

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень специалиста)**

**направление подготовки 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение ав-
томатизированных машиностроительных производств**
Специальность «Технология машиностроения»

Студент Олифер Илья Дмитриевич гр. ТМз-1001

1. Тема Технологический процесс изготовления зенкера фасонного
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «_» __ 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе материалы преддипломной практики, программа выпуска 10000 деталей
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 90-120 с.)
Титульный лист. Задание. Реферат (аннотация). Содержание.
Введение, цель проекта
 - 1) Описание исходных данных
 - 2) Технологическая часть проекта
 - 3) Совершенствование операций с помощью научных исследований
 - 4) Проектирование станочного приспособления
 - 5) Проектирование средств контроля
 - 6) Проектирование средств автоматизации
 - 7) Проектирование производственного участка
 - 8) Безопасность и экологичность технического объекта
 - 9) Экономическая эффективность проекта*Заключение. Список используемой литературы.*
Приложения: технологическая документация

5. Ориентировочный перечень графического материала (8-10 листов формата А1)

1) Деталь (с изменениями)	0,5 – 1
2) Заготовка	0,25 – 1
3) План обработки	1,5 – 2
4) Технологические наладки	1 - 2
5) Результаты научных исследований	1 - 2
6) Приспособление	1 - 2
7) Режущий инструмент	0,5 – 1
8) Средства автоматизации	0,5 – 1
9) План участка	0,5 – 1
10) Презентация	0,5 - 1

*возможна замена или исключение по решению руководителя

6. Консультанты по разделам

Безопасность и экологичность проекта _____

Экономическая эффективность проекта _____

Нормоконтроль _____

7. Дата выдачи задания «__» марта 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы	_____ (подпись)	<i>А.В. Бобровский</i> (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	_____ (подпись)	<i>И.Д. Олифер</i> (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления зенкера фасонного

Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В выпускной квалификационной работе (ВКР) рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления зенкера фасонного в условиях среднесерийного производства

Предложено:

- применение нового технологического процесса изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- получение заготовки из проката нормальной точности с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применение высокопроизводительного оборудования - станков с ЧПУ, автоматов и полуавтоматов;
- применение высокопроизводительной оснастки с механизированным приводом;
- применение режущего инструмента с износостойкими покрытиями;
- применение комбинированного режущего инструмента;
- для снятия заусенцев применен электрохимический метод на станке 4407;
- спроектировано приспособление самоцентрирующее, оснащенное пневмоприводом, для сверлильной операции;
- спроектировано контрольное приспособление для контроля биения режущих кромок с электронным индикатором TESA DIGICO 11;
- для загрузки заготовок на станки токарной группы применены промышленные роботы (ПР). Спроектировано захватное устройство ПР;

- на основе проведенных научных исследований предложена обработка твердосплавных пластин мощными импульсами тока (ОМИТ).

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 96 страниц, содержащей 31 таблицу, 10 рисунков, и графической части, содержащей 11 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение. Цель проекта	8
1 Описание исходных данных.....	9
1.1 Анализ служебного назначения детали.....	9
1.2 Анализ технологичности конструкции детали.....	12
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса	13
1.4 Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса	15
2 Технологическая часть проекта	17
2.1 Выбор типа производства.....	17
2.2 Техничко-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	17
2.3 Техничко-экономическое обоснование выбора методов обработки поверхностей	23
2.4 Определение припуска и проектирование заготовки	25
2.5 Разработка технологического маршрута.....	27
2.6 Выбор средств технологического оснащения	29
2.7 Проектирование технологических операций.....	32
3 Совершенствование операций с помощью научных исследований....	40
4 Проектирование станочного приспособления.....	47
4.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования	47
4.2 Расчет усилия резания.....	47
4.3 Расчет усилия закрепления.....	48
4.4 Выбор конструкции и расчет зажимного механизма	51
4.5 Выбор конструкции и расчет силового привода	52
4.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления	53
4.6 Расчет суммарных погрешностей приспособления	54
5 Проектирование средств контроля	57
6.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования	57
5.2 Описание сущности усовершенствований.....	57

5.2 Описание конструкции приспособления	58
6 Проектирование средств автоматизации.....	60
6.1 Выбор и проектирование робото-технического комплекса механической обработки	60
6.2 Выбор и проектирование захватного устройства промышленного робота.....	63
7 Проектирование производственного участка.....	68
7.1 Выбор типа промышленного здания	68
7.2 Проектирование участка изготовления детали	68
8 Безопасность и экологичность технического объекта.....	74
8.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	74
8.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	75
8.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	76
8.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)	77
8.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	80
8.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	82
9 Экономическая эффективность проекта	83
9.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов.....	83
9.2 Расчет капитальных вложений в совершенствование ТП.....	85
9.3 Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов	87
9.4 Расчет показателей экономической эффективности.....	90
Заключение.....	92
Список используемой литературы.....	94
Приложения.....	96

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Важнейшими условиями ускорения научно-технического процесса являются рост производительности труда, повышение конкурентоспособности и улучшению качества.

Совершенствование технологических методов изготовления машин имеет при этом первостепенное значение. Качество машины, надежность, долговечность и экономичность в эксплуатации зависят не только от совершенства ее конструкции, но и от технологии производства. Применение прогрессивных высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей деталей машины, методов упрочнения рабочих поверхностей, повышающих ресурс работы деталей и машины в целом - все это направлено на решение главных задач: повышения эффективности производства, конкурентоспособности и качества продукции.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса обработки детали “Зенкер фасонный” в условиях среднесерийного производства.

Полученный опыт при проектировании участка механической обработки будет использован в дальнейшем, при работе на машиностроительном предприятии.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции, анализ служебного назначения детали

Проведем анализ служебного назначения, который необходим для определения правильности назначения точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, исходя из точности и положения сопрягаемых деталей.

Данная деталь является зенкером фасонным и предназначена для обработки фасонного отверстия со следующими размерами:

$$D_1 = 22,225H12, D_2 = 4,75H10, D_3 = 9,525H10,$$

$$L_1 = 10, L_2 = 7,874$$

Деталь относится к осевым режущим инструментам.

Деталь устанавливается в шпиндельном узле сверлильного станка.

На рисунке 1.1 приведен фрагмент узла, в который входит данная деталь.

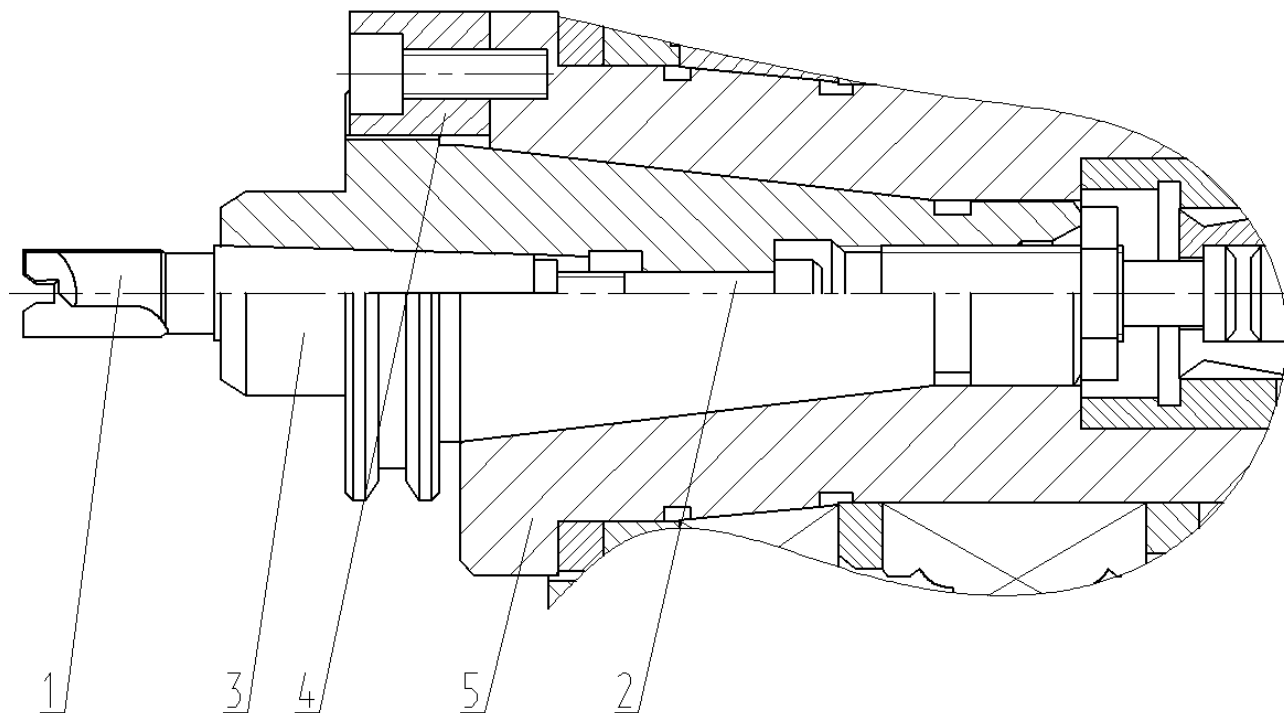


Рисунок 1.1 - Фрагмент шпиндельного узла сверлильного станка.

Зенкер фасонный 1 (рисунок 1), устанавливается с помощью винта 2 в оправке 3, которая, в свою очередь, на шпонке 4 устанавливается в шпинделе 5.

1.1.2 Анализ материала детали

Материал зенкера фасонного - сталь P18Ф ГОСТ 19265-73

Химический состав и механические свойства стали сталь P18Ф ГОСТ 19265-73 представлены в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали P18Ф

В процентах

Элемент	C	S	P	Cr	W	V	Mo
		Не более					
Содержание	0.82- 0.9	0.030	0.030	3,8- 4,4	17- 18	1.8- 2.4	До 1

Таблица 1.2 – Обзор механических свойств стали P18Ф

σ_T	σ_B	δ_5	ψ	НВ
МПа	МПа	%	%	
760	1080	12	14	269

Обозначения в таблице 1.2:

σ_B – временное сопротивление, МПа;

σ_T - предел пропорциональности, МПа;

δ_5 - относительное удлинение при разрыве, %;

ψ - относительное сужение, %;

КСУ - ударная вязкость, Дж/см²;

НВ - твердость по шкале Бринелля.

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

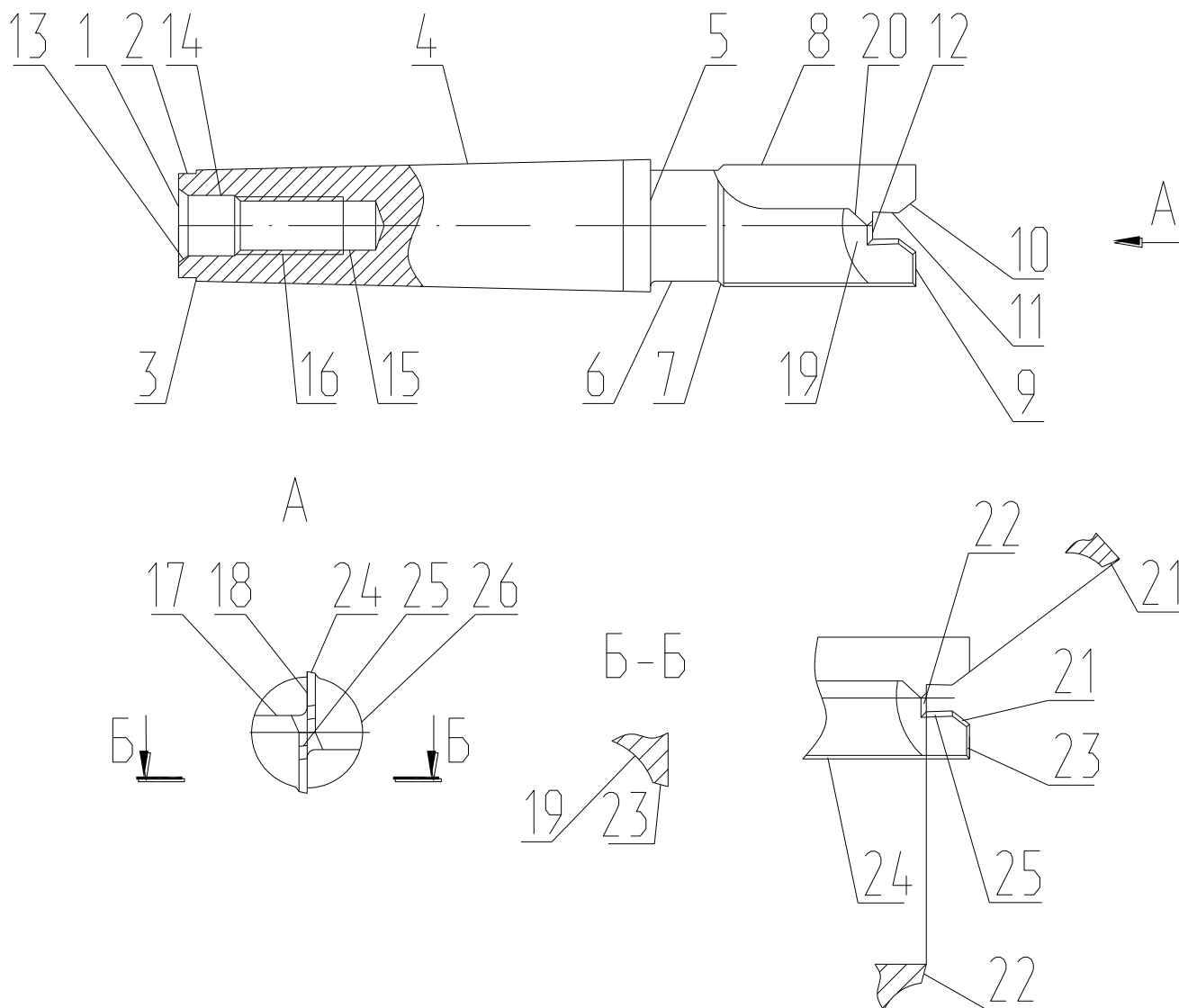


Рисунок 1.2 – Эскиз зенкера фасонного

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей зенкера фасонного

N	Вид поверхностей	Номера поверхностей
1	Исполнительные поверхности	8,9,10,11,12,18,24,25,22,21,23
2	Основные конструкторские базы (ОКБ)	4
3	Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	16
4	Свободные поверхности	Остальные

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Зенкер фасонный изготавливают из стали P18Ф по ГОСТу 19265-73 из проката или профильного проката. Форма наружного контура изделия не вызывает затруднений при получении заготовки, то есть, заготовка является технологичной..

На рабочем чертеже зенкера фасонного содержится необходимая графическая информация, позволяющая полностью представить конструктивные элементы изделия.

Конфигурация изделия может позволить обработать все поверхности правого конца зенкера фасонного за один установ, а левого конца – за другой установ. Каждый установ позволяет обрабатывать поверхности либо последовательно одним инструментом, либо параллельно разными инструментами..

Форма зенкера предполагает использование механизации и автоматизации при установке и обработке. Поверхности изделия позволяют проводить обработку на универсальном оборудовании при помощи стандартных режущих инструментов.

То есть, деталь по конфигурации технологична

Технологичность при базировании и закреплении оправки определяется наличием естественных баз, а также возможностью обеспечения совпадения технологических и измерительных баз с сохранением точности и шероховатости.

Анализ конструкции изделия в качестве технологических баз при токарной, шлифовальной и заточной обработкам левого конца предполагает использование наружной поверхности 8 и торца 9, а при обработке правого конца – использование пов. 4 и торца 1.

При сверлильной обработке в качестве баз необходимо использовать поверхности 4,8 и торец 9

При фрезерной обработке в качестве баз используем поверхность 4 и торец 1.

То есть, обработка цилиндрических шеек зенкера фасонного может вестись от одних баз.

Большинство случаев базирования позволяет в качестве технологических

баз использование измерительных.

То есть, технологичность при базировании и закреплении является удовлетворительной.

Таким образом, конструкция оправки является технологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

В задачу входит нахождение недостатков базового варианта техпроцесса (ТП), при устранении которых будет достигнута цель работы

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Анализируя технологический маршрут базового ТП, выявляем недостатки порядка следования и содержания каждой операции. Содержание и последовательность операций базового технологического маршрута приведена в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Последовательность обработки зенкера фосонного

Операция		Средства технологического оснащения			Тшт, час
№ оп	Наименование операции	Оборудование	Приспособление	Инструмент (материал режущей части)	
005	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон поводковый с центром. Центр вращающийся	Резец подрезной Т5К10 Резец проходной Т5К10 Резец проходной Т15К6 Резец подрезной Т15К6 Резец канавочный Т15К6	0,36
010	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло центровочное Р6М5К5 Резец расточной Т15К6	0,12
015	Сверлильная	Вертикально-	Тиски	Сверло центро-	0,12

Операция		Средства технологического оснащения			Тшт, час
№ оп	Наименование операции	Оборудование	Приспособление	Инструмент (ма- териал режущей части)	
		сверлильный 2P135		вочное P6M5K5 Сверло спираль- ное P6M5 Зенковка P6M5	
020	Фрезерная	Горизонтально- фрезерный 6P83Ш	Тиски	Фреза дисковая профильная P6M5K5	0,22
025	Фрезерная	Горизонтально- фрезерный 6P83Ш	Тиски	Фреза дисковая радиусная P6M5K5	0,52
030	Слесарная				0,05
035	Слесарная			Метчик машин- ный P6M5	0,05
040	Контрольная				0,08
045	Термическая (закалка)				
050	Круглошлифо- вальная	Круглош- лифовальный станок 3M151	Патрон цанго- вый.	Шлифовальный круг	0,10
055	Круглошлифо- вальная	Круглош- лифовальный станок 3M151	Патрон цанго- вый Центр упорный	Шлифовальный круг	0,10
060	Заточная	Универсально- заточной 3Б642	Патрон цанго- вый	Шлифовальный круг	0,12
065	Заточная	Универсально- заточной 3Б642	Патрон цанго- вый	Шлифовальный круг	0,28
070	Заточная	Универсально- заточной 3А64Д	Патрон цанго- вый	Шлифовальный круг	0,28
075	Моечная				0,04
080	Контрольная				0,08
085	Маркировочная				0,05

1.4 Цели и задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Анализ недостатков базового ТП

Анализируя базовый ТП обработки ударника выявляем, что заводской ТП возможно использовать только в единичном и мелкосерийном производствах. Оборудование и оснастка, используемые в ТП, не позволяют обеспечивать высокую производительность в среднесерийном производстве.

При анализе базового ТП выявили ряд недочетов, которые не позволяют повысить производительность обработки ударника механического пресса и снизить её себестоимость.

Основными недостатками являются:

1) большая продолжительность токарной обработки изделия, что объясняется неоптимальными режимами резания

2) в качестве оборудования выбраны низкопроизводительные универсальные станки, например 16К20;

3) неоптимальная структура сверлильной операции – отверстие под резьбу сначала центруется, потом сверлится отв., пов. 15, потом отв., пов. 14, затем зенкуется фаска 13;

4) резьба, пов. 16, нарезается вручную на слесарной операции 035;

5) неоптимальная структура фрезерных операций с ручной переустановкой и выверкой заготовки;

6) наличие слесарной операции;

7) универсальный инструмент низкой производительности;

8) универсальная оснастка предопределяет слишком большое штучное время;

9) низкий уровень автоматизации и механизации.

1.4.2 Цели и задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса

В задачи, требующие решения в ВКР с учетом вышеприведенных недостатков отнесем:

- 1) выполнить проектирование заготовки, полученной из проката с минимальными припусками, полученными аналитическим методом;
 - 2) использовать высокопроизводительное оборудование (в условиях среднесерийного производства);
 - 3) отверстие под резьбу обработать комбинированным сверлом, позволяющим одновременно обработать поверхности 13,14,15;
 - 4) резьбу нарезать на сверлильной операции с ЧПУ в автоматизированном цикле;
 - 5) фрезерную обработку производить на горизонтально-фрезерной операции с ЧПУ при установке заготовки в специальном поворотном приспособлении, что позволит обработать все поверхности на одной операции в автоматизированном цикле;
 - 6) внедрить операцию электрохимической обработки;
 - 7) обеспечить повышение производительности на операциях на основе использования научных исследований;
 - 8) применить высокопроизводительный инструмент с износостойкими покрытиями;
 - 9) использовать специализированную оснастку;
 - 10) спроектировать зажимное приспособление с пневмоприводом для сверлильной операции;
 - 11) спроектировать контрольное приспособление с высокоточными электронными индикаторами для контроля биения;
 - 12) применить для загрузки заготовок на некоторые станки промышленные роботы и спроектировать захватное устройство промышленного робота;
 - 13) провести анализ ТП по наличию опасных и вредных факторов;
 - 14) определить экономический эффект от внесенных в ТП изменений.
- Решение этих задач рассмотрено в последующих разделах работы.

