет иметь следующий вид:

$$W = k \cdot P_z; \quad (31)$$

Подставив полученную величину силы резания  $P_z$ , в формулу для расчёта силы закрепления  $W$ , получим окончательный результат:

$$W = 1,98 \times 1616 = 3200 / 2 (\text{т.к. 2 пневмоцилиндра}) = 1600 \text{ Н.}$$

Определяются параметры зажимного устройства:

### Рисунок 3.2 – Расчётная схема ЗУ

Сила, развиваемая пневматическим поршневым приводом, может быть рассчитана по формуле:

$$W = p \frac{\pi \cdot D^2}{4} \eta \cdot i \quad (32)$$

где  $p$  – давление воздуха в сети (принимается  $q = 4 \text{ атм} \approx 0,4 \text{ МПа}$ );

$D$  – диаметр цилиндра;

$\eta = 0,95$  – коэффициент полезного действия.

$I = 1$  – коэффициент передаточного отношения.

Если применить пневматический привод для непосредственного крепления заготовки, то

									Лист
									66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР				

$$D = \sqrt{\frac{4W}{p\pi\eta i}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1600}{0,4 \cdot 3,14 \cdot 0,95}} = 98 \text{ мм.}$$

Этот диаметр приемлем, корректируем этот диаметр по ГОСТ 1250-60 и получаем диаметр поршня равный 100 мм, а штока 20 мм.

Зажимные устройства служат для создания надёжной фиксации заготовки на неподвижных установочных опорах и сохранение этого положения в процессе обработки.

Усилие зажима создается двумя силовыми приводами – пневмоцилиндрами, которые служат для создания исходной силы тяги на ведущем звене и для преобразования усилия силового привода в силу зажима заготовки. Контактным элементом зажимного устройства является поршень, служащий для непосредственного воздействия на заготовку, которая получают энергию зажима через шток. [4, стр.170]

Приспособление устанавливается на стол обрабатывающего центра и крепится 4-мя Т-образными болтами М16.

Принцип работы СП: Воздух через штуцер попадает в цилиндр и перемещает поршень, который закреплен в пневмоцилиндре. Поршень деформирует прижим, который зажимает заготовку. При поступлении воздуха в штуцер происходит зажим и разжим заготовки.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

Геометрические параметры фрез зависят от типа СМП и их расположения в корпусе фрезы.

Передний угол  $\gamma$  образуется за счет наклона пластины в державке под углом  $\gamma_f = 18^\circ$  и смещения положения пластины относительно диаметральной плоскости с образованием  $\lambda = 7-8^\circ$ . Пластины с плоской передней поверхностью при этом будут иметь  $\gamma = -10^\circ$ , а пластины со стружколомающей канавкой и углом  $\gamma_n = 20^\circ$  после установки будут иметь  $\gamma = 10^\circ$ .

										Лист
										67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР					

### Рисунок 3.4 – Фреза концевая резьбовая

Фрезы с положительным передним углом рекомендуется применять: для обработки нежестких деталей или на нежестких станках; в условиях обработки на станках с недостаточной мощностью; при обработке вязких металлов.

При обработке стали и особо твердых материалов и в условиях больших ударных нагрузок необходимо применять фрезы с отрицательным передним углом.

Задний угол  $\alpha$  получается за счет установки режущей пластины в корпусе ( $\alpha = 10^\circ$  для всех типов фрез).

Остальные параметры определяются конструктивно, исходя от глубины резания.

Форма хвостовика определяется как формой посадочного отверстия станка, так и его диаметром.

Средний диаметр конического хвостовика определяется по формуле:

$$d_{CP} = \frac{4 \times M \times \sin \alpha_k}{\mu \times P_0 \times (1 - 0,04 \times \Delta \alpha_k)} ;$$

где:  $\mu = 0,1$  - коэффициент трения стали о сталь;

$\alpha_k = 1^\circ 26'$  - половина угла конуса Морзе;

$\Delta \alpha_k = 5'$  - отклонение угла конуса.

Тогда:

$$d_{CP} = \frac{4 \times 75,81 \times \sin 1^\circ 26'}{0,1 \times 7360,03 \times (1 - 0,04 \times 5)} = 0,0129 \text{ м} = 12,9 \text{ мм}$$

Максимальный диаметр конуса Морзе:

$$d_{\max} = \frac{d_{CP}}{0,78} = \frac{12,9}{0,78} = 16,54$$

Выбираем стандартное значение:

$d_{\max} = 17,780$  для конуса Морзе №4.

					150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68



### 3.3 Описание работы контрольного приспособления

#### 3.3 Анализ, описание работы, выбор и обоснование конструктивных параметров контрольного приспособления

Данное приспособление (рисунок 3.5) имеет габаритные размеры 270×200×400. При эксплуатации приспособление устанавливается на рабочее место контролера (верстак, контрольную полку (плиту) и т.д.) в положении, удобном для установки, вращения и снятия проверяемой детали. Дополнительное крепление приспособления не требуется. Требуется измерить радиальное биение поверхности А относительно оси отверстия Б. Погрешность измерения данного контрольного приспособления равна 0,001.

Принцип работы: контролируемое изделие 4 устанавливают на ось 2, закрепленную в корпусе 1 при помощи трех болтов. После того как деталь будет установлена в ось, к ней подводят индикатор 7, установленный в рычаг 6, закрепленный в стойке 5. Вращение детали осуществляется при помощи ручки, вращающей зубчатое колесо 3, через которое вращение получает деталь 4, а настройка длины вылета индикатора и его высоты осуществляется при помощи регулировочного винта 9 и штифта 8. Настройка приспособления должна производиться по эталонной детали.

При проектировании контрольного приспособления учитывались конструктивные, а также технологические возможности детали, что позволило измерять радиальное биение поверхности А относительно Б, а также допуск цилиндричности поверхности А.

Рисунок 3.5 – Контрольное приспособление

Выбор данного приспособления обусловлен его простотой, а также высокой точностью измерения контролируемых параметров. С помощью данного приспособления можно измерить как радиальное биение, так и торцевое биение

									Лист
									69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР

поверхностей относительно базы детали. К достоинствам приспособления можно отнести его простоту конструкции, что особенно важно при обслуживании.

					<i>150305.2017.002.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70