2 Технологическая часть проекта

2.1 Выбор типа производства

Определение способа получения заготовки, выбор метода организации техпроцесса определим в зависимости от производства.

Известно, что величина коэффициента закрепления операций различна при разных типах производства.

Определим тип производства, чтобы, зная его отличительные признаки, грамотно решить задачу разработки технологического процесса. По таблице [9] при массе детали 0,45 кг и программе выпуска 10000 штук в год выбираем среднесерийный тип производства

Так как производство среднесерийное, то в зависимости от программы и номенклатуры выпускаемых деталей форма организации техпроцесса – будет поточная или переменнo- поточная.

В соответствии с этим необходимо использовать как универсальное так и специальное оборудование, станки-автоматы, механизированную оснастку, специальный режущий и мерительный инструмент, оборудование размещать по ходу технологического процесса.

2.2 Техничo-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

Основываясь на физико-технологических свойствах стали 20Х2Н4А, её формах и размерах изделия заготовку можно получить:

- поковкой или штамповкой;
- прокатом.

Определим параметры исходных заготовок.

Масса штамповки $M_{ш}$, кг, ориентировочно определяется по формуле [8, с. 23]

$$M_{ш} = M_{д} \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где $M_{д}$ – масса детали, кг;

K_p – коэф., который зависит от формы детали и устанавливается по [8].

Для данной детали примем $K_p = 1,3$

$$M_{ш} = 0.45 \cdot 1.3 = 0.59 \text{ кг}$$

По ГОСТу 7505-89 [8] определяем основные параметры заготовки:

- штамповочное оборудование: КГШП;
- нагрев заготовки: индукционный;
- группа стали – М3 [8];
- класс точности – Т3 [8];
- степень сложности – С1 [8].

Определяем массу заготовки из проката $M_{пр}$, кг :

$$M_{пр} = V \cdot \gamma, \quad (2.2)$$

где V – объем проката, мм^3 ;

γ - удельная плотность стали, $\text{кг}/\text{мм}^3$.

Сортовой прокат в данном случае представляет собой цилиндрическое тело с определенного диаметра и длины, которые мы определим выражением [11]:

$$d_{пр} = d_{д}^{\max} \cdot 1,05 = 24.1 \cdot 1,05 = 26.5 \text{ мм} \quad (2.3)$$

где $d_{д}^{\max}$ – максимальный диаметр детали, мм

Примем $d_{пр} = 27 \text{ мм}$

$$l_{пр} = l_{д}^{\max} \cdot 1,05 = 135 \cdot 1,05 = 139.1 \text{ мм} \quad (2.4)$$

где l_d^{\max} – максимальная длина изделия, мм

Примем $l_{\text{пр}} = 139$ мм

Определим объем цилиндрических элементов заготовок V , мм³ [11]:

$$V = \pi \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot l_{\text{пр}} / 4 = 3,14 \cdot 27^2 \cdot 139 / 4 = 79545 \text{ мм}^3 \quad (2.5)$$

Определим массу заготовки из круглого проката:

$$M_{\text{пр}} = 79545 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0.62 \text{ кг}$$

По ГОСТу 2590-2006 получаем:

$$\text{Круг} \frac{27 - \text{В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{\text{P18Ф ГОСТ } 19265 - 73}$$

2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

За критерий оптимальности выбираем минимальную величину стоимости производства изделия C_d , руб, которую определим выражением [11]

$$C_d = C_3 + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}}, \quad (2.6)$$

где C_3 – стоимость исходной заготовки, руб;

$C_{\text{мо}}$ – стоимость последующей механической обработки, руб;

$C_{\text{отх}}$ – стоимость отходов при механической обработке, руб.

2.2.2.1 Стоимость горячей штамповки

Стоимость штамповки определяется по формуле [11]

$$C_3 = C_6 \cdot M_{\text{ш}} \cdot K_T \cdot K_{\text{сл}} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\text{п}}, \quad (2.7)$$

где C_6 – базовая стоимость 1 кг заготовки, руб/кг;

$M_{\text{ш}}$ – примерная масса штамповки, кг;

K_T – коэф., точности штамповок;
 $K_{сл}$ – коэф., сложности штамповок;
 K_B – коэф., массы штамповок;
 K_M – коэф., марки материала;
 $K_{п}$ – коэф., объема производства.

$$C_6 = 11,2 \text{ руб/кг [11]}$$

$$\text{Для класса точности ТЗ} - K_T = 1.0 \text{ [11]}$$

$$\text{Для степени сложности С1} - K_{сл} = 0.78 \text{ [11]}$$

$$K_B = 1.61 \text{ [11.]}$$

$$\text{Для стали Р18Ф принимаем } K_M = 3 \text{ [11.]}$$

$$\text{Для среднесерийного производства } K_{п} = 1,0 \text{ [11]}$$

$$C_3 = 11,2 \cdot 0.59 \cdot 1.0 \cdot 0.78 \cdot 1.61 \cdot 3 \cdot 1.0 = 24.68 \text{ руб}$$

Определим стоимость при механической обработке штамповок $C_{мо}$, руб:

$$C_{мо} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot C_{уд}, \quad (2.8)$$

где $C_{уд}$ – удельные затраты на съем 1 кг материала, руб/кг.

Удельные затраты механической обработки при резании $C_{уд}$, руб, могут быть определены по формуле:

$$C_{уд} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.9)$$

где C_c – текущие затраты, руб/кг;

C_k – капитальные затраты, руб/кг;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений
($E = 0,1 \dots 0,2$). Для машиностроения принимает $E_n = 0,16$

$$\text{Примем } C_c = 14,8 \text{ руб/кг, } C_k = 32,5 \text{ руб/кг [11]}$$

Тогда

$$C_{\text{мо}} = (0.59-0.45) \cdot (14,8+0,16 \cdot 32,5) = 2.70 \text{ руб}$$

Стоимость отходов $C_{\text{отх}}$, руб, является возвратной величиной и определяется как

$$C_{\text{отх}} = (M_{\text{ш}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{отх}}, \quad (2.10)$$

где $C_{\text{отх}}$ – цена отходов (стружки), руб/кг.

Принимаем $C_{\text{отх}} = 1$ руб/кг [11]

Тогда

$$C_{\text{отх}} = (0.59-0.45) \cdot 1 = 0.14 \text{ руб}$$

$$C_{\text{д}} = 24.68+2.70-0.14 = 27.25 \text{ руб}$$

Стоимость изготовления детали с учетом коэффициента приведения цен к ценам 2016 г

$$S_{\text{д ш}} = C_{\text{д}} \cdot K = 27,25 \cdot 2 = 54,5 \text{ руб} \quad (2.11)$$

2.2.2.2 Стоимость заготовки из проката

Стоимость проката определим выражением [11]

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{мпр}} \cdot M_{\text{пр}} + C_{\text{оз}}, \quad (2.12)$$

где $C_{\text{мпр}}$ – стоимость материала 1 кг проката в руб/кг; $C_{\text{мпр}} = 20$ руб/кг

$C_{\text{оз}}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

$$C_{\text{оз}} = \frac{C_{\text{пз}} \cdot T_{\text{шт}}}{60}, \quad (2.13)$$

где $C_{\text{пз}}$ – приведенные затраты на рабочем месте, руб/ч; $C_{\text{пз}} = 30,2$ руб/ч [11, с. 26]

$C_{\text{оз}}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

Определим штучное время $T_{\text{шт}}$, мин [11]:

$$T_{шт} = T_o \cdot \varphi_k, \quad (2.14)$$

где T_o – время на основные работы, мин;

φ_k – коэф., зависящий от типа производства и вида оборудования.

Для расчетов на этапе выбора заготовки можно принять $\varphi_k = 1,5$, а основное время для отрезных станков T_o , мин, определяется по формуле [11]

$$T_o = 0,19 \cdot d_{пр}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.15)$$

где $d_{пр}$ – диаметр проката, мм

$$T_o = 0,19 \cdot 27^2 \cdot 10^{-3} = 0.14 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0.14 \cdot 1,5 = 0.21 \text{ мин}$$

$$C_{оз} = 30,2 \cdot 0.21 / 60 = 0.10 \text{ руб}$$

Тогда

$$C_{пр} = C_{мпр} \cdot M_{пр} + C_{оз} = 20 \cdot 0.62 + 0.10 = 12.59 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки составит

$$C_{мо} = (M_{пр} - M_{д}) \cdot C_{уд} = (0.62 - 0.45) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 3.49 \text{ руб}$$

Стоимость отходов

$$C_{отх} = (0.62 - 0.45) \cdot 1.00 = 0.17 \text{ руб}$$

Тогда

$$C_{д} = C_{пр} + C_{мо} - C_{отх} = 12.59 + 3.49 - 0.17 = 15.91 \text{ руб}$$

Стоимость изготовления детали с учетом коэффициента приведения цен к ценам 2016 г

$$S_{д пр} = C_{д} \cdot K = 15,91 \cdot 2 = 31,82 \text{ руб}$$

2.2.3 Сравнение вариантов получения исходных заготовок

Определим коэффициент использования материала $K_{им}$:

$$K_{им} = M_d / M_з \quad (2.16)$$

Для штамповки

$$K_{им} = 0.45/0.59 = 0.77$$

Для проката

$$K_{им} = 0.45/0.62 = 0.72$$

Сопоставляя технологическую себестоимость по выше приведенным вариантам заключаем, что наиболее оптимально получать заготовку методом проката.

Определим годовой экономический эффект, $\mathcal{E}_г$, руб:

$$\mathcal{E}_г = (C_{д пр} - C_{д ш}) \cdot N_г, \quad (2.17)$$

где $N_г = 10000$ шт/год- годовая программа выпуска

$$\mathcal{E}_г = (54,5 - 31,82) \cdot 10000 = 226800 \text{ руб.}$$

2.3 Техничко-экономическое обоснование выбора методов обработки поверхностей

Выберем маршрут обработки поверхностей в зависимости от их точности.

Анализировать последовательность операций необходимо с точки зрения обоснования правильности при выборе метода обработки.

Сначала нужно определить способы окончательных обработок каждой поверхности изделия по [17] и [11].

Определим самый выгодный с точки зрения меньшей трудоемкости технологический маршрут обработки всех поверхностей [11].

Определяем коэффициент трудоемкости на основании [11] и окончательный выбор методов обработки поверхностей будем проводить на основе наименьшего коэффициента трудоемкости.

Результаты выбора методов обработки штока приведены в таблице 2.1, где обозначено:

Ф- фрезерование, Т- обтачивание черновое,
 Тч- обтачивание чистовое, Рч- растачивание чистовое,
 Ш- шлифование, С- сверление,
 Рез- резбонарезание, З- заточная,
 ТО- термическая обработка

Таблица 2.1- Перечень методов обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Точность IT	Шероховатость Ra, мкм	Маршруты обработки	Коэффициент трудоемкости
1,2,3,5,6,7	12	2,5	Т, Тч, ТО	2,2
8,4	7	0,50	Т, Тч, ТО, Ш	3,4
9,23	9	0,50	Т, Тч, ТО, З	3,6
12,11,10,22,25,21	9	0,50	С, Рч, ТО,З	3,8
24	9	0,50	Т, Тч, ТО, Ш,З	4,8
17,20,19,26	12	2,5	Ф, ТО	1,1
18	9	0,50	Ф, ТО, З	2,5
15,14,13	12	2,5	С, ТО	1,2
16	10	2,5	С, Рез, ТО	2,4

Проведя анализ таблицы 2.1 мы делаем вывод, что выбранные методы обработки позволяют обеспечить выполнение обработки поверхностей с требуемым качеством.

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров табличным методом

Промежуточные припуски на обработку определим по [16, 191]
Результаты расчетов припусков приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Припуски на обработку поверхностей зенкера фасонного

№ оп	Наименование операции	№ обраб. поверхн.	Припуск на сторону, мм
010	Токарная (черновая)	5,6,7,8,9,11,12	2,0 max
015	Токарная (черновая)	4,3,2,1	2,0 max
020	Токарная (чистовая)	5,6,7,8,9,10,11,12	0,35
025	Токарная (чистовая)	4,3,2,1	0,35
060	Бесцентрошлифовальная	4	0,1
065	Круглошлифовальная	8	0,1
070	Заточная	18	0,3max
075	Заточная	21,22,23,24,25	0,3max

2.4.2 Проектирование и расчет заготовки

Определим необходимый диаметр проката, назначив соответствующие припуски.

Назначим припуск на максимальный диаметральный размер зенкера фасонного.

Так черновое точение подразумевает припуск на сторону в 2,0 мм, чистовое – 0,7 мм, а шлифование – 0,2 мм.

Рассчитаем диаметр заготовки:

$$D = 24,1 + 2 + 0,7 + 0,2 = 27 \text{ мм}$$

По ГОСТу 2590-2006 выберем нужный размер проката:

$$\text{Круг} \frac{27 - \text{В} - \text{ГОСТ} 2590 - 2006}{\text{Р18Ф} \text{ГОСТ} 19265 - 73}$$

Припуск на подрезку торцовых поверхностей определим по [9]

Припуск на подрезку черновую торцев 0,6 мм на сторону, на чистовую – 0,3 мм на сторону, на заточку - 0,1 мм.

Определим длину заготовки $L_3 = 135 + 0,6 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2 + 0,1 = 136,9 \text{ мм}$

Примем длину заготовки 137 мм.

Далее определим объем прокатанной заготовки, ориентируясь при этом на плюсовые допуски $\varnothing 27,4$

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4 = 3,14 / 4 \cdot 27,4^2 \cdot 137 = 80740 \text{ мм}^3$$

Определим массу заготовки:

$$m_3 = V \cdot \gamma = 80740 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,69 \text{ кг}$$

Определим коэффициент использования материала:

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 0,45 / 0,69 = 0,65$$

Эскиз заготовки приведен на рисунке 2.2

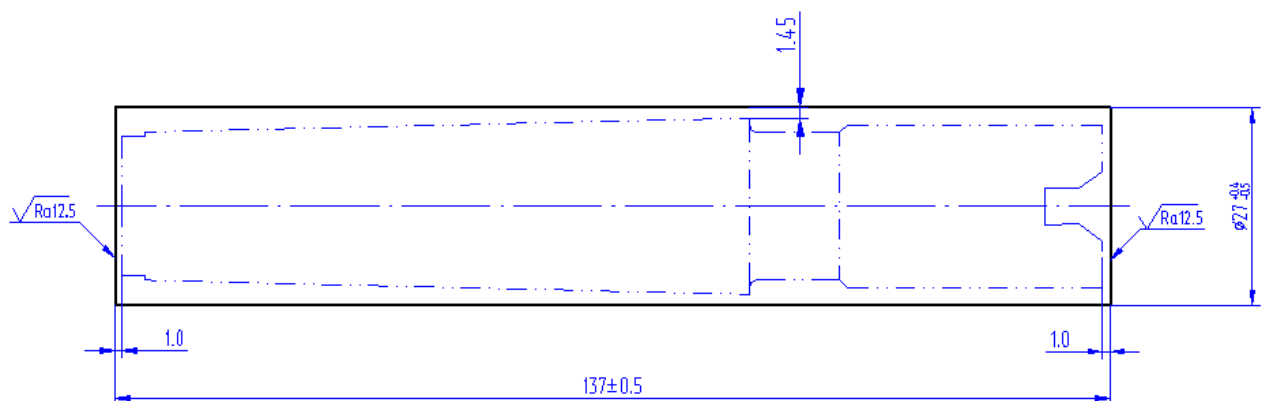


Рисунок 2.2 – Заготовка – прокат.

2.5 Разработка технологического маршрута

2.5.1 Разработка схем базирования

При установке изделия в приспособлениях, используемых при работе технологического оборудования, необходимо стремиться к соблюдению принципам единства баз и постоянства баз. Соблюдение данных принципов позволит свести к минимуму погрешности механической обработки.

Одним из основных правил является совмещение измерительных баз (базы от которых проставлены размеры, а также отклонения формы и расположения обрабатываемых поверхностей), и технологических баз (базы, являющиеся опорными поверхностями при установке в приспособлениях).

Сущность конфигурации детали подразумевает, что во всех операциях техпроцесса изготовления зенкера фасонного необходимо обеспечить точное базирование в радиальном и осевом направлениях, что достигается применением соответствующих приспособлений самоцентрирующего типа, что, в свою очередь и должно реализовать схему базирования.

Анализ конструкции изделия подсказывает использование в качестве баз на токарной, шлифовальной и заточной обработках левого конца наружной поверхности 8 и торца 9, а правого конца использование пов. 4 и торца 1.

При сверлильной обработке в качестве баз необходимо использовать поверхности 4,8 и торец 9

При фрезерной обработке в качестве баз используем поверхность 4 и торец 1.

В графической части работы на плане обработки представлены теоретические схемы базирования по операциям техпроцесса фланца несущего опоры бункера загрузки.

2.5.2 Технологический маршрут обработки детали

Сведем в таблицу 2.6 технологический маршрут обработки изделия по каждой операции, включая номер и название как операции, так и номеров ба-

зовых и обрабатываемых операций, качества и шероховатости.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут обработки зенкера.

№ оп	Наименов. операции	№ базовых поверх.	№ обработ. поверх.	IT	Ra
005	Абразивно-отрезная	4	1,9	16	20
010	Токарная (черновая)	13,4	5,6,7,8,9,11,12	13	5
015	Токарная (черновая)	8,9	4,3,2,1	13	5
020	Токарная (чистовая)	13,4	5,6,7,8,9,10,11,12	10	2,5
025	Токарная (чистовая)	8,9	4,3,2,1	10	2,5
030	Сверлильная	9,8,4	13,14,15	12	2,5
			16	10	2,5
035	Фрезерная	1,4	17,18,19,20,26	12	2,5
040	Слесарная				
045	Моечная				
050	Контрольная				
055	Термическая (закалка)				
060	Бесцентровошлифовальная	1,4	4	7	0,50
065	Круглошлифовальная	1,4	8	7	0,50
070	Заточная	1,4	18	9	0,50
075	Заточная	1,4	21,22,23,24,25	9	0,50
080	Моечная				
085	Контрольная				
090	Химикотермическая (цианировать)	-	-	-	-

2.5.3 План обработки детали

Выполним план обработки изделия "Зенкер фасонный".

В первом столбце плана обработки показывается номер и наименование операции и применяемое оборудование.

Первый столбец в плане обработки показывает номер операции и её наименование; во втором столбце - применяемое оборудование; в третьем - операционный эскиз обработки, на котором показаны обрабатываемые поверхности, выделенный утолщенной линией, теоретическая схема базирования и операционные размеры. Четвертый столбец включает систему операционных допусков и технических требований.

План обработки зенкера фасонного представлен на листах формата графической части

2.6 Выбор средств технологического оснащения

2.6.1 Выбор оборудования

В таблице 2.4 представлены сведения об оборудовании

Таблица 2.4 - Технологическое оборудование

№ оп.	Наименование операции	Станок
005	Абразивно-отрезная	Абразивно-отрезной СИ-30
010 015	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000
020 025	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000
030	Сверлильная	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2
035	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2
040	Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407
045 080	Моечная	Камерная моечная машина
060	Бесцентровошлифовальная	Бесцентровошлифовальный п/а 3М182А

№ оп.	Наименование операции	Станок
065	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный п/а 3М151
070 075	Заточная	Универсально-заточной 3Б642

2.6.2 Выбор станочных приспособлений

В таблице 2.5 представлены сведения о станочных приспособлениях

Таблица 2.5 – Станочные приспособления

№ оп.	Наименование операции	Приспособления
005	Абразивно-отрезная	СНП с призмами ГОСТ 12195-66
010 015	Токарная (черновая)	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80
020 025	Токарная (чистовая)	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80
030	Сверлильная	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ОСТ 3-2913-75
035	Фрезерная	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ОСТ 3-2913-75
060	Бесцентровошлифовальная	Нож опорный
065	Круглошлифовальная	Патрон цанговый ОСТ 1-52345-79
070 075	Заточная	Приспособление специальное с цанговым зажимом ОСТ 3-3907-77

2.6.3 Выбор режущего инструмента

В таблице 2.6 представлены сведения о режущих инструментах и контрольных средств.

Таблица 2.6 – Режущий инструмент и контрольные средства

№ оп	Наименов. операции	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
005	Абразивно-отрезная	Шлифовальный круг 1 400x4x32 24A F36 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Штангенциркуль ШЦ2-250-0,1 ГОСТ 166-80
015 020	Токарная (черновая)	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3-х гранная, Т5К10, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=92^\circ$, h=25 b=25 L=125 Сверло спиральное комбинированное \varnothing 4 P18K5Ф2, покрытие (Ti, Cr)C	Калибр-скоба ГОСТ18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
025 030	Токарная (чистовая)	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина Т15К6, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=93^\circ$, h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластины расточные Т15К6, $\varphi=90^\circ$ ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
030	Сверлильная	Сверло спиральное комбинированное \varnothing 9/11 ОСТ 2И21-1-76 P18K5Ф2, покрытие (Ti, Cr)C Метчик машинный М10 ГОСТ 3266-81 P18K5Ф2, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-73
035	Фрезерная	Фреза концевая ГОСТ 17025-71 d=20 z=6 P18K5Ф2, покрытие (Ti, Cr)C Фреза дисковая профильная \varnothing 80 z=10 P18K5Ф2, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-73
060	Бесцентровошлифовальная	Шлифовальный круг ведущий 1 350x40x76 14A F90 Q 9 R A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Калибр для конуса

№ оп	Наименов. операции	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
		Шлифовальный круг ведомый 1 250x40x76 24A F70 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Морзе 3 ГОСТ 2216-84 Приспособление мерительное с индикатором
065	Круглошлифовальная	Круг шлифовальный 1 450x20x205 91A F60 M 7 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором
070 075	Заточная	Круг шлифовальный 11 63x30x20 91A F60 M 7 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором

2.7 Проектирование технологических операций

2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Выполним определение параметров режимов при резании аналитическим методом при токарной обработке 020.

2.7.1.1 Исходные данные

- Деталь- зенкер фасонный
- Материал- сталь P18Ф ГОСТ 19265-73 $\sigma_b = 1080$ МПа
- Заготовка- прокат
- Приспособление- патрон 3-х кулачковый.

2.7.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Оп 020 Токарная (чистовая)

Содержание операции:

Переход 1: Точить поверхн., выдерж. размеры $\varnothing 22,5_{-0,070}$; $\varnothing 20,2_{-0,10}$; $86 \pm 0,07$; $100 \pm 0,07$; $135,2 \pm 0,07$

Переход 2: Расточить отв., выдерж. размеры $\varnothing 4,55^{+0,06}$; $\varnothing 9,33^{+0,06}$; $127,23 \pm 0,07$; $131,92 \pm 0,07$

2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Переход 1: Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. $h=25$ $b=25$ $L=125$. Пластина 3х гранная, Т15К6, $\varphi=93^\circ$

Переход 2: Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластины расточные Т15К6, $\varphi=90^\circ$

2.7.1.4 Данные оборудования

Модель-АС16К25Ф3/1000

Мощность 10 КВт

Число скоростей шпинделя 22

Частота вращения шпинделя $12,5-2000 \text{ мин}^{-1}$

2.7.1.5 Расчет режимов резания

Выполним определение параметров режимов при резании на переход 1. Результаты расчетов на переход 2 приведены в таблице 8.1

2.7.1.5.1 Определим глубину резания t , мм

$t = 0,35$

2.7.1.5.2 Определим подачу S , мм/об

$S = 0.2 \text{ мм/об}$ [17].

2.7.1.5.3 Определим расчётную скорость резания V , м/мин

2.7.1.5.4

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.18)$$

где C_U - поправочный коэффициент; $C_U = 420$ [17];

T – период стойкости, мин; $T = 60$ мин

t - глубина резания, мм;

m, x, y - показатели степени; $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.2$, [17];

K_U - поправочный коэф., учитывающий фактические условия резания [17];

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.19)$$

где K_{MU} – коэф., учитывающий качество обрабатываемого материала [17];

$K_{ПУ}$ – коэф., учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ПУ} = 1.0$ [17];

$K_{ИУ}$ – коэф., учитывающий материал инструмента; $K_{ИУ} = 1,0$ [17];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.20)$$

где K_{Γ} – коэф., характеризующий группу стали по обрабатываемости; $K_{\Gamma} = 1.0$ [17];

σ_B - предел прочности;

n_U - показатель степени; $n_U = 1,0$ [17];,

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{1080}\right)^{1,0} = 0,69.$$

$$K_U = 0,69 \cdot 1.0 \cdot 1,0 = 0,69.$$

$$V = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.35^{0.15} \cdot 0.2^{0.2}} \cdot 0,69 = 206,4 \text{ м/мин.}$$

2.7.1.5.4 Определим частоту вращения шпинделя n , мин^{-1}

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.21)$$

где V - расчётная скорость при резании, м/мин;

$$n = \frac{1000 \cdot 206,4}{3,14 \cdot 22,43} = 2930 \text{ мин}^{-1}.$$

2.7.1.5.5 Скорректируем режимы резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя

$$n = 2000 \text{ мин}^{-1}$$

Получается, что фактическая скорость резания V , м/мин:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22,43 \cdot 2000}{1000} = 140,9 \text{ м/мин}$$

2.7.1.5.6 Определим расчет усилий при резании

Главная составляющая силы резания: P_z , Н

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.22)$$

где C_p - поправочный коэф.; $C_p = 300$ [17];

x, y, n - показатели степени; $x = 1,0, y = 0,75, n = -0,15$ [17];

K_p - поправочный коэф.

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{\tau_p}, \quad (2.23)$$

K_{M_p} - поправочный коэф. на качество обрабатываемого материала [17];

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad (2.24)$$

где σ_B - предел прочности;

n - показатель степени; $n = 0,75$ [17];

$$K_{MP} = \left(\frac{1080}{750}\right)^{0,75} = 1,31$$

$K_{\phi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{r p}$ - поправочные коэф., учитывающие влияние геометрических характеристик режущих частей инструментов на составляющие сил резания $K_{\phi p}=0,89$ $K_{\gamma p}=1,0$ $K_{\lambda p}=1,0$ $K_{r p} = 1,0$ [17,с.275];

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,35^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 140,9^{-0,15} \cdot 1,31 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 174 \text{ Н.}$$

2.7.1.5.7 Определим мощность резания N , кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{174 \cdot 140,9}{1020 \cdot 60} = 0,40 \text{ кВт} \quad (2.25)$$

На оборудовании АС16К25Ф3/1000 $N_{шп} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5$ кВт;

$0,40 < 7,5$, т. е. мощности для обработки достаточно.

2.7.2 Расчет режимов резания табличным методом

Проведем расчет припусков табличным методом по методике, описанной в [1] и сводим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Режимы резания, определенные табличным методом

№ оп	Наименование операции	Наименован. переход	Глубина резания t , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов V_r , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости, об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$, об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин
10	Токарная (черновая)	Точить $\varnothing 25$ Сверлить $\varnothing 4$	2,0	0,4	100	1273	1250	98,1
			2,0	0,06	16	1273	1250	15,7
15	Токарная (черновая)	Точить $\varnothing 23,1$	2,0	0,4	100	1378	1250	90,6
20	Токарная (чистовая)	Точить $\varnothing 24,3$ Расточить $\varnothing 4,55/9,33$	0,35	0,2	206,4	2705	2000	152,6
			2,4	0,1	140	4778	2000	58,6
25	Токарная (чистовая)	Точить $\varnothing 22,43$	0,34	0,2	206,4	2930	2000	140,9
30	Сверлильная	Сверлить отв. $\varnothing 9/11$ Нарезать резьбу М10	5,5	0,2	22	636	630	21,7
			1,0	1,0	8	254	250	7,9
35	Фрезерная	Фрезеровать канавку фрезой $\varnothing 20$ Фрезеровать занижение фрезой $\varnothing 80$	8,0	0,03-6 =0,18	40	636	630	39,5
			1,0	0,03-10 = 0,3	60	238	250	62,8
60	Бесцентровошлиф.	Шлифовать $\varnothing 24,1$	0,1	1,4*	30	40	40	30
65	Круглошлифов.	Шлифовать $\varnothing 22,225$	0,1	0,005** 7	35	501	501	35
70	Заточная	Заточить переднюю поверхность	0,3	2*** 0,04**	25	-	-	25
75	Заточная	Заточить заднюю поверхность	0,3	2*** 0,04**	25	-	-	25

* - подача в мм/мин

** - подача в мм/ход

*** - подача в м/мин

2.7.3 Определение норм времени на все операции

Определение штучно-калькуляционного времени [5]:

$$T_{ш-к} = T_{п-з}/n + T_{шт} \quad (2.26)$$

где $T_{п-з}$ время на подготовительно-заключительные работы, мин;
 n - количество деталей в партии при настройке оборудования, шт

$$n = N \cdot a / Д, \quad (2.27)$$

где N - годовая программа выпуска;
 a - запуск в днях (периодичность). Принимаем $a=6$;
 $Д$ - количество дней работы.

$$n = 10000 \cdot 6 / 254 = 236$$

Определим норму штучного времени $T_{шт}$:

Штучное время для всех операций, кроме шлифовальной определим как [5]:

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{об.от} \quad (2.28)$$

На шлифовальную операцию $T_{шт}$, мин определим [5]:

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} \quad (2.29)$$

где T_o - основное время, мин;
 T_v - вспомогательное время, мин.

Вспомогательное время T_v , мин, состоит из затрат времени на отдельные приемы и определяется выражением [5]:

$$T_v = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \quad (2.30)$$

где $T_{у.с}$ – затраты времени на снятие и установку детали, мин;
 $T_{з.о}$ - затраты времени на открепление и закрепление детали, мин;
 $T_{уп}$ - затраты времени на управление, мин;
 $T_{из}$ - затраты времени на замеры параметров детали, мин;

$K = 1,85$ - коэффициент перевода при средней серии;

$T_{об.от}$ - затраты времени на отдых, личные надобности и обслуживание рабочего места, мин;

$T_{тех}$ - затраты времени на техн. обслуживание рабочего места;

$T_{орг}$ - затраты времени на организационное обслуживание;

$T_{от}$ - затраты времени на личные надобности и отдых, мин.

$$T_{тех} = T_o \cdot t_{п} / T, \quad (2.31)$$

где $t_{п}$ - затраты времени на одну правку шлифовального инструмента, мин

T - период стойкости шлифовального круга, мин

Результаты расчета по вышеприведенным формулам представлен в таблице 2.8

Таблица 2.8 - Нормы времени

№ оп	Наименование оп	T_o мин	T_v мин	$T_{оп}$ мин	$T_{об.от}$ мин	$T_{п-з}$ мин	$T_{шт}$ мин	n	$T_{шт-к}$ мин
10	Токарная (черновая)	0,262	0,307	0,569	0,034	21	0,603	236	0,692
15	Токарная (черновая)	0,301	0,285	0,586	0,035	17	0,621	236	0,693
20	Токарная (чистовая)	0,217	0,407	0,624	0,037	21	0,661	236	0,750
25	Токарная (чистовая)	0,251	0,314	0,565	0,034	17	0,599	236	0,671
30	Сверлильная	0,481	0,333	0,814	0,049	26	0,863	236	0,973
35	Фрезерная	2,001	0,388	2,389	0,143	26	2,532	236	2,642
60	Бесцентровошлифовальная	0,121	0,303	0,424	0,043	12	0,467	236	0,518
65	Круглошлифовальная	0,239	0,307	0,546	0,064	14	0,610	236	0,576
70	Заточная	0,360	0,373	0,733	0,089	16	0,822	236	0,890
75	Заточная	0,392	0,954	1,346	0,139	16	1,485	236	1,553

3 Совершенствование операций с помощью научных исследований

3.1 Описание ситуации

И токарная черновая, и токарная чистовая обработка зенкера фасонного выполняется резцами со сменными многогранными пластинами, изготовленными из твердого сплава Т5К10, Т15К6.

Период стойкости данных пластин не удовлетворяет нас, по причине частой их смене, а это в свою очередь повышает себестоимость обработки изделия.

В итоге видно формирование противоречия – период стойкости режущих пластин не удовлетворяет требуемым характеристикам современного производства.

3.2 Анализ описанной ситуации

Как установили в процессе анализа повысить период стойкости пластин при снижении себестоимости обработки можно при понижении режимов резания.

А при понижении режимов резания будет снижаться производительность обработки, а это приводит нас к внедрению в техпроцесс нового оборудования, что повысит в итоге себестоимость изготовления зенкера.

То есть, происходит формирование технического противоречия: повышение периода стойкости инструмента снижает производительность обработки.

3.3 Разработка обобщенного технического решения

Для обеспечения высокого периода стойкости инструмента, режимы резания должны быть низкими.

Для того, чтобы себестоимость обработки была низкой, режимы резания должны быть высокими.

То есть, происходит формирование физического противоречия: период стойкости инструмента должен быть одновременно высоким и низким.

Идея: инструмент сам должен обеспечивать высокую стойкость и высокую производительность.

3.4 Поиск информации

При поиске необходимо обеспечить достаточную полноту и достоверность проводимого исследования методом кропотливого отбора при анализе и работе с патентной и технической информацией.

Источником патентной информации примем:

- 1) авторские свидетельства и патенты,
- 2) бюллетени изобретений,
- 3) реферативные сборники,
- 4) бюллетени изобретений стран мира,

а также технической литературы:

- реферативные журналы
- издания, охватывающие область обработки металла резанием, область конструкции режущих инструментов.

В результате поиска выбираем исследование «Экспериментальное исследование повышения стойкости режущего инструмента обработкой мощными импульсами тока»

3.5 Экспериментальное исследование повышения стойкости режущего инструмента обработкой мощными импульсами тока

Обработка мощными импульсами тока (ОМИТ) позволяет направленно изменять структуру и свойства металлов и сплавов, обладающих проводимостью. На сегодняшний день этот метод является, пожалуй, одним из наиболее перспективных, так как не требует сложного и дорогостоящего оборудования, прост в реализации и эффективен с экономической и технологической точек зрения из-за сравнительно низкого уровня энергозатрат (на 1-2 порядка ниже,

чем при термообработке) и простоты технологической оснастки. Кроме того, следует отметить, что при ОМИТ происходит залечивание внутренних дефектов структуры материала режущего инструмента. Подобный эффект невозможен при традиционной ТО и достигается путем применения специальной многоцикловой ТО, длительность которой составляет несколько часов, в то время как длительность ОМИТ не превышает нескольких секунд. Существенно различаются механизмы воздействия на структуру металлов в этих двух методах.

В качестве базового параметра ОМИТ используется величина удельной электрической энергии q (Дж/мм³):

$$q = \gamma \cdot C_p \cdot T_p, \quad (3.1)$$

где γ - плотность металла, кг/м³;

C_p - удельная теплоемкость при температуре рекристаллизации, Дж/(кг·°К);

T_p - температура начала рекристаллизации, °К.

Строго говоря, расчет по формуле (3.1) хотя и совпадает в пределах 30% с данными других авторов, но не учитывает динамики изменения сомножителей C_p и γ в процессе ОМИТ. Они не представляют собой константы и изменяются в зависимости от роста температуры, времени и, конечно, в результате изменения физических свойств обрабатываемого материала. Поэтому формула (3.1) должна по крайней мере иметь вид:

$$q_{\text{ин}} = T_p \cdot \int_{\tau_2}^{\tau_1} \int_{t_2}^{t_1} \gamma \cdot C \cdot d\tau \cdot dt. \quad (3.2)$$

Определить такую зависимость достаточно сложно, так как не всегда известен характер изменения вышеуказанных сомножителей. Следовательно, для технологических расчетов, связанных с определением верхней границы диапазона q , обеспечивающей максимальный ресурс пластичности материала, и, как следствие этого, для выбора источника питания может быть использована формула (3.1). Далее необходимо отметить, что максимальный рост пластич-

ности совпадает с падением предела прочности на 10-30% для большинства исследованных материалов, что связано с возникновением в этих условиях эффекта возврата. Предел прочности при ОМИТ значительно повышается при $q = k \cdot q_{пл}$, где $q_{пл}$ – удельная электроэнергия пластификации; k – тарифовочный коэффициент, определяемый экспериментально (обычно $k = 0,4-0,5$).

Благодаря указанным выше зависимостям диапазон поиска оптимальных параметров ОМИТ значительно сужается, что приводит к уменьшению эксперимента и его стоимости.

Эксперимент, в котором испытывались прошедшие ОМИТ твердосплавные пластины (ТСП) из сплава ТТ20К9 тип 2008-110, имел следующую последовательность. Партию ТСП подвергали ОМИТ. Во избежание пригаров и прижогов, связанных с перепадом плотностей тока на торцах режущих кромок ТСП, их вдавливали в легкоплавкий токопроводящий металл, а затем обработанные ТСП охлаждали в электроконтактах до нормальной температуры. После этого ТСП припаивали к основе для получения собственно резца. Была использована методика активного планируемого эксперимента для построения экспериментальной математической модели процесса. В качестве критериев оценки были выбраны: τ - время до затупления; δ - величина доверительного интервала, косвенно свидетельствующая о стабилизации свойств сплава ТТ20К9 после ОМИТ. Опыты проводили на скоростях резания $V_1 = 45$ м/с и $V_2 = 59$ м/с на токарном станке.

В качестве значимых факторов были выбраны: удельная электрическая энергия q (Дж/мм³) и общее число подаваемых импульсов n (1-3) при фиксированной величине q . Факторы и диапазоны их варьирования представлены в табл.3.1.

Таблица 3.1

Фактор	K_0 д	X_{i0}	ΔX_i	X_{i-} max	X_{imin}
Энергия ОМИТ q , Дж/мм ³	X_1	1,473	0,328	1,80	1,145
Число импульсов n , шт	X_2	2	1	3	1

Кроме перечисленных опытов (их план – см. табл. 9.3., опыты 0-4), прово-

дили еще два: на основном уровне и при заведомо избыточном количестве $q = 2,127 \text{ Дж/мм}^3$ (опыты 5 и 6 в табл. 3.2).

Таблица 3.2

Но- мер опыта	$X_1(q)$	$X_2(q)$	$V_1 = 45 \text{ м/с}$		$V_2 = 59 \text{ м/с}$		$q, \text{ Дж/мм}^3$
			$\tau_i \pm \delta$	τ_i/τ_0	$\tau_i \pm \delta$	τ_i/τ_0	
0			180 ± 42	1	22 ± 4	1	-
1	+	+	176 ± 23	0,978	97 ± 15	4,41	1,80
2	+	-	55 ± 7	0,309	37 ± 4	1,68	1,80
3	-	+	100 ± 28	0,556	40 ± 2	1,82	1,145
4	-	-	150 ± 53	0,833	158 ± 20	7,18	1,145
5	X_{10}	-	87 ± 44	0,483	57 ± 85	2,6	1,473
6	X_{20}	-	97 ± 22	0,522	14 ± 1	0,636	2,127

Уравнения регрессии, адекватные для скоростей V_1 и V_2 , имеют вид:

$$y_1 = 0,669 - 0,102 \cdot X_1 - 3,92 \cdot X_2 + 0,24 \cdot X_1 \cdot X_2; \quad (3.3)$$

$$y_2 = 3,773 - 0,728 \cdot X_1 + 0,613 \cdot X_2 + 2,0 \cdot X_1 \cdot X_2. \quad (3.4)$$

Очевидно, что при испытаниях ТСП на скорости резания V_1 эффект упрочнения не проявляется, и даже наблюдается снижение исходной стойкости. Однако положительным является то, что в опытах 1 и 2 проявляется эффект стабилизации свойств сплава ТТ20К9 в 1,83 и 6 раз соответственно, судя по уменьшению величины доверительного интервала.

При испытаниях на скорости резания V_2 наблюдается упрочнение в 4,41 и 7,18 раз (опыты 1 и 4 соответственно). Стабилизация свойств материала имеет место в данном случае в опытах 3 и 6 и не совпадает с режимами максимального упрочнения. Уравнения (3.3) и (3.4) показывают, что помимо величины удельной электрической энергии в одном импульсе большое влияние оказывает число импульсов. Таким образом, появляется дополнительная возможность

управления параметрами ОМИТ, которую можно назвать многоцикловой ОМИТ и которую впредь необходимо учитывать и при планировании экспериментов, и в технологических процессах. Что же касается разупрочнения, наблюдаемого при резании со скоростью V_1 , то здесь необходимо оценить и сопоставить величины «ущерба» и эффекта. Итак, средняя величина «ущерба», включая опыт 6, составляет приблизительно 40% в то время, как величина эффекта (по результатам 5-ти опытов) составляет 250%, т.е. в 6,25 раза больше. Кроме того, из практики известно, что высокая производительность реализуется на повышенных скоростях резания, которые обеспечивают уменьшение шероховатости поверхности детали и, следовательно, повышения её качества в целом.

Введение избыточного уровня электроэнергии, как и предполагалось, способствовало преимущественно термическому разупрочнению материала.

Следующим этапом эксперимента было совмещение ОМИТ с нанесением износостойкого покрытия. Разработанная методика предполагала применение ОМИТ с последующим нанесением износостойкого покрытия напылением. Таким образом, при испытаниях нагрузку воспринимал сначала напыленный слой и после того, как он изнашивался, «работал» упрочненный посредством ОМИТ объем ТСП.

Результатом применения комплексной технологии явилось повышение стойкости ТСП в 15 раз. Теоретически стойкость должна была увеличиться на 17-20 раз, но возможное недостаточное соблюдение технологии нанесения покрытия и собственно изготовления ТСП (имеется ввиду несоблюдение режимов термообработки), накладываемое на кинетику структурных превращений в металле при использовании интерполяции двух методов, не позволило получить идеальный эффект.

С целью установления влияния износостойких покрытий, нанесенных методами катодно-ионной бомбардировки (КИБ) и комбинированной ионно-плазменной обработки (КИПО), на сопротивление изнашиванию и напряжению трения, проведены эксперименты по определению влияния: азотирования; покрытия нитридом титана (КИБ); азотирования и покрытия нитридом титана (КИПО); износостойкого комплекса состава ИА-(Ti-Cr)-TiN (ИА – ионное азо-

тирование) (КИПО); износостойкого комплекса состава (Ti-Cr)-ИА-TiN.

Сравнить значения сопротивления изнашиванию и напряжения трения при различных покрытиях можно по табл.3.3., в которой приведены значения сопротивления изнашиванию и напряжения трения на участке установившегося износа при продольном течении стали 40Х твердосплавными резцами Т5К10 с различной упрочняющей обработкой при одинаковых режимах резания: $t=2$ мм, $S=0,3$ мм/об, $V=220$ м/мин, $T=20$ мин.

Таблица 3.3

Параметр	Значение параметра при покрытии					
	Т5К10	Т5К10- ИА	Т5К10- TiN	Т5К10- ИА-TiN	Т5К10- ИА-(Ti- Cr)-TiN	Т5К10- (Ti-Cr)- ИА-TiN
σ_j , Дж/м ³	1308	2139	12149	44218	48575	55239
τ , МПа	0,137	0,139	0,315	0,333	0,300	0,380

В заключение можно сказать, что применяемая в целях упрочнения режущего инструмента ОМИТ позволяет до 500% и более повышать его стойкость, что может использоваться на этапах его изготовления и эксплуатации. Наряду с одноразовой обработкой импульсным током можно применять циклическую ОМИТ для обеспечения максимума технологических возможностей предполагаемого метода. Максимальный эффект повышения стойкости инструмента может быть получен при совмещении метода обработки мощными импульсами тока с нанесением покрытия – износостойкого комплекса состава (Ti-Cr)-ИА-TiN - методом комбинированной ионно-плазменной обработки.

Графическое пояснение к проведенным научным исследованиям приведено на листе графической части данной работы.

4 Проектирование станочного приспособления

4.1 Анализ конструкции базового приспособления.

Цели проектирования

На сверлильной операции 030 для закрепления детали в базовом варианте применяются тиски самоцентрирующие с призматическими губками с ручным винтовым зажимом призм.

Основным недостатком данного приспособления является: низкая точность установки заготовки, большое время закрепления.

Поэтому основной задачей является проектирование специализированного наладочного приспособления с большей надежностью закрепления, большей точностью установки, меньшим временем зажима.

4.2 Расчет усилия резания

Для сверления:

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (4.1)$$

Осевая сила определяется по формуле:

$$P_o = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (4.2)$$

где C_m , C_p - поправочные коэффициенты; $C_m = 0,0345$; $C_p = 68$ [17, с.281];

q , y , - показатели степени;

для крутящего момента $q = 2.0$, $y = 0.8$, [17, с.281];

для осевой силы $q = 1.0$, $y = 0.7$, [17, с.281];

K_p - поправочный коэф.

$$K_p = K_{mp} \quad (4.3)$$

K_{MP} - поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [17,с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (4.4)$$

где σ_B – временное сопротивление;

n - показатель степени; $n = 0.75$ [17];

$$K_{MP} = \left(\frac{1080}{750}\right)^{0.75} = 1,31;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 11^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,31 = 15,09 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 11^{1,0} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1,31 = 3176 \text{ Н}$$

4.3 Расчет усилия закрепления

При точении детали на неё воздействуют несколько сил. С одной стороны сила резания стремится повернуть и отжать заготовку, а с другой стороны силы закрепления, удерживающие заготовку в требуемом положении. Определим силу закрепления, исходя из условия равновесия моментов представленных сил, учитывая требуемый коэффициент запаса. Схема составляющих сил резания для наихудшего случая их расположения, представлена на рисунке 4.1.

При обработке момент резания M при сверлении стремятся повернуть заготовку в призмах.

Повороту заготовки в призмах препятствуют силы трения T_1, T_2, T_3, T_4 , возникающие соответственно на поверхностях контакта призм с заготовкой. Момент сил трения будет равен:

$$M_{тр} = (T_1 + T_2 + T_3 + T_4) \cdot \frac{d}{2} \quad (4.5)$$

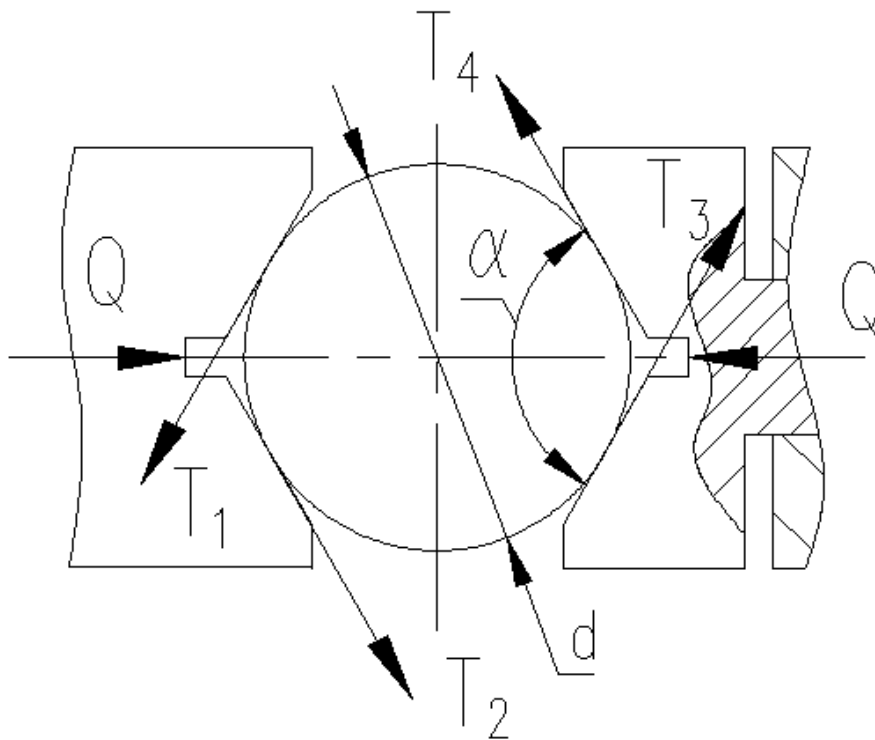


Рисунок 4.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Учитывая то, что

$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = \frac{Q \cdot f_{\text{оп}}}{4 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} \quad (4.6)$$

Получаем:

$$M_{\text{тр}} = \frac{2 \cdot Q \cdot f_{\text{оп}} \cdot \frac{d}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (4.7)$$

где W - усилие зажима;

$f_{\text{оп}}$ - коэф. трения в контакте призм с заготовкой;

$f_{\text{оп}} = 0.16$ [18];

d - диаметр поверхностей заготовки, контактирующих с призмами α - угол призмы; $\alpha = 120^\circ$.

Приравняв $M_{\text{рез}}$ и $M_{\text{тр}}$ и введя коэффициент запаса, получим формулу для расчёта усилия зажима:

$$Q = \frac{K \cdot M \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{d \cdot f_{\text{оп}}}, \quad (4.8)$$

где K - коэффициент запаса;

Коэффициент запаса [18,с.382]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (4.9)$$

где K_0 - гарантированный коэф. запаса; $K_0 = 1.5$ [18];

K_1 – коэф., учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки; $K_1 = 1.0$ [18];

K_2 – коэф., учитывающий увеличение силы резания вследствие затупления режущего инструмента; $K_2 = 1.2$ [18];

K_3 – коэф., учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании; $K_3 = 1.2$ [18];

K_4 – коэф., характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом; $K_4 = 1.0$ [18];

K_5 – коэф., характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма; $K_5 = 1.0$ [18];

K_6 – коэф., учитывающийся только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью; $K_6 = 1.0$ [18,].

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16.$$

Если $K < 2,5$, принимаем $K = 2.5$

Тогда усилие зажима

$$Q = \frac{2,5 \cdot 15,09 \cdot 10^3 \cdot \sin \frac{120}{2}}{22,43 \cdot 0,16} = 9103 \text{ Н}$$

4.4 Выбор конструкции и расчет зажимного механизма

Схема зажимного механизма представлена на рисунке 4.2.

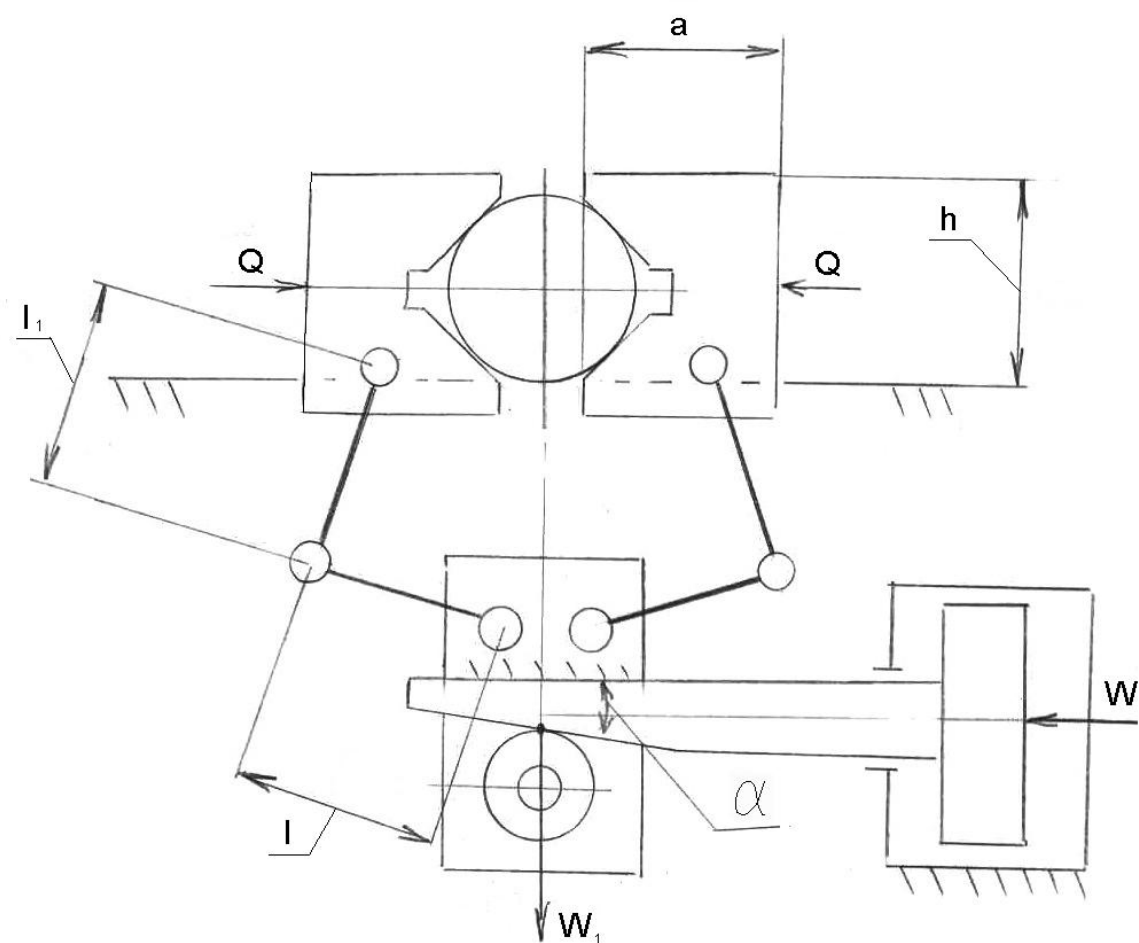


Рисунок 4.2- Схема зажимного механизма.

Определяем усилие W_1 , создаваемое силовым приводом, и передаваемое через зажимной механизм на призму:

$$W_1 = K_1 \cdot (1 + 2af/h)(l_1/l)Q, \quad (4.10)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в направляющих приспособления

$$K_1 = 1,1 \text{ [18, с. 153]}$$

f – коэффициент трения между направляющей поверхностью ласточкиного хвоста и пазом корпуса приспособления.

$$W_1 = 1,1 \cdot (1 + 2 \cdot 73 \cdot 0,1/34)(50/60) \cdot 9103 = 11927 \text{ Н}$$

Сила на приводе для зажимного механизма с двухпорным плунжером:

$$W = \frac{W_1}{\eta} \cdot [g(\alpha + \varphi_{пр}) + \text{tg}\varphi_{ГПР}], \quad (4.11)$$

где η - КПД привода;

α - угол скоса клина;

$\varphi_{пр}$ - приведенный угол трения на наклонной поверхности клина;

$\varphi_{ГПР}$ - приведенный угол трения на горизонтальной поверхности клина.

$$W = \frac{11927}{0,8} \cdot [g(\alpha + 2^{\circ}50') + \text{tg}2^{\circ}50'] = 3322 \text{ Н}$$

4.5 Выбор конструкции и расчет силового привода

В качестве привода принимаем пневмоцилиндр двустороннего действия с рабочим давлением 1,0 МПа.

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{W}{p \cdot \eta}}, \quad (4.12)$$

где p - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ - КПД привода.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{3322}{1,0 \cdot 0,9}} = 69 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ15608-81 ближайшее большее значение $D=80$ мм.

Ход призмы: $S = 5$ мм

Ход поршня: $S_p = 45$ мм

4.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Приспособление состоит из корпуса 5, на котором установлены все элементы приспособления. В корпусе по Т-образному направляющему пазу устанавливаются подкулачники 21. К подкулачникам винтами 34 с шайбами 46 крепятся призма 22 и направляющая 9. К направляющей на оси 15 с кольцом 41 крепится призма 23.

В центральном отверстии корпуса 5 установлена втулка 2. Рычаг 29 установлен в корпусе приспособления на оси 10. На концах рычага на осях 11 и 12 установлены сухари 25 и 26. Ось 10 фиксируется винтами 38 и 39. Рычаг своими плечами с сухарями 11 входит в паз подкулачника 21 и сухарями 12 в паз втулки 2. Втулка от проворота фиксируется с помощью штифта 31.

Отверстие корпуса закрывает крышка 8, которая крепится винтами 32 к корпусу 7.

К корпусу 5 с помощью винта 35 и штифта 48 установлен упор 30, служащий для определения осевого положения заготовки.

К втулке 2 крепится вилка 1. К вилке 1 с помощью оси 14 крепится ролик 28. В отверстие вилки 1 входит клин 4, который своим скосом давит на ролик 28. В пазы клина 1 входят оси 13, установленные в серьге 24, которая другим своим концом крепится к оси 14.

На конце клина 4 с помощью гайки 40 и стопорного винта 37 крепится поршень 17 пневмоцилиндра.

Отверстие пневмоцилиндра закрывает крышка 6, которая винтами 33 с шайбами 45 крепится к корпусу 5. Для уплотнения крышки 6 служит прокладка 18. Для уплотнения поршня служат кольца 44. Для уплотнения штока клина 4, проходящего через отверстие корпуса 1, к корпусу 1 на винтах 36 крепится крышка 7 с прокладкой 19 и кольцом 43.

Для предотвращения ударов поршня о стенки пневмоцилиндра, на поршне 17 и в выточке крышке 6 установлены демпферы 3.

Для установки приспособления на стол станка в корпусе на винтах 35

установлены две направляющие шпонки 47. Приспособление устанавливается по центральному Т-образному пазу стола станка и закрепляется Т-образными болтами.

Приспособление работает следующим образом:

Заготовка устанавливается в призмах 22 и 23 с опорой на упор 30. Призма 23 сделана самоустанавливающейся. При установке заготовки с кривой осью, призма, поворачиваясь на оси 15, гарантировано зажмет заготовку по двум концам.

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 17 движется влево, клин 4 давит на ролик 28, вилка 1 отходит вниз, тянет втулку 2, рычаги 29 поворачиваются на осях 10, призмы 22 и 23 движутся навстречу друг другу и прижимают заготовку.

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 17 отходит вправо, оси 13, скользят по пазу клина 4 и тянут за собой через серьги 24 вилку 1 вверх. Рычаги 29 поворачиваются на осях 10, призмы 22 и 23 движутся в обратном направлении и разжимают заготовку.

4.7 Расчет суммарных погрешностей приспособления

4.7.1 Выбор расчетного параметра и величины допусков.

Для основных размеров, выдерживаемых на сверлильной операции:

Для линейных размеров: $133,7 \pm 0,15$ мм - определяется точностью настройки инструмента – в расчетах не учитывается.

Для радиальных размеров: соосность 0,2 мм резьбового отверстия М10.

4.7.2 Определяем фактическую погрешность установки.

$$\varepsilon_{у\text{ фак}} = \varepsilon_{Б} + \varepsilon_{з} \quad (4.13)$$

где $\varepsilon_{Б}$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении

$\varepsilon_{Б} = 0$ - т.к. приспособление самоцентрирующее, измерительная и технологическая базы совпадают;

ε_3 – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил закрепления

Смещения измерительной базы под действием сил зажима в самоцентрирующем приспособлении $\varepsilon_3 = 0$

4.6.3 Определяем допустимую погрешность

$$\varepsilon_{\text{УП доп}} = \sqrt{T^2 - (k_{m2} \cdot \omega_{mc})^2} \quad (4.14)$$

где T - допуск на соосность резьбового отверстия относительно баз

k_{m2} - коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, $k_{m2} = 0,60 \dots 0,80$. Принимаем $k_{m2} = 0,60$

ω_{mc} - средняя экономическая точность обработки

Для принятых условий обработки (стальная заготовка, сверление центровых отверстий) $\omega_{mc} = 0,1$ мм

$$\varepsilon_{\text{УП доп}} = \sqrt{0,20^2 - (0,6 \cdot 0,1)^2} = 0,191 \text{ мм}$$

4.7.4 Проверяем условие $\varepsilon \leq [\varepsilon]$

$0 < 0,191$, условие $\varepsilon \leq [\varepsilon]$ выполняется

4.7.5 Определяем искомую погрешность изготовления (точность в сборе) приспособления по выбранным параметрам.

$$\varepsilon_{\text{П}} = T - k_m \sqrt{(k_{m1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{УП}}^2 + \varepsilon_{\text{И}}^2 + \varepsilon_{\text{ПИ}}^2 + (k_{m2} \cdot \omega_{mc})^2} \quad (4.15)$$

где $T = 0,20$ мм - допуск на соосность резьбового отверстия отверстий относительно баз

k_m – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, $k_m = 1,0 \dots 1,2$

Принимаем $k_m = 1,2$

k_{m1} - коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках,

$k_{m1} = 0,80 \dots 0,85$. Принимаем $k_{m1} = 0,80$

$$k_{m2} = 0,60$$

$$\omega_{mc} = 0,1 \text{ мм}$$

ε_{yII} – погрешность установки приспособления на станке

$$\varepsilon_{yII} = S_{\max} \cdot l/L, \quad (4.16)$$

При посадке на направляющие шпонки для посадки 18H8/g6 $S_{\max} = 0,046 \text{ мм}$

$$\varepsilon_{yII} = 0,046 \cdot 200/196 = 0,047 \text{ мм}$$

ε_{II} – погрешность положения заготовки, возникающая в результате изнашивания установочных элементов приспособления

Для самоцентрирующего приспособления при равномерном износе призм $\varepsilon_{II} = 0$

ε_{III} – погрешность от перекоса инструмента в элементах (устройствах) для направления и определения его положения и траектории

$\varepsilon_{III} = 0$, т.к в приспособлении отсутствуют направляющие элементы

$$\varepsilon_{IP} = 0,20 - 1,2 \sqrt{0 + 0 + 0,047^2 + 0 + 0 + (0,6 \cdot 0,1)^2} = 0,104 \text{ мм}$$

Таким образом, допустимая точность отклонения параллельности призм не должна превышать 0,104 мм.

5 Проектирование средств контроля

5.1 Анализ конструкции базового приспособления.

Цели проектирования

На Оп 085 Контрольная происходит окончательный выборочный контроль геометрических параметров корпуса.

После шлифовальных и заточных операций происходит контроль биения режущих кромок относительно конуса Морзе хвостовика, пов. 4.

В базовом варианте контроль производится на цанговой оправке механическим индикатором с ценой деления 0,01 мм.

5.2 Описание сущности усовершенствований

В отличие от базового варианта с механическим индикатором с ценой деления 0,01 мм применим электронный индикатор TESA DIGICO 11 со следующими параметрами:

- жидкокристаллический дисплей с высотой символов 8,5 мм;
- обнуление и фиксация значений в любом месте диапазона показаний;
- угол поворота дисплея 270°;
- функция предустановки параметров;
- управление двумя кнопками;
- отображение результатов измерения в миллиметрах и дюймах;
- максимальная скорость перемещения 1,5 м/с;
- повторяемость и погрешность отсчета: 2 мкм;
- интерфейс RS-232C;
- автономное питание от батарей (≈ 4000 ч);
- температурный режим эксплуатации: +5°C...+40 °C;
- электромагнитная совместимость: EN 50081-1: 1993, EN 50082-1: 1993

Дополнительные функции:

- ввод предельных значений для сортировки;

- хранение значений используемых функций «Самое высокое значение», «Самое низкое значение», «Самое высокое значение минус самое низкое значение»;
- счетчик обратного хода.
- Диапазон измерений, мм / дюйм: 12,5 / 0,5
- Дискретность цифровой шкалы, мм / дюйм: 0,001 / 0,00005



Рисунок 5.1 - Электронный индикатор TESA DIGICO 11

5.3 Описание конструкции приспособления

Описание конструкции приспособления.

Приспособление содержит основание 4, к которой с помощью винтов 12 с шайбами 14 и штифтами 16 крепится стойка 6, в отверстии которой устанавливается оправка 2, на которую устанавливается контролируемая заготовка.

К основанию 4 с помощью винтов 11 с шайбами 13 крепится плита 5, на которую устанавливается стойка 7, в отверстии которой установлен индикатор 1, который крепится в помощью винта 10.

К основанию 4 винтами 9 крепится табличка 8 с маркировкой приспособления.

Приспособление работает следующим образом.

При контроле биения относительно конуса хвостовика деталь устанавливается в цанговой оправке 2, отжимной винт которой закручивается, цанги сдвигаются и центрируют деталь. Вставка индикатора 1 подводят к контролируемой поверхности, оправку 2 поворачивают на 360° и определяют максимальные отклонения показаний индикатора. Разница показаний индикатора и определяет величину биения.

У индикатора есть возможность ввода предельных контролируемых значений полей допусков и годность детали можно определять не по разнице показаний индикатора, а по светодиодной индикацией:

- «зеленый» - годный
- «красный» - брак
- «желтый» - доработать

6 Проектирование средств автоматизации

6.1 Выбор и проектирование робото-технического комплекса механической обработки

Разработку планировки РТК будем проводить, принимая во внимание следующие условия: должны обеспечиваться условия техники безопасности, удобства эксплуатации и обслуживания оборудования.

Исходя из данных условий, компоуем РТК следующим образом: промышленный робот (ПР) располагаем перед станком как можно ближе к рабочим приспособлениям станка с таким расчетом, чтобы деталь при загрузке не задевала выступающих частей рабочих приспособлений (кулачков патрона).

Положение ожидания ПР выбираем таким образом, чтобы робот не мешал открыванию и закрыванию защитного экрана станка, но не слишком далеко от шпинделя, в целях сокращения вспомогательного времени. По высоте ПР располагаем так, чтобы ось манипулятора была над осью вращения шпинделя.

Транспортер-накопитель с заготовками располагаем слева от ПР на одной оси с осью шпинделя. Транспортер-накопитель с обработанными деталями для передачи на другую операцию располагаем справа от ПР.

На основе конструктивных параметров обрабатываемой заготовки, техпроцесса их обработки и выбранного станка по выбираем транспортер-накопитель СТ220, предназначенный для хранения запаса заготовок и подачи их в зону захвата грузозачерпывающим устройством (в зону смены деталей на транспортере-накопителе).

Основные параметры транспортера-накопителя СТ-220:

длина $L=3260$ мм, ширина $B=700$ мм, высота $H=700 \dots 850$ мм, количество пластин $n_{ст}=24$, грузоподъемность одной пластины $q=10$ кг, ширина пластины $A=220$ мм, длина пластины $B=252$ мм.

Рабочая площадь пластины: ширина пластины $b=A=220$ мм, длина пла-

стины $l=220$ мм.

Технические характеристики промышленного робота М20П.40.01:

Грузоподъемность, кг	20
Число степеней подвижности	5
Число рук	1
Наибольший вылет руки R, мм	1100
Линейные перемещения, мм:	
по оси Z	500
по оси R	1100
Скорость перемещения, м/с:	
по оси Z	0,008...0,5
по оси R	0,008...1,0
Угловые перемещения, град:	
в направлении α	-90...180
в направлении β	$\pm 3,5$
в направлении θ	300
Скорость угловых перемещений, град/с:	
в направлении α	60
в направлении β	30
в направлении θ	0,001...0,06
Погрешность позиционирования, мм	$\pm 1,0$

Общий вид робото-технического комплекса (РТК) приведен на рисунке 6.1.

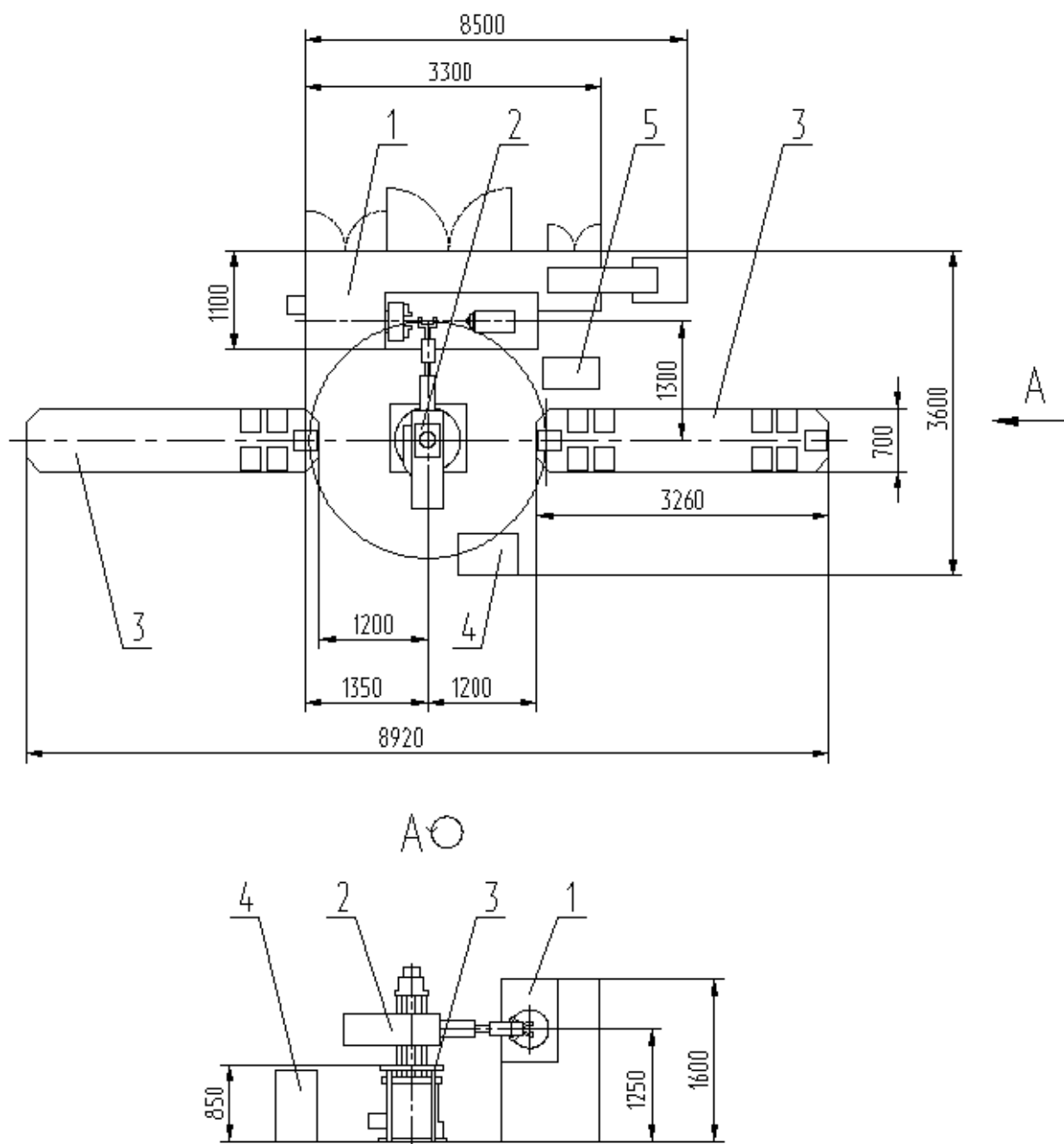


Рисунок 6.1- Схема компоновки РТК

- 1 - Токарный станок с ЧПУ AC16K25Ф3/1000
- 2 - Промышленный робот М20П.40.01
- 3 - Тактовый стол СТ 220
- 4 - УЧПУ робота "Контур"
- 5 - УЧПУ станка 2P22

Произведем расчет захватного устройства промышленного робота для

установки заготовки на операциях 010-025.

6.2 Выбор и проектирование захватного устройства промышленного робота

6.2.1 Расчет нагрузок и реакций в губках

Определим точки приложения сил, реакции в губках для наихудшего случая положения детали в случае ее вертикального перемещения. Схема закрепления показана на рисунке 6.2

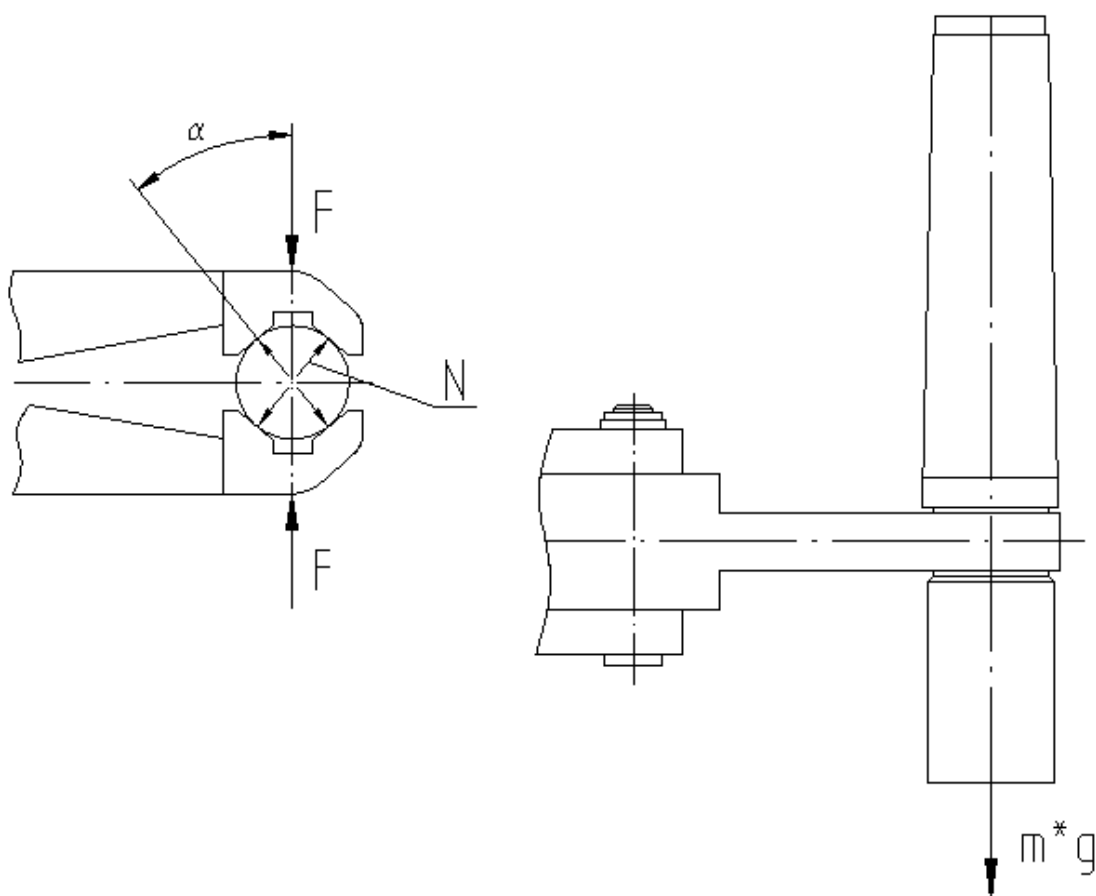


Рисунок 6.2 - Схема закрепления заготовки

Силы захватывания, которые требуются для удержания заготовки в процессе ее перемещения определим по формуле:

$$F = K_1 \cdot K_2 \cdot M \cdot g, \quad (6.1)$$

где K_1 -коэффициент безопасности;

принимаем $K_1=3$;

K_2 -коэффициент передачи;

$$K_2 = \sin\alpha / (2 \cdot \mu) , \quad (6.2)$$

где μ -коэффициент трения в месте контакта губок с заготовкой;

Принимаем $\mu = 0,1$

M -масса заготовки, кг

$g=9,8 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения

Тогда:

$$F = 3 \cdot 0,55 \cdot 9,8 \cdot \sin 40 / (2 \cdot 0,1) = 52 \text{ Н}$$

6.2.2 Расчет усилия привода

Определим момент и силы привода захватного устройства.

Расчетная схема захватного устройства показана на рисунке 6.3

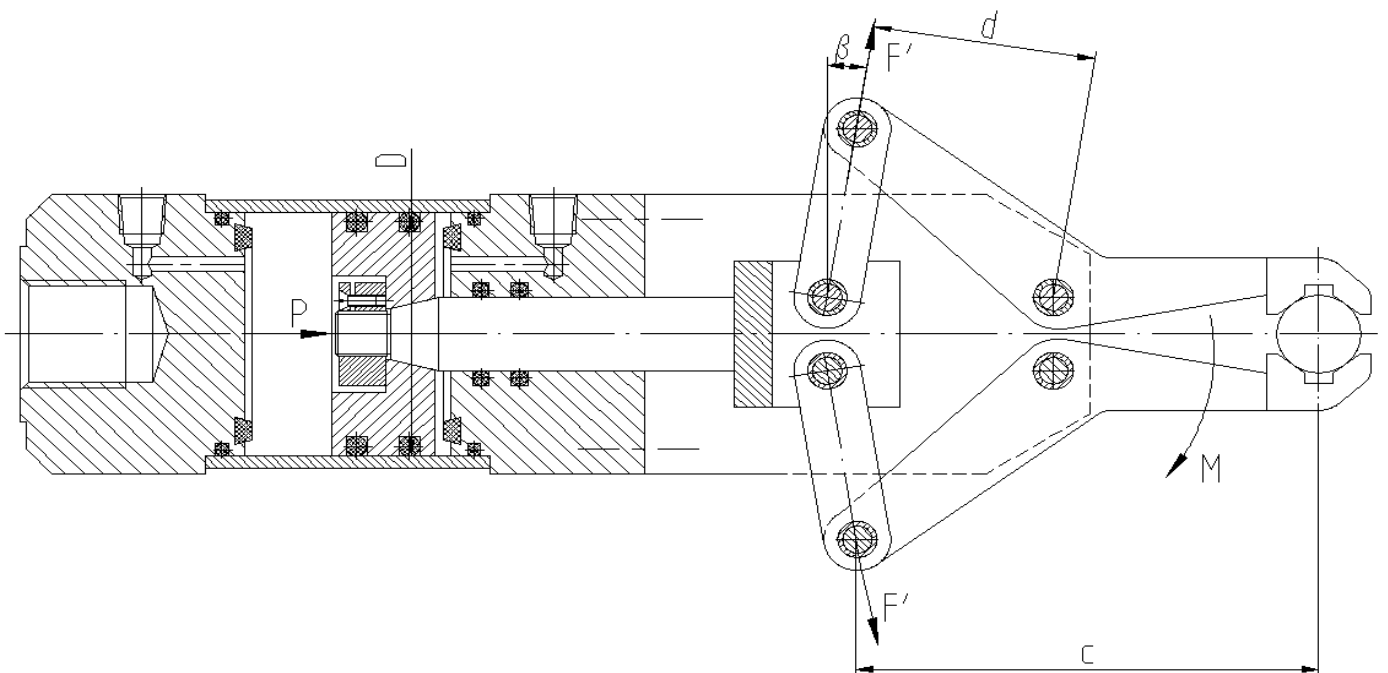


Рисунок 6.3 - Схема захватного устройства

Соотношение между силой Р привода, силами на губках захватного устройства определим из условия статического равновесия.

Имеем:

$$F' = P / (2 \cdot \sin\beta) \quad (6.3)$$

Тогда из условия $\Sigma F=0$ в точке А имеем:

$$F' \cdot c = F \cdot d \quad (6.4)$$

Откуда

$$F' = F \cdot d / c$$

Сила на штоке пневмоцилиндра с учетом КПД механизма:

$$P = F \cdot c / (2 \cdot d \cdot \eta \cdot \sin\beta) \quad (6.5)$$

Тогда для наихудшего положения сила на штоке:

$$P = 52 \cdot 110 / (2 \cdot 53 \cdot 0,9 \cdot \sin 10) = 345 \text{ Н}$$

6.2.3 Определение конструктивных параметров привода

В качестве привода принимаем пневмопривод с рабочим давлением $p=0,4$ МПа.

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра.

$$D = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{P}{p \cdot \eta}} = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{345}{0,4 \cdot 0.85}} = 37,2 \text{ мм}$$

Принимаем конструктивно с учетом габаритов приспособления и присоединительного диаметра М30 по ГОСТ15608-81 стандартное значение $D = 63$ мм.

Ход губок, необходимый для захвата деталей равен 10 мм.

Ход штока пневмоцилиндра с учетом запаса хода равен 18 мм

6.2.4 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Описание захватного устройства:

Захватное устройство содержит рычаги 12, в призматических губках которых устанавливается заготовка. Рычаги установлены в угольниках 14 на осях 10, зафиксированных кольцами стопорными 7 с шайбами 15. Рычаги 12 с помощью осей 9 соединены с рычагами 13, которые другим концом соединены со штоком 16. На конце штока 16 установлен поршень 11, закрепленный гайкой 20 со стопорным винтом 19.

Пневмоцилиндр состоит из двух крышек 4 и 5, установленных во втулке 6 и скрепленных винтами 18 с шайбами 24. Винты 17 крепят угольники 14 к крышке 5. Для точного центрирования угольники 14 установлены с помощью штифтов 25. Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены резиновые кольца 21,22,23. Для предотвращения ударов поршня о стенки пневмоцилиндра, в крышках 4 и 5 установлены демпферы 3. Давление в цилиндр подается через два отверстия с резьбой R1/4".

Устройство работает следующим образом:

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 11 толкает шток 16, рычаг 13 отходит вперед и толкает рычаг 12, который поворачивается вокруг оси 10 и призматическими губками зажимает заготовку. При подаче воздуха в штоковую полость шток с рычагами отходит влево и разжимает заготовку.

7 Проектирование производственного участка

При проектировании механического цеха или его отдельного участка необходимо учитывать ряд особенностей конструкции детали, ее материал, тип производства и многое другое.

7.1 Выбор типа промышленного здания

Для легкового автомобилестроения обычно выбирается в качестве основных производственных зданий одноэтажные здания с конструктивной схемой с полным каркасом (учитывается тип цеха)

Тип цеха: обрабатывающий механический.

Размеры здания цеха определяются на основе единой модульной системы (ЕМС) и инструкции СНИП II А4.

Так как в цехе в наличии имеются подвесные кранбалки, то ширина пролетов принимается 24 м, а высота здания 8,4 м. Шаг средних колонн- 12 м, а шаг крайних (присяжных) колонн принимаем- 6 м.

Максимальная ширина секции принимается –144 м (стандартная ширина по предельному расстоянию между продольными температурными швами).

Основную сетку колонн принимаем 24x12м.

7.2 Проектирование участка изготовления детали

Произведем расчёт всех параметров производственного участка по механической обработки зенкеров, на котором обрабатывается деталь «зенкер фасонный». Участок состоит из универсальных и специализированных станков. Загрузка деталей на станки осуществляется вручную. Транспортировка деталей между станками осуществляется в кассетах электрокаром.

Исходные данные для расчета основных параметров производственного участка приводим в таблице 7.1

Таблица 7.1 - Исходные данные для расчета основных параметров производственного участка.

№	Наименование параметра	Единица измерения	Индекс	Значение
1	Годовая программа выпуска деталей	шт	P_r	10000
2	Планировочный размер потерь рабочего времени на отпуск рабочих	%	B_o	12
3	Число рабочих смен в сутки		n_{cm}	2
4	Продолжительность рабочей смены	мин	T_{cm}	480

Базовый и проектный техпроцесс изготовления деталей с указанием номеров и наименований операций, применяемого оборудования, основного и штучно-калькуляционного времени представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2

№ оп	Наименование операции	Наименование оборудования Базовый вариант (проектный вариант)	$T_o/T_{шт-к}$, мин Базовый вариант (проектный)
010	Токарная черновая	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000	0,262/0,692
015	Токарная черновая	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000	0,301/0,693
020	Токарная чистовая	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000	0,217/0,750
025	Токарная чистовая	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000	0,251/0,671
030	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Р135 (Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2)	(1,233/2,140) 0,481/0,973
035	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	2,001/2,642
040	Слесарная	Электрохимический 4407	0,100/0,370
060	Бесцентровошлифовальная	Бесцентровошлифовальный п/а 3М182А	0,121/0,518
065	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный п/а 3М151	0,239/0,576
070	Заточная	Универсально-заточной 3Б642	0,360/0,890
075	Заточная	Универсально-заточной 3Б642	0,392/1,553
045 080	Моечная	Камерная моечная машина	0,140/0,380

7.2.1 Годовой номинальный фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_n = (D_p \cdot T_{см} - D_{п} \cdot T) \cdot n_{см}, \quad (7.1)$$

где D_p – количество рабочих дней в году;

$$D_p = 365 - 52 - 52/2 - 10 = 277 \text{ дн};$$

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$D_{п}$ – количество предпраздничных дней; $D_{п} = 8$ дн;

T – количество часов, на которое сокращается рабочая смена в предпраздничные дни; $T = 1$ ч;

$n_{см}$ – количество рабочих смен в сутках.

$$\Phi_n = (277 \cdot 8 - 8 \cdot 1) \cdot 2 = 4416 \text{ ч.}$$

7.2.2 Годовой эффективный фонд времени работы оборудования для среднесерийного производства:

$$\Phi_{э} = \Phi_{ном} \cdot K_{рем} \cdot K_{загр} \quad (7.2)$$

где $K_{рем}$ – коэффициент, учитывающий размер плановых потерь времени на ремонт оборудования $K_{рем} = 0,9 \dots 0,95$

$K_{загр}$ – коэффициент, учитывающий среднюю загрузку оборудования по времени. $K_{загр} = 0,8 \dots 0,9$

$$\Phi_{э} = 4416 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 3775 \text{ ч}$$

7.2.3 Трудоемкость работ.

Средний разряд работ на участке- 4

7.2.4 Годовая трудоемкость обработки деталей

$$T_{\Gamma} = \Pi_{\Gamma} \cdot T_{\text{шт-к}} \quad (7.3)$$

7.2.5 Количество оборудования на каждой операции:

$$C_{\text{расч}} = \frac{T_{\Gamma}}{60 \cdot \Phi_{\text{Э}}} \quad (7.4)$$

Округляя результаты до ближайшего большего целого числа, получим принятое количество оборудования на каждой операции $C_{\text{пр}}$.

7.2.6 Общее количество оборудования на участке:

$$C_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^m C_i \quad (7.5)$$

7.2.7 Коэффициент загрузки оборудования на каждой операции:

$$K_3 = \frac{C_{\text{расч}}}{C_{\text{пр}}} \quad (7.6)$$

7.2.8 Средний коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{3.\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{3i}}{m} \quad (7.7)$$

Результаты расчётов по операциям сведём в таблицу 7.3

Таблица 7.3 - Количество рабочих мест и их коэффициент загрузки базовый вариант (проектный)

№ операции	$C_{расч.}$	$C_{пр.}$	$C_{общ}$	K_3	$K_{3,ср}$
1	2	3	4	5	6
010	0,0305	1	12(12)	0,0305	0,0562 (0,0393)
015	0,0305	1		0,0305	
020	0,0331	1		0,0331	
025	0,0296	1		0,0296	
030	0,094 (0,0429)	1 (1)		0,094 (0,0429)	
035	0,116	1		0,116	
040	0,0163	1		0,0163	
060	0,0228	1		0,0228	
065	0,0254	1		0,0254	
070	0,0393	1		0,0393	
075	0,0685	1		0,0685	
045,080	0,0167	1		0,0167	

7.2.10 График загрузки оборудования на участке (проектный вариант):

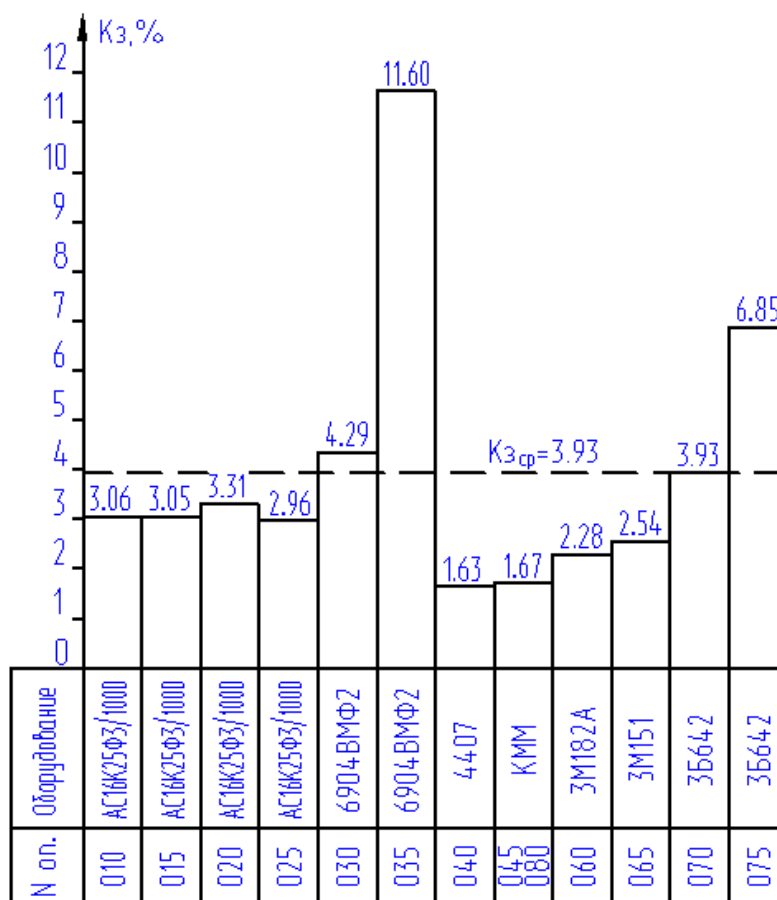


Рисунок 7.1

7.2.11 Количество рабочих на участке

Промышленно-производственный персонал участка состоит из производственных и вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников (ИТР), служащих и младшего обслуживающего персонала (МОП)

Количество основных рабочих на участке определяем по формуле для серийного производства:

$$P = \frac{\Sigma T_{\text{шт-к}}}{\Phi_{\text{эр}} \cdot K_{\text{мн}}} \quad (7.8)$$

где $\Phi_{\text{эр}}$ - действительный годовой фонд времени рабочего

$K_{\text{м}}$ - коэффициент многостаночного обслуживания в серийном производстве $K_{\text{м}}=1,3$

$$\Phi_{\text{эр}} = [(D_{\text{КАЛ}} - B - \Pi) \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{ИТР}} \cdot 2] \cdot [1 - \frac{B}{100}], \quad (7.9)$$

где $v=12\%$ - планируемый процент времени на отпуска рабочих, болезни и т.д.

$$\Phi_{\text{эр}} = [(365 - 104 - 10) \cdot 8 - 8 \cdot 2] \cdot [1 - \frac{12}{100}] = 1753 \text{ ч.}$$

Базовый вариант

$$P = 11,204 \cdot 10000 / 1753 \cdot 1,3 \cdot 60 = 0,90$$

Принимаем 1 рабочего (из расчета программы выпуска 10000 шт, без учета дозагрузки оборудования)

Проектный

$$P = 10,037 \cdot 10000 / 1753 \cdot 1,3 \cdot 60 = 0,81$$

Принимаем 1 рабочего (из расчета программы выпуска 10000 шт, без учета дозагрузки оборудования)

Вспомогательные рабочие 35% от числа производственных рабочих

Базовый вариант

$$P_B = 1 \cdot 0,35 = 0,35$$

Принимаем 1 рабочего

Проектный

$$P_B = 1 \cdot 0,35 = 0,35$$

Принимаем 1 рабочего

ИТР – 12% от числа рабочих

$$ИТР_Б = 0,12 \cdot 2 = 0,24 = 1$$

$$ИТР_{Пр} = 0,12 \cdot 2 = 0,24 = 1$$

$$МОП_Б = 1$$

$$МОП_{Пр} = 1$$

8 Безопасность и экологичность технического объекта

8.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 8.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Отрезка	Абразивно-отрезная операция	Заготовитель (резчик металла)	Абразивно-отрезной станок СИ-30	Металл
2	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000	Металл, СОЖ
3	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Металл, СОЖ
4	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Металл, СОЖ
5	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный п/а 3М151	Металл, СОЖ
6	Бесцентровое шлифование	Бесцентрово-шлифовальная операция	Шлифовщик	Бесцентровошлифовальный п/а 3М182А	Металл, СОЖ
7	Затачивание	Заточная операция	Заточник	Универсально-заточной 3Б642	Металл, СОЖ

8.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 8.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	Абразивно-отрезная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте	Абразивно-отрезной станок СИ-30
2	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000
3	Сверлильная операция Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ), острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2
4	Круглошлифовальная операция Бесцентровошлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Круглошлифовальный п/а 3М151 Бесцентровошлифовальный п/а 3М182А
5	Заточная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Универсально-заточной 3Б642

8.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора.

Таблица 8.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные
3	Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания	Противошумные наушники, вкладыши, шлемы
5	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Притупление острых кромок, удаление заусенцев на слесарных операциях	Перчатки, рукавицы, напальчники

8.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

8.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (А);
- 2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (С);
- 4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);
- 5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е);
- 6) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;

- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефтегазо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;

2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;

3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;

5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 8.4.

Таблица 8.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок лезвийной обработки	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000 Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества Воздействие огнетушащих веществ

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
2	Участок абразивной обработки	Абразивно-отрезной станок СИ-30 Круглошлифовальный п/а 3М151 Бесцентровошлифовальный п/а 3М182А Универсально-заточной 3Б642	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества. Воздействие огнетушащих веществ

8.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта)

Таблица 8.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект дизэлектрический	Автоматические извещатели

8.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара.

Таблица 8.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

8.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

8.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 8.7.

Таблица 8.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерование	Горизонтальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

8.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (дипломного проекта) согласно нормативных документов.

Таблица 8.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Фрезерование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «сухих» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

8.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления зенкера фасонного, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления зенкера фасонного, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

9 Экономическая эффективность проекта

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического проекта, произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

9.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Программа выпуска – 10000 шт. Материал детали – сталь Р18Ф. Метод получения заготовки – прокат. Масса детали – 0,45 кг, масса заготовки – 0,69 кг.

Остальная краткая характеристика с необходимыми данными по писанию изменений в вариантах технологического процесса, представлена в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Описание изменений по сравниваемым вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 030	
<p>Производится центрирование, сверление, снятие фасок и нарезание резьбы</p> <p><u>Оборудование</u> – вертикально-сверлильный станок, модель 2Р135.</p> <p><u>Оснастка</u> – тиски универсальные с ручным приводом.</p> <p><u>Инструмент:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – сверло центровочное Ø3,15, Р6М5К5, То=0,285 мин.; – сверло спиральное Ø11, Р6М5К5, То=0,233 мин.; – зенковка Ø15, Р6М5К5, То=0,257 мин.; – метчик машинный М10×1,5, Р6М5К5, То=0,458 мин. <p>Итого: То= 2,14 мин Тшт=1,233 мин</p>	<p>Производится сверление отверстий с одновременным снятием фасок и нарезание резьбы</p> <p><u>Оборудование</u> – Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ</p> <p><u>Оснастка</u> – специальное самоцентрирующее приспособление с пневмоприводом.</p> <p><u>Инструмент:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – сверло комбинированное Ø9/11, Р18К5Ф2, То=0,309 мин.; – метчик машинный М10×1,5, Р18К5Ф2, То=0,172 мин. <p>Итого: То= 0,481 мин Тшт=0,973 мин</p>
<p>Тип производства – среднесерийный</p> <p>Условия труда – нормальные.</p> <p>Форма оплаты труда – повременно-премиальная</p>	

Необходимые исходные данные по оборудованию, приспособлению, инструменту и т.д. заносим в таблицу. 9.2. Представленные значения не будут учитывать затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию (табл. 9.1), ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Таблица 9.2 – Исходные данные для расчета экономической эффективности

№	Исходные данные	Обозначение	Единица измерения	Числовое значение	
				Базовый	Проектный
1	Трудоемкость проектирования технологии или техники	$T_{ТР.ПР}$	час	–	615
2	Цена единицы оборудования	$C_{ОБ}$	руб.	1363280	3027320
3	Выручка от реализации изношенного оборудования (5% от цены)	$B_{Р.ОБ}$	руб.	68164	151366
4	Цена одной единицы приспособления	$C_{ПР}$	руб.	13560,5	20515,3
5	Выручка от реализации изношенного приспособления	$B_{Р.ПР}$	руб.	2712,1	4163,06
6	Цена единицы рабочего инструмента	$C_{И}$	руб.	86,4 158,4 235,2 153,6	384 196,8
7	Выручка от реализации изношенного инструмента	$B_{Р.И}$	руб.	17,3 31,7 47,1 30,7	76,8 39,4
8	Количество переточек	$H_{ПЕР}$		62 62 20 7	62 7
9	Цена одной переточки	$C_{ПЕР}$	руб.	114,8 114,8 17,1 105,3	114,8 105,3
10	Стойкость одной переточки	$T_{И}$	час	0,5 0,5 0,8 0,5	0,5 1

№	Исходные данные	Обозначение	Единица измерения	Числовое значение	
				Базовый	Проектный
11	Коэффициент случайной убыли инструмента	$K_{уб}$		1,25	1,1
				1,25	1,1
				1,12	
				1,25	
12	Часовая тарифная ставка рабочего	$C_{ч}$	руб./час	72,24	67,71
13	Часовая тарифная ставка наладчика	$C_{чн}$	руб./час	–	97,67
14	Часовая заработная плата конструктора, технолога	$C_{ч.ТЕХ}$	руб./час	–	77,8
15	Габариты станка	$R_{уд}$	м ²	0,9	5,2
16	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь станка	$K_{доп.пл}$		5	4
17	Стоимость эксплуатации 1м ² площади здания в год	$Ц_{пл}$	руб/м ²	4500	4500
18	Установленная мощность единицы оборудования	$M_{уст}$	кВт	4	11
19	Коэффициент загрузки оборудования	$K_з$		0,074	0,034
20	Количество оборудования	$N_{об}$	шт.	1	1
21	Количество наименований деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ	$N_{дет}$	шт.	–	25
22	Среднесуточный запуск деталей	$P_{сут}$	шт.	–	28
23	Длительность производственного цикла	$T_{ц}$	дней	–	0,22
24	Цена за 1 кВт электроэнергии	$Ц_{э.э}$	руб./кВт	2,582	
25	Цена за 1 м ³ воды	$Ц_{в}$	руб./м ³	4,479	
26	Цена за 1 м ³ сжатого воздуха	$Ц_{сж}$	руб./м ³	0,279	

9.2 Расчет капитальных вложений в совершенствование ТП

Для определения капитальных вложений, так же будем использовать уже представленные методические указания [10], которые, учитывая описанные изменения, позволят определить необходимые средства для вложений. Прини-

мая во внимание тот факт, что изменениям подверглись лишь приспособления и инструмент, определим величину капитальных вложений с учетом этих особенностей по формулам (9.1) – (9.12). Так как интерес для нас представляет проектируемый вариант, то и расчеты будем вести только данному варианту, без учета базового.

$$З_{\text{ГР}} = T_{\text{ГР.ГР}} \cdot C_{\text{Ч.ТЕХ}}, \text{ руб.} \quad (9.1)$$

$$K_{\text{ОБ}} = \sum H_{\text{ОБ}} \cdot Ц_{\text{ОБ}} \cdot k_3, \text{ руб.} \quad (9.2)$$

$$K_{\text{М}} = K_{\text{ОБ}} \cdot k_{\text{МОИТ}}, \text{ руб.} \quad (9.3)$$

$$K_{\text{ТР}} = K_{\text{ОБ}} \cdot 0,05, \text{ руб.} \quad (9.4)$$

$$K_{\text{ГР}} = \sum H_{\text{ГР}} \cdot Ц_{\text{ГР}} \cdot k_3, \text{ руб.} \quad (9.5)$$

$$K_{\text{И}} = \sum \frac{Ц_{\text{И}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot N_{\text{Г}} \cdot k_{\text{УБ}} \cdot H_{\text{И}}}{T_{\text{И}} \cdot (1 + i_{\text{ПЕР}})^{60}}, \text{ руб.} \quad (9.6)$$

$$K_{\text{Э.ПЛ}} = \sum H_{\text{ОБ}} \cdot P_{\text{УД}} \cdot k_{\text{ДОП}} \cdot k_3 \cdot Ц_{\text{Э.ПЛ}}, \text{ руб.} \quad (9.7)$$

$$K_{\text{А}} = 0,06 \cdot \sum H_{\text{ОБ}} \cdot Ц_{\text{ОБ}} \cdot k_3, \text{ руб.} \quad (9.8)$$

$$\text{НЗП} = \Pi_{\text{СУТ}} \cdot T_{\text{Ц}} \cdot C_{\text{ТЕХ}}, \text{ руб.} \quad (9.9)$$

$$З_{\text{ДЕМ}} = 0,1 \cdot \sum H_{\text{ОБ}} \cdot Ц_{\text{ОБ.ДЕМ}}, \text{ руб.} \quad (9.10)$$

$$B_{\text{РЕАЛ}} = 0,05 \cdot \sum H_{\text{ОБ}} \cdot Ц_{\text{ОБ.ДЕМ}}, \text{ руб.} \quad (9.11)$$

$$K_{\text{ВВ.ГР}} = З_{\text{ГР}} + K_{\text{ОБ}} + K_{\text{М}} + K_{\text{ТР}} + K_{\text{ГР}} + K_{\text{И}} + K_{\text{Э.ПЛ}} + K_{\text{А}} + \text{НЗП} + З_{\text{ДЕМ}} - B_{\text{РЕАЛ}}, \text{ руб.} \quad (9.12)$$

Для расчетов значений по формулам (9.1) – (9.12) использовалось программное обеспечение Microsoft Excel, а полученные значения записаны в таблице 9.3

Таблица 9.3 – Расчетные значения, входящие в капитальные вложения по проектируемому варианту

№ п/п	Наименование параметра, условное обозначение и единица измерения	Значение параметра
1	Затраты на проектирование, $Z_{ПР}$, руб.	47847
2	Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование, $K_{ОБ}$, руб.	101895,06
3	Затраты на доставку и монтаж оборудования, K_M , руб.	11208,46
4	Затраты на транспортные средства, $K_{ТР}$, руб.	5094,75
5	Затраты на приспособление, $K_{ПР}$, руб.	700,61
6	Затраты на инструмент, K_I , руб.	1466,31
7	Затраты на эксплуатацию производственной площади, $K_{Э.Пл}$, руб.	3150,44
8	Стоимость аппаратуры для записи программ (для станков с ЧПУ), K_A , руб.	6113,7
9	Оборотные средства в незавершенном производстве (для станков с ЧПУ), $HЗП$, руб.	31,83
10	Затраты на демонтаж заменяемого оборудования, $Z_{ДЕМ}$, руб.	136328
	Выручка от реализации высвобожденного оборудования, $V_{РЕАЛ}$, руб.	68164
	Итого капитальные вложения в проектируемый вариант, $K_{ВВ.ПР}$, руб.	245672,16

9.3 Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов

Основными элементами, входящими в технологическую себестоимость являются: основные материалы, заработная плата основных рабочих (операторов и наладчиков), начисления на заработную плату и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, состоящие из определенного количества параметров. Все перечисленные элементы определяются по формулам, которые имеют подробное описание в методических рекомендациях [10].

Учитывая то, что материал и метод получения заготовки не изменился по вариантам, поэтому расчеты по определению величины основных материалов проводит не целесообразно, это связано с тем, что данная величина не повлияет на конечных результат расчетов. Остальные значения рассчитаем по следующему алгоритму.

$$Z_{\text{ПЛ.ОП}} = \frac{\sum T_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}}}{60} \cdot K_{\text{У}} \cdot K_{\text{ПФ}} \cdot K_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{Н}} \cdot K_{\text{В.Н}}, \text{ руб.} \quad (9.13)$$

$$Z_{\text{ПЛ.ОП (АЗ)}} = \frac{2,14 \cdot 72,24}{60} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 4,99 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЛ.ОП (Р)}} = \frac{0,973 \cdot 67,71}{60} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 2,51 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЛ.НАЛ}} = \frac{C_{\text{ЧН}} \cdot \Phi_{\text{Э.Р}} \cdot H_{\text{ОБ.ОБЩ}} \cdot K_{\text{З.СР}}}{\Pi_{\text{Г}} \cdot H_{\text{ОБСЛ}}} \cdot K_{\text{У}} \cdot K_{\text{ПФ}} \cdot K_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{Н}} \cdot K_{\text{В.Н}}, \text{ руб.} \quad (9.14)$$

$$Z_{\text{ПЛ.НАЛ (Р)}} = \frac{97,67 \cdot 1731 \cdot 1 \cdot 0,034}{10000 \cdot 10} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 0,09$$

$$H_{\text{З.ПЛ}} = 3\Pi \cdot K_{\text{С}} = Z_{\text{ПЛ.ОП}} + Z_{\text{ПЛ.НАЛ}} \cdot K_{\text{С}}, \text{ руб.} \quad (9.15)$$

$$H_{\text{З.ПЛ (АЗ)}} = 4,99 + 0 \cdot 0,3 = 1,5 \text{ руб}$$

$$H_{\text{З.ПЛ (Р)}} = 2,51 + 0,09 \cdot 0,3 = 0,78 \text{ руб}$$

$$P_{\text{А}} = \frac{C_{\text{ОБ}} \cdot (C_{\text{МОHT}} + 1) \cdot B_{\text{Р.ОБ}} \cdot H_{\text{А}} \cdot H_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{З}}}{\Phi_{\text{ЭФ.ОБ}} \cdot 100 \cdot 60 \cdot K_{\text{ВН}}}, \text{ руб.} \quad (9.16)$$

$$P_{\text{А}} = \frac{C_{\text{ОБ}} \cdot (C_{\text{МОHT}} + 1) \cdot B_{\text{Р.ОБ}} \cdot K_{\text{Р}} \cdot H_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{З}}}{\Phi_{\text{ЭФ.ОБ}} \cdot 60 \cdot K_{\text{ВН}}}, \text{ руб.} \quad (9.17)$$

$$P_{\text{Э.Э}} = \frac{M_{\text{УСТ}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot C_{\text{ЭЭ}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{П}} \cdot K_{\text{ОД}} \cdot K_{\text{В}}}{\text{КПД} \cdot 60}, \text{ руб.} \quad (9.18)$$

$$P_{\text{И}} = \frac{C_{\text{И}} \cdot K_{\text{ТРИ}} - B_{\text{Р.И}} \cdot K_{\text{УБ}} + H_{\text{ПЕР}} \cdot C_{\text{ПЕР}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot H_{\text{И}}}{T_{\text{И}} \cdot (C_{\text{ПЕР}} + 1) \cdot 60}, \text{ руб.} \quad (9.19)$$

$$P_{\text{ПР}} = \frac{C_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Р.ПР}} - B_{\text{Р.ПР}} \cdot H_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{З}}}{N_{\text{ГОД}} \cdot T_{\text{ПР}}}, \text{ руб.} \quad (9.20)$$

$$P_{\text{СМ}} = \frac{H_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{З}} \cdot P_{\text{СОЖ}}}{N_{\text{ГОД}}}, \text{ руб.} \quad (9.21)$$

$$P_B = \frac{\Phi_{\text{ЭФ.ОБ}} \cdot H_{\text{ОБ}} \cdot K_3 \cdot C_B \cdot Y_B}{N_{\text{ГОД}}}, \text{ руб.} \quad (9.22)$$

$$P_{\text{ПЛ}} = \frac{H_{\text{ОБ}} \cdot K_3 \cdot P_{\text{УД}} \cdot K_{\text{ДОП.ПЛ}} \cdot C_{\text{ПЛ}}}{N_{\text{ГОД}}}, \text{ руб.} \quad (9.23)$$

$$P_{\text{СЖ}} = \frac{H_{\text{ОБ}} \cdot K_3 \cdot \Phi_{\text{ЭФ.ОБ}} \cdot Y_{\text{СЖ}} \cdot C_{\text{СЖ}}}{N_{\text{ГОД}}}, \text{ руб.} \quad (9.24)$$

$$P_{\text{У.ПР}} = \frac{Z_{\text{У.ПР}} \cdot K_3 \cdot H_{\text{ДЕТ}} \cdot K_{\text{В.ПР}}}{N_{\text{ГОД}} \cdot T_{\text{ПЕР}}}, \text{ руб.} \quad (9.25)$$

$$P_{\text{Э.ОБ}} = P_A + P_{\text{Р.ОБ}} + P_{\text{Э.Э}} + P_{\text{И}} + P_{\text{ПР}} + P_{\text{СМ}} + P_B + P_{\text{ПЛ}} + P_{\text{СЖ}} + P_{\text{У.ПР}}, \text{ руб.} \quad (9.26)$$

Для расчетов значений по формулам (9.16) – (9.26) использовалось программное обеспечение Microsoft Excel, а полученные значения представлены в таблице 9.4

Таблица 9.4 – Расчетные значения параметров, входящих в расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

№ п/п	Наименование параметра, условное обозначение и единица измерения	Значение параметра	
		Базовый	Проектный
1	Расходы на амортизацию оборудования, P_A , руб.	0,111	0,112
2	Расходы на текущий ремонт, $P_{\text{Р.ОБ}}$, руб.	0,034	0,034
3	Расходы на электроэнергию $P_{\text{Э}}$, руб.	0,144	0,154
4	Расходы на содержание и эксплуатацию рабочего инструмента, $P_{\text{И}}$, руб.	0,031	0,021
5	Расходы на содержание и эксплуатацию приспособления, $P_{\text{ПР}}$, руб.	0,291	0,177
6	Расходы на смазочно-охлаждающую жидкость, $P_{\text{СМ}}$, руб.	0,01	0,004
7	Расходы на технологическую воду, P_B , руб.	0,08	0,036
8	Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади, $P_{\text{Э.ПЛ}}$, руб.	0,001	0,001
9	Расходы на сжатый воздух, $P_{\text{СЖ}}$, руб.	0,15	0,315
10	Расходы на управляющую программу, $P_{\text{У.ПР}}$, руб.	–	0,822
11	Итого расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, $P_{\text{Э.ОБ}}$, руб.	0,851	1,677

$$C_{\text{ТЕХ}} = 3\Pi + H_{\text{З.ПЛ}} + P_{\text{Э.ОБ}}, \text{ руб.} \quad (9.27)$$

$$C_{\text{ТЕХ(БАЗ)}} = 4,99 + 1,5 + 0,85 = 7,33 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ТЕХ(ПР)}} = 2,6 + 0,78 + 1,68 = 5,06 \text{ руб}$$

Далее определяем полную себестоимость выполнения рассматриваемых операций, для этого используем калькуляцию себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса [10]. Согласно ей мы получаем: полную себестоимость по базовому варианту – $C_{\text{ПОЛН(БАЗ)}} = 25,56 \text{ руб.}$, а по проектному варианту – $C_{\text{ПОЛН(ПР)}} = 14,57 \text{ руб.}$

9.4 Расчет показателей экономической эффективности

$$\Pi_{\text{ОЖ}} = (C_{\text{ПОЛН(БАЗ)}} - C_{\text{ПОЛН(ПР)}}) \cdot N_{\text{ГОД}}, \text{ руб.} \quad (9.27)$$

$$\Pi_{\text{ОЖ}} = (25,56 - 14,57) \cdot 10000 = 109900 \text{ руб}$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = \Pi_{\text{ОЖ}} \cdot K_{\text{НАЛ}}, \text{ руб.} \quad (9.28)$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = 109900 \cdot 0,2 = 21980 \text{ руб}$$

$$\Pi_{\text{ЧИСТ}} = \Pi_{\text{ОЖ}} - H_{\text{ПРИБ}}, \text{ руб.} \quad (8.29)$$

$$\Pi_{\text{ЧИСТ}} = 109900 - 21980 = 87920 \text{ руб}$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{\Pi_{\text{ЧИСТ}}} + 1, \text{ года} \quad (8.30)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{245672,16}{87920} + 1 = 3,794 \approx 4 \text{ года}$$

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = \Pi_{\text{ЧИСТ.ДИСК}} \cdot \sum_{1}^T \frac{1}{(1+E)^n}, \text{ руб.} \quad (8.31)$$

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = \Pi_{\text{ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 87920 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} \right) = 278618,48 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ,ДИСК}} - K_{\text{ОБЩ}}, \text{ руб.} \quad (8.32)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 278618,48 - 245672,16 = 32946,32 \text{ руб}$$

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ,ДИСК}}}{K_{\text{ОБЩ}}}, \text{ руб./руб.} \quad (8.33)$$

$$\text{ИД} = \frac{278618,48}{245672,16} = 1,13 \text{ руб/руб}$$

Благодаря замене оборудования, оснастки и инструмента на 030 операции, удалось уменьшить трудоемкость ее выполнения. Это привело к снижению себестоимости на 42,9%, что позволит в будущем получить дополнительную чистую прибыль в размере 87920 руб. Необходимые капитальные вложения в объеме 245672,16 руб. окупятся в течение 4-х лет. Расчеты подтвердили эффективность инженерных решений, положительной величиной интегрального экономического эффекта, которая составляет – 32946,32 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Выводы

При выполнении выпускной квалификационной работы предложены следующие пути совершенствования техпроцесса:

- разработан новый технологический процесс изготовления детали в условиях среднесерийного производства.
- разработана заготовка, полученная из проката нормальной точности с припусками, рассчитанными аналитическим методом.
- применено высокопроизводительное оборудование - станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы;
- применена высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом;
- применен режущий инструмент с износостойкими покрытиями, применение которого дает существенное форсирование режимов резания и снижение штучного времени;
- применен комбинированный режущий инструмент, применение которого уменьшает количество переходов и существенно снижает штучное время;
- для снятия заусенцев применен электрохимический метод на станке 4407;
- спроектировано приспособление самоцентрирующее, оснащенное пневмоприводом, для сверлильной операции;
- спроектировано контрольное приспособление для контроля биения режущих кромок. Контроль осуществляется электронным индикатором TESA DIGICO 11 с точностью контроля 1 микрон.
- для загрузки заготовок на станки токарной группы применены промышленные роботы. Спроектировано захватное устройство ПР;
- на основе проведенных научных исследований предложена обработка твердосплавных пластин мощными импульсами тока (ОМИТ), что позволяет повысить их стойкость на 500% и более

Изменения, внесенные в техпроцесс изготовления детали позволили достичь основных целей проекта, обеспечить заданный объем выпуска деталей, снизить себестоимость ее изготовления и повысить качество изготовления по сравнению с базовым вариантом технологического процесса.

Экономический эффект составит 32946,32 рублей.

2 Предложения

Разработанный технологический процесс изготовления зенкера фасонного рекомендуется к применению при разработке аналогичных техпроцессов на АО "АвтоВАЗ" при переходе с единичного на серийное производство.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник [Текст] / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич [и др.]; под ред. А.Д. Корчемкина. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с., 5000 экз.

2 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений [Текст]: Учеб пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.школа, 1980. - 240 с.

3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания [Текст] / В.М. Боровков, Тольятти, ТГУ, 2013 - 10 с.

4 Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания [Текст] / В.М. Боровков, Тольятти, ТГУ, 2013 - 16 с.

5 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: Учебное пособие для вузов. / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания 1983 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с., 1000 экз. – ISBN 978-5-903034-08-6.

6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания [Текст] / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.

7 Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. [Текст] / Л.Н. Горина, - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с.

8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски [Текст]. – Взамен ГОСТ 7505-74; введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 86 с.

9 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" [Текст]: Учеб. пособие для техникумов по специальности "Обработка металлов резанием" / И.С. Добрыднев. – М: Машиностроение, 1985. - 184 с., ил., 75000 экз.

10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей

120100) [Текст]/ Н.В. Зубкова, – Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с..

11 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТТК, 2008. - 75 с.

12 Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах [Текст]: Учеб. пособие для техникумов. / Н.А. Нефедов. 2-е изд. перераб. и доп.- М.: Высш. Школа, 1986. – 239 с., ил., 10000 экз.

13 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту [Текст]: Учеб. пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент". / Н.А.. Нефедов. 5-е изд. перераб. и доп - М.: Машиностроение, 1990.- 448 с. ил., - ISBN 5-217-01018-5.

14 Справочник технолога - машиностроителя [Текст]: в 2-х т. Т. 1 / А.М.Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., исправл. - М: Машиностроение-1, 2003. – 912 с., ил., – ISBN 5-94275-013-0 (общ.).

15 Справочник технолога - машиностроителя [Текст]: в 2-х т. Т. 2 / А.М.Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., исправл. - М: Машиностроение-1, 2003. – 944 с., ил., – ISBN 5-94275-013-0 (общ.).

16 Станочные приспособления: Справочник [Текст] В 2-х т. Т. 1./ Б.Н. Вардашкин [и др.]; под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова; - М.: Машиностроение, 1984, - 592 с., ил.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

18 Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта технологического процесса

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
												1		7
Разраб.	Олифер													
Проев.	Бобровский								ТГУ					
Н. Контр.	Виткалов													
М01 Сталь Р18Ф ГОСТ 19265-73														
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры			КД	МЗ		
M02	-	166	0,45		0,27	41211XXX	∅27x137				1	0,71		
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
01А	XXXXXX	005	4131	Абразивно-отрезная	ИОТ И 37.101.7419-85									
02Б	38132XXX			СИ-30	2	18873	411	1Р	1	1	236	1	17	0,412
03О	Отрезать заготовку в размер 1													
04О	Контроль исполнителем													
05Т	391810XXX-	шлифовальный круг 1 400x4x32 24А F36 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;												
06Т	393311XXX-	штангенциркуль ШЦ2-250-0,1 ГОСТ 166-80												
07														
08А	XXXXXX	010	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93									
09Б	391148XXX			АС16К25Ф3/1000	2	15929	411	1Р	1	1	236	1	21	0,603
10О	Точить поверхн., выдерж. разм. 1-5													
11О	Сверлить отв., выдерж. разм. 6-7													
12О	Контроль исполнителем													
13Т	392158XXX-	сверло спиральное комбинированное ∅ 4 Р18К5Ф2; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;												
14Т	392195XXX-	резец-ставка 25х25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84												
МК														

Дубл.	Взам.	Годп.													2	7
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа							Кшт	Тпз.	Тшт.	
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН				ОП
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
01А	XXXXXX	015	4110	Токарная	ИОТИ 37.101.7034-93											
02Б	391148XXX			АС16К25Ф3/1000	2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	17	0,621	
03О	Точить поверхн., выдерж. разм. 1-6															
04О	Контроль исполнителем															
05Т	392195XXX			резец-ставка 25х25	ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;											
06Т	393120XXX			калибр-скоба	ГОСТ 2216-84											
07																
08А	XXXXXX	020	4110	Токарная	ИОТИ 37.101.7034-93											
09Б	391148XXX			АС16К25Ф3/1000	2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	21	0,661	
10О	Точить поверхн., выдерж. разм. 1-6															
11О	Расточить поверхн., выдерж. разм. 7-10															
12О	Контроль исполнителем															
13Т	392195XXX			резец-ставка 25х25х20	ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;											
14Т	392195XXX			резец-ставка	расточной 20х20, Т15К6; 393120XXX- калибр-скоба											
15																
16А	XXXXXX	025	4110	Токарная	ИОТИ 37.101.7034-93											
17Б	391148XXX			АС16К25Ф3/1000	2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	17	0,559	
18О	Точить поверхн., выдерж. разм. 1-6															
МК																

Дубл.																
Взам.																
Подп.																
															3	7
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.	
010	Контроль исполнителем															
02Т																
03Т																
04																
05А			XXXXXX	030	4121 Сверлильная		ИОТ И 37.101.7111-89									
06Б			391213XXXX		6904ВМФ2	2	17335	411	1Р	1	1	236	1	26		0,863
07О			Сверлить отв., выдерж. разм. 1-6													
08О			Нарезать резьбу, выдерж. разм. 7-8													
09О			Контроль исполнителем													
10Т			391267XXXX		сверло спиральное комбинированное Ø9/11		ОСТ 2И21-1-76									
11Т			391310XXXX		метчик машинный М10		ГОСТ 3266-81		Р18К5Ф2; 393120XXX-		калибр резьбовой		ГОСТ 9039-83			
12Т			393120XXXX		калибр-пробка		ГОСТ 14807-69; 393120XXX-		шаблон		ГОСТ 9038-83					
13																
14А			XXXXXX	035	4260 Фрезерная		ИОТ И 37.101.7026-89									
15Б			3816XXXX		6904ВМФ2	2	18632	411	1Р	1	1	236	1	26		2,532
16О			Фрезеровать пов., выдерж. разм. 1-6													
17О			Фрезеровать пов., выдерж. разм. 7-9													
18О			Контроль исполнителем													
МК																

Дубл.																	
Взам.																	
Глуб.																	7
																	4
A	цех Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа											
B	Код, наименование оборудования			CM	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.			
01Т	391810XXX- фреза концевая ГОСТ 17025-71 d=20 z=6 P18K5Ф2; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																
02Т	391810XXX- фреза дисковая профильная Ø80 z=10 P18K5Ф2																
03																	
04А	XXXXXX 040 0100 Слесарная																
05Б	391758XXX 4407																
06О	Электрохимическое снятие заусенцев																
07																	
08А	XXXXXX 045 0130 Моечная																
09Б	375698XXX КММ																
10О	Промыть, обдуть горячим воздухом																
11																	
12А	XXXXXX 050 0200 Контрольная																
13																	
14А	XXXXXX 055 0511 Термическая																
15Б	XXXXXX																
16О	Закалить, отпустить																
17																	
18А	XXXXXX 060 4131 Шлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																
МК																	

Дубл. Взам. Подп.																	
	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
01Б	38132XXX		3М182А	2	18873 411 1Р	1	1	1	1	236	1	12					0,467
02О	Шлифовать пов, выдерж. разм. 1-3																
03О	Контроль исполнителем																
04Т	39235XXX		шлифовальный круг ведущий 1	350x40x76	14А F90 Q 9 R A 35 м/с	2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;											
05Т	391810XXX		шлифовальный круг ведомый 1	250x40x76	24А F70 М 7 V A 35 м/с	2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;											
06Т	393120XXX		калибр-скоба ГОСТ 2216-84;	393120XXX	шаблон ГОСТ 9038-83												
07Т	393130XXX		приспособление мерительное с индикатором														
08																	
09А	XXXXXX	065	4131 Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85													
10Б	38132XXX		3М151	2	18873 411 1Р	1	1	1	1	236	1	14					0,610
11О	Шлифовать пов, выдерж. разм. 1																
12О	Контроль исполнителем																
13Т	391810XXX		круг шлифовальный 1	450x20x205	91А F60 М 7 V A 35 м/с	ГОСТ Р 52781-2007											
14Т	393120XXX		калибр-скоба ГОСТ 2216-84;	39420XXX	приспособление мерительное с индикатором												
15																	
16А	XXXXXX	070	4142 Заточная	ИОТ И 37.101.7419-85													
17Б	38132XXX		3Б642	2	18873 411 1Р	1	1	1	1	236	1	14					0,822
18О	Заточить переднюю поверхность зубьев, выдерж. разм. 1-2																
МК																	

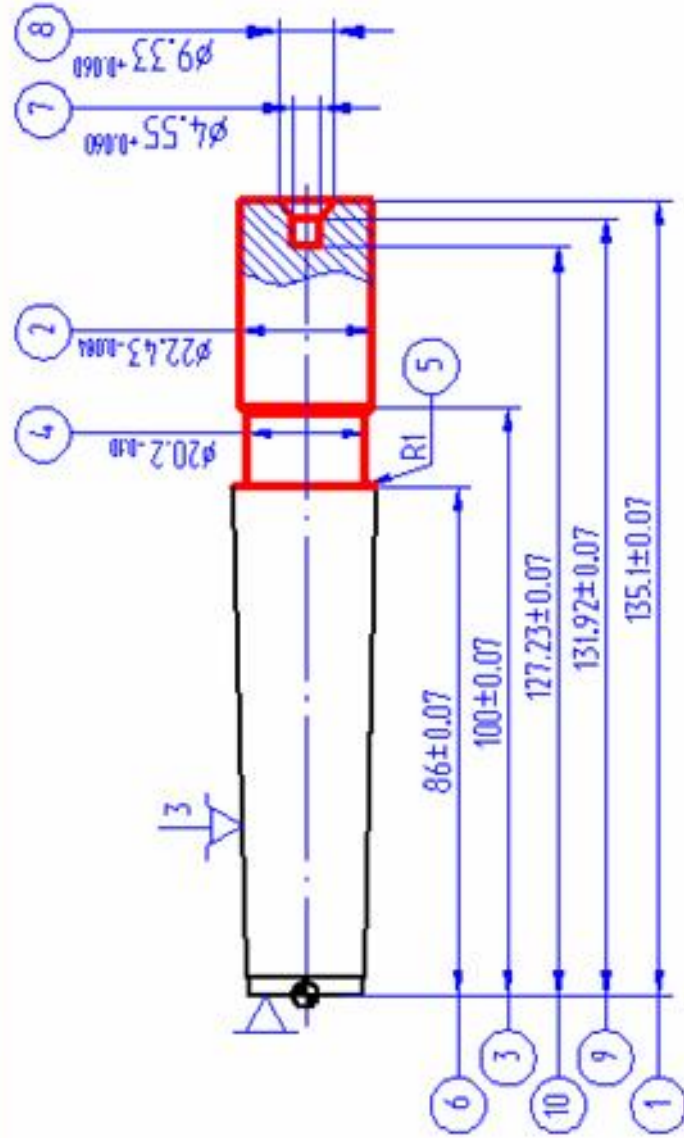
Дубл.	Взам.	Подп.															
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.	
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение документа											
01О	Контроль исполнителем																
02Т	391810XXX- круг шлифовальный 11 63х30х20 91А F60 М 7 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007																
03Т	39420XXX- приспособление мерительное с индикатором; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																
04																	
05А	XXXXXX 075 4142 Заточная ИОТ И 37.101.7419-85																
06Б	38132XXX 3Б642					2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	16	1,485	
07О	Заточить пов., выдерж. разм. 1-12																
08О	Контроль исполнителем																
09Т	391810XXX- круг шлифовальный 11 63х30х20 91А F60 М 7 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007																
10Т	39420XXX- приспособление мерительное с индикатором																
11																	
12А	XXXXXX 080 0130 Моечная																
13Б	375698XXX КММ																
14О	Промыть, обдуть горячим воздухом																
15																	
16А	XXXXXX 085 0200 Контрольная																
17																	
18																	
МК																	

Дубл. Взам. Подп.																			
	А	Б	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.						
01А	XXXXXX	090	0511	Химикотермическая															7
02Б	XXXXXX	полуавтоматический агрегат	2	18873	411	1Р	1	1	1										
03О	Цианировать																		
04																			
05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
МК																			

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
															1		1
Разраб.	Олифер																
Пров.	Бобровский					ТГУ											
Н. Контр.	Виткалов																
Наименование операции		Зенкер фасонный															
4110 Токарная		Материал	Твердость	EB	MD	Профиль и размеры	МЗ	КОИД									
Оборудование, устройство ЧПУ		Сталь P18Ф	260 HB	166	0,45	Ø27X137	0,71	1									
AC16K25Φ3/1000		Обозначение программы	To	Te	Tps	Tшт	СОЖ										
		XXXXXX	0,217	0,407	17	0,661	Укринол-1										
P			PI	D или B	L	t	i	S	n	V							
01		мм	мм	мм	мм	мм	мм/об	об/мин	м/мин								
02O	1. Установить и снять заготовку																
03T	396111XXX- патрон трехлапчатый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80																
04O	2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-6																
05T	392110XXX- резец-вставка 25х25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																
06T	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																
07P		XX	22,43	69	0,35	1	0,20	2000	152,6								
08O	3. Расточить отв., выдерж. разм. 7-10																
09T	392110XXX- резец-вставка 20х20 Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																
10P		XX	9,33	7,87	2,4	1	0,10	2000	58,6								
11																	
12																	
ОКП																	

ГОСТ 3.1105-84						Форма 7	
Дубл.				01101.24.205 1		1	
Взам.				XXXX.XXXX			
Подп.				2014.1.00003			
Ра зраб.	Олифер	ТГУ		Цех Уч. РМ		Двкр.	
Проб.	Бабробский	I		Зенкер фасонный		020	
И.контр.	Ветхолов						



КЭ

Дубл.																							
Взм.																							
Годп.																							
Разраб.	Олифер							Зенкер фасонный														1	1
Пров.	Бобровский							ТГУ															
Н. Контр.	Виткалов							Зенкер фасонный															
Наименование операции		Материал		твёрдость		EB		MD		Профиль и размеры		Цех		Уч.		PM		Опер					
4121 Сверлильная		Сталь Р18Ф		260 HB		166		0,45		Ø27x137								030					
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		To	Tс	Tшп	СОЖ																
6904ВМФ2		XXXXXX		0,481	0,333	26	0,863		Укринол-1														
P			ПИ	D или B	L	t	i	s	n	V													
01			MM	MM	MM	MM	MM/об	об/мин	М/мин														
02O	1. Установить и снять заготовку																						
03T	3961811XX-приспособление специальное ОСТ 3-2913-75																						
04P	2. Сверлить отв., выдер. разм. 1-6																						
05T	391267XXX- сверло спиральное комбинированное Ø9/11 ОСТ 2И21-1-76 Р18К5Ф2;																						
06T	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69																						
07P	XX	11	35	5,5	1	0,20	630	21,7															
08O	3. Нарезать резьбу, выдерж. разм. 7-8																						
09T	391310XXX- метчик машинный M10 ГОСТ 3266-81 Р18К5Ф2; 393120XXX- калибр резьбовой ГОСТ 9039-83																						
10P	XX	10	20	1,0	1	1,0	250/315	7,9															
11																							
12																							
ОКП																							

	ГОСТ 3.1105-84		Формы 7
Дubl.			
Взам.			
Подп.			
Исполн.	01101.24205 1		
Проб.	XXXX,XXXX 2014.1.00003		
Исп.	Цех Уч. IPM Серр. 063		
Зенкер фасонный			
Исполн.	И. Олифер, Бедровский		
Проб.	ТГУ		
Исп.	И. Зенкер фасонный		

√Ra0.5

0.040 A

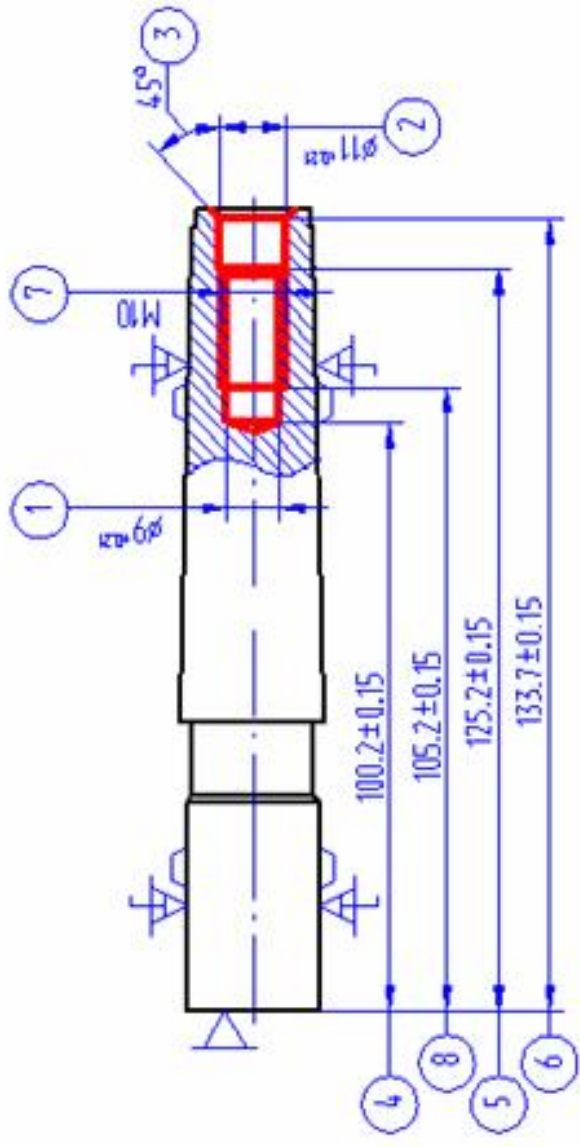
22.225-0.028 ①

КЭ

Дубл.																								
Взам.																								
Подп.																								
Разраб.	Олифер			ТПУ										Цех	Уч.	РМ	Опер							
Проев.	Бобровский																							
Н. Контр.	Виткалов																							
Наименование операции		Зенкер фасонный																						
4131 Шлифовальная		Материал		Сталь Р18Ф	твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры														МЗ	КОИД
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		XXXXXX	260 НВ	166	0,45	Ø27x137														0,71	1	
ЗМ151					То	Тс	Тпз	Тшт														СОЖ		
					0,239	0,307	14	0,610														Укринол-1		
P					PI	D или B	L	MM	t	i	S	n	V											
01	1. Установить и снять заготовку																							
020	1. Установить и снять заготовку																							
03Т	396111XXX- патрон цанговый ОСТ 1-52345-79																							
04О	2. Шлифовать пов, выверж. разм. 1																							
05Т	391810XXX- круг шлифовальный 1 450x20x205 91A F60 M 7 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007																							
06Т	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; 39420XXX- приспособление мерительное с индикатором																							
07Р		XX	22,225	35	0,10	1	0,005	501	35															
08																								
09																								
10																								
11																								
12																								
ОКП																								

Дубль																				Формо 7
Взам.																				
Подл.																				
Р-д зрад.	Олифер																			
Проб.	Безбройский																			
И.контр.	Вытвалоб																			
ГОСТ 3.1105-84		01101.24.205		1		1				XXXX.XXXX 2014.1.00003		Цех 19ч. ГРМ		Джер.						
ТГУ																				
Зенкер фасонный																				

√Ra2.5



K3

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу станочного приспособления

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.509.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	16.07.ТМ.509.60.001	Вилка	1	
		2	16.07.ТМ.509.60.002	Втулка	1	
		3	16.07.ТМ.509.60.003	Демпфер	2	
		4	16.07.ТМ.509.60.004	Клин	1	
		5	16.07.ТМ.509.60.005	Корпус	1	
		6	16.07.ТМ.509.60.006	Крышка	1	
		7	16.07.ТМ.509.60.007	Крышка	1	
		8	16.07.ТМ.509.60.008	Крышка	1	
		9	16.07.ТМ.509.60.009	Направляющая	1	
		10	16.07.ТМ.509.60.010	Ось	1	
		11	16.07.ТМ.509.60.011	Ось	2	
		12	16.07.ТМ.509.60.012	Ось	2	
		13	16.07.ТМ.509.60.013	Ось	2	
		14	16.07.ТМ.509.60.014	Ось	1	
		15	16.07.ТМ.509.60.015	Ось	1	
		16	16.07.ТМ.509.60.016	Ось	1	
		17	16.07.ТМ.509.60.017	Поршень	1	
		18	16.07.ТМ.509.60.018	Прокладка	1	
			16.07.ТМ.509.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Назр.о.	Слиффер				Лит.	Лист
Пров.	Бобровский					1
И. контр.	Виткатов				Листов	
Утв.	Бобровский				3	
Приспособление сверлильное					ТГУ, гр. ТМз-1001	

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		19	16.07.ТМ.509.60.019	Прокладка	1	
		20	16.07.ТМ.509.60.020	Пробка	2	
		21	16.07.ТМ.509.60.021	Подключник	2	
		22	16.07.ТМ.509.60.022	Призма	1	
		23	16.07.ТМ.509.60.023	Призма	1	
		24	16.07.ТМ.509.60.024	Серьга	2	
		25	16.07.ТМ.509.60.025	Сухарь	2	
		26	16.07.ТМ.509.60.026	Сухарь	2	
		27	16.07.ТМ.509.60.027	Ролик	1	
		28	16.07.ТМ.509.60.028	Ролик	1	
		29	16.07.ТМ.509.60.029	Рычаг	2	
		30	16.07.ТМ.509.60.030	Упор	1	
		31	16.07.ТМ.509.60.031	Штифт	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 11738-72		
		32		М8х18.88	2	
		33		М8х28.88	6	
		34		М10х18.88	4	
				Винты ГОСТ 1491-80		
		35		М5х16.58	3	
		36		М5х20.58	6	
		37		Винт М5х12.58		
				ГОСТ 17475-80	1	
		38		Винт М10х28.48		
				ГОСТ 1477-75	1	
		39		Винт М10х20.48		
				ГОСТ 1478-75	1	
				16.07.ТМ.509.60.000		лист
						2
Изм.	лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		40		<i>Гайка 7003-0135.</i>		
				<i>ГОСТ 12460-67</i>	<i>1</i>	
				<i>Кольца ГОСТ 13941-80</i>		
		41		<i>A9 65Г кд 15хр</i>	<i>1</i>	
		42		<i>A15 65Г кд 15хр</i>	<i>1</i>	
				<i>Кольца ГОСТ 9833-73</i>		
		43		<i>035-045-40-2-4</i>	<i>1</i>	
		44		<i>080-076-56-2-4</i>	<i>2</i>	
				<i>Шайба ГОСТ 6402-70</i>		
		45		<i>8 65Г 02 9</i>	<i>6</i>	
		46		<i>10 65Г 02 9</i>	<i>4</i>	
		47		<i>Шпонка 7031-0856</i>		
				<i>ГОСТ 14737-69</i>	<i>1</i>	
		48		<i>Штифт 5т6х18</i>		
				<i>ГОСТ 3128-70</i>	<i>1</i>	
					Итого	
					3	

13.07. ТМ.448.61.000					Итого	
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата	3	

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация к чертежу контрольного приспособления

Форм.	Зона	Лоз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.509.61.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.509.61.100	Индикатор	1	
		2	16.07.ТМ.509.61.100	Оправка	1	
				<u>Детали</u>		
		3	16.07.ТМ.509.61.003	Ножка	1	
		4	16.07.ТМ.509.61.004	Основание	1	
		5	16.07.ТМ.509.61.005	Плита	1	
		6	16.07.ТМ.509.61.006	Стойка	1	
		7	16.07.ТМ.509.61.007	Стойка	1	
		8	16.07.ТМ.509.61.008	Табличка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		9		Винт М4х10.48		
				ГОСТ 1477-75	2	
		10		Винт М5х10.58		
				ГОСТ 17473-80	1	
16.07.ТМ.509.61.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Олифер			Лит.	Лист
Пров.		Бобровский				Листов
						1
						2
И. Контр.		Виткалов			ТГУ, ар. ТМз-1001	
Утв.		Бобровский				
Приспособление контрольное						

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.	
				Винты ГОСТ 11738-72			
		11		M6x20.88	4		
		12		M8x30.88	2		
				Шайбы ГОСТ 6402-70			
		13		6 65Г 02 9	4		
		14		8 65Г 02 9	2		
				Штифты ГОСТ 9464-79			
		15		4x18	1		
		16		6x30	2		
			16.07.ТМ.509.61.000				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2	

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Спецификация к чертежу захватного устройства промышленного робота

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.509.63.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	16.07.ТМ.509.63.001	Втулка	4	
		2	16.07.ТМ.509.63.002	Втулка	2	
		3	16.07.ТМ.509.63.003	Демпфер	2	
		4	16.07.ТМ.509.63.004	Крышка	1	
		5	16.07.ТМ.509.63.005	Крышка	1	
		6	16.07.ТМ.509.63.006	Кольцо	1	
		7	16.07.ТМ.509.63.007	Кольцо стопорное	4	
		8	16.07.ТМ.509.63.008	Ось	2	
		9	16.07.ТМ.509.63.009	Ось	2	
		10	16.07.ТМ.509.63.010	Ось	2	
		11	16.07.ТМ.509.63.011	Поршень	1	
		12	16.07.ТМ.509.63.012	Рычаг	2	
		13	16.07.ТМ.509.63.013	Рычаг	2	
		14	16.07.ТМ.509.63.014	Угольник	2	
		15	16.07.ТМ.509.63.015	Шайба	1	
		16	16.07.ТМ.509.63.016	Шток	1	
			16.07.ТМ.509.63.000			
изм.	лист	№ док.	подпись	дата		
назв.	Слиффер				Лит.	Лист
Пров.	Бобровский					Листов
						1 2
л. контр.	выпкатов				ТГУ, ар. ТМз-1001	
Утв.	Бобровский					
			Захватное устройство			

