

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 авто-
матизированных машиностроительных производств

Специальность «Технология машиностроения»

Студент Нефедов Максим Юрьевич гр. ТМз-1001

1. Тема Технологический процесс изготовления фланца несущего опоры бункера загрузки
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 приспособления
 - 5) Проектирование режущего инструмента
 - 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 контроля	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 «31» марта 2016 г.

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

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления фланца несущего опоры бункера загрузки.

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

В выпускной квалификационной работе (ВКР) рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления фланца несущего опоры бункера загрузки в условиях среднесерийного производства

Предложено:

- применение нового технологического процесса изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- получение заготовки методом литья в кокиль;
- применение высокопроизводительного оборудования - современных высокоскоростных станков с ЧПУ 400V;
- применение высокопроизводительной оснастки с механизированным приводом;
- применение высокопроизводительного инструмента с износостойкими покрытиями;
- спроектировано приспособление с пневмоприводом для координатно-расточной операции;
- спроектировано сверло спиральное с подводом СОЖ по трубке непосредственно в зону обработки;
- спроектировано приспособление для контроля биения с электронными индикаторами фирмы Mitutoyo, с возможностью ввода предельных контролируемых значений полей допусков и светодиодной индикацией,
- на основе проведенных научных исследований предложено применение повышения стойкости быстрорежущих сталей методом импульсной лазерной за-

калки с предварительной химико-термической обработкой, которой позволит увеличить стойкость быстрорежущего инструмента в 1,5-2,5 раз.

ВКР состоит из пояснительной записки в размере 100 страницы, содержащей 29 таблиц, 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.....	14
2 Технологическая часть проекта.....	16
2.1 Выбор типа производства	16
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки..	16
2.3 Обоснование выбора методов обработки поверхностей	17
2.4 Разработка технологического маршрута и схем базирования ...	19
2.5 Определение припуска и проектирование заготовки	22
2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки	22
2.6 Выбор средств технологического оснащения	25
2.7 Проектирование технологических операций.....	33
3 Совершенствование операций с помощью научных исследований....	42
4 Проектирование приспособления	54
4.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования	54
4.2 Расчет усилия резания.....	54
4.3 Расчет усилия закрепления заготовки	54
4.4 Расчет зажимного механизма	56
4.5 Расчет силового привода.....	57
4.6 Определение допустимой погрешности установки из условий точности обработки	59
4.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления ...	61
5 Проектирование режущего инструмента	62
5.1 Анализ конструкции базового инструмента. Цели и задачи проектирования	62
5.2 Описание сущности усовершенствования	62
5.3 Проектирование и расчет сверла.....	64

6 Проектирование средств контроля	67
6.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования	67
6.2 Разработка схемы установки и закрепления детали	68
6.3 Расчет точности приспособления	68
6.4 Описание конструкции приспособления	69
7 Проектирование производственного участка	71
7.1 Выбор типа промышленного здания	71
7.2 Проектирование участка изготовления фланца	71
8 Безопасность и экологичность технического объекта	77
8.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	77
8.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	77
8.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	77
8.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)	79
8.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	83
8.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	84
9 Экономическая эффективность проекта	86
9.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов	86
9.2 Расчет капитальных вложений в совершенствование ТП.....	90
9.3 Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов	91
9.4 Расчет показателей экономической эффективности.....	94
Заключение.....	96
Список используемой литературы.....	98
Приложения.....	100

ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Технология машиностроения как учебная дисциплина имеет ряд особенностей, существенно отличающих ее от других специальных наук, изучаемых в вузах.

Являясь прикладной наукой, технология машиностроения вместе с тем имеет значительную теоретическую основу, включающую в себя: учение о типизации технологических процессов и групповой обработке, о жесткости технологической системы, о точности процессов обработки, рассеянии размеров обрабатываемых заготовок, погрешностях технологической оснастки и оборудования, о влиянии механической обработки на состояние металла поверхностных слоев заготовок и эксплуатационные свойства деталей машин, о припусках на обработку, о путях повышения производительности и экономичности технологических процессов, а также теорию конструкторских и технологических баз и другие теоретические разделы.

Технология машиностроения является комплексной инженерной и научной дисциплиной, тесно связанной и широко использующей разработки многих учебных дисциплин, изучаемых в технических вузах. Само определение технологии машиностроения как науки об изготовлении машин трактует ее как синтез технических проблем («изготовление машин требуемого качества»), организации производства («в установленном производственной программой количестве»), планирования («в заданные сроки») и экономики машиностроения («при наименьшей себестоимости»).

Данная выпускная квалификационная работа (ВКР) является разработка технологического процесса изготовления детали «фланец несущий» опоры бункера загрузки в условиях среднесерийного производства.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

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 фланцем несущим опоры бункера загрузки и предназначена для установки сопрягаемых деталей.

Деталь устанавливается на основании 1 (рисунок 1.1) с центровкой по цилиндрической поверхности 2 и крепится болтами по отверстиям 23,24.

Также к основанию 1 с помощью винтов по резьбе 27 с центровкой по отверстиям 25 крепится сопрягаемая деталь.

По отверстию 5 с упором в торец 6 устанавливается подшипник, через который проходит сопрягаемый вал.

С торца 20 по отверстию 19 устанавливается крышка, которая крепится болтами по отверстиям 26.

В отверстии 14 с упором в торец 15 устанавливается подшипник, через который проходит сопрягаемый вал. Данный вал проходит через отверстие 9 и уплотняется с помощью манжеты, установленной в канавке 11.

По отверстию 16 с упором в торец 17 крепится сопрягаемая деталь, которая крепится с помощью резьбовых отверстий 28

1.1.2 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Выполним классификацию поверхностей детали, которая представлена на рисунке 1.1, результаты сведем в таблицу 1.1.

Все обрабатываемые поверхности детали на чертеже нумеруем в зависимости от их служебного назначения.

Однотипные поверхности, например, на равнорасположенные отверстия или плоскости, нумеруем однократно.

Размеры в скобках, например: (29), (30), (31) – необрабатываемые базовые, используемые для установки заготовки на первой операции

В таблице 1.1 представлен анализ поверхностей фланца несущего и классификации их как исполнительных поверхностей, основных конструкторских баз, вспомогательных конструкторских баз.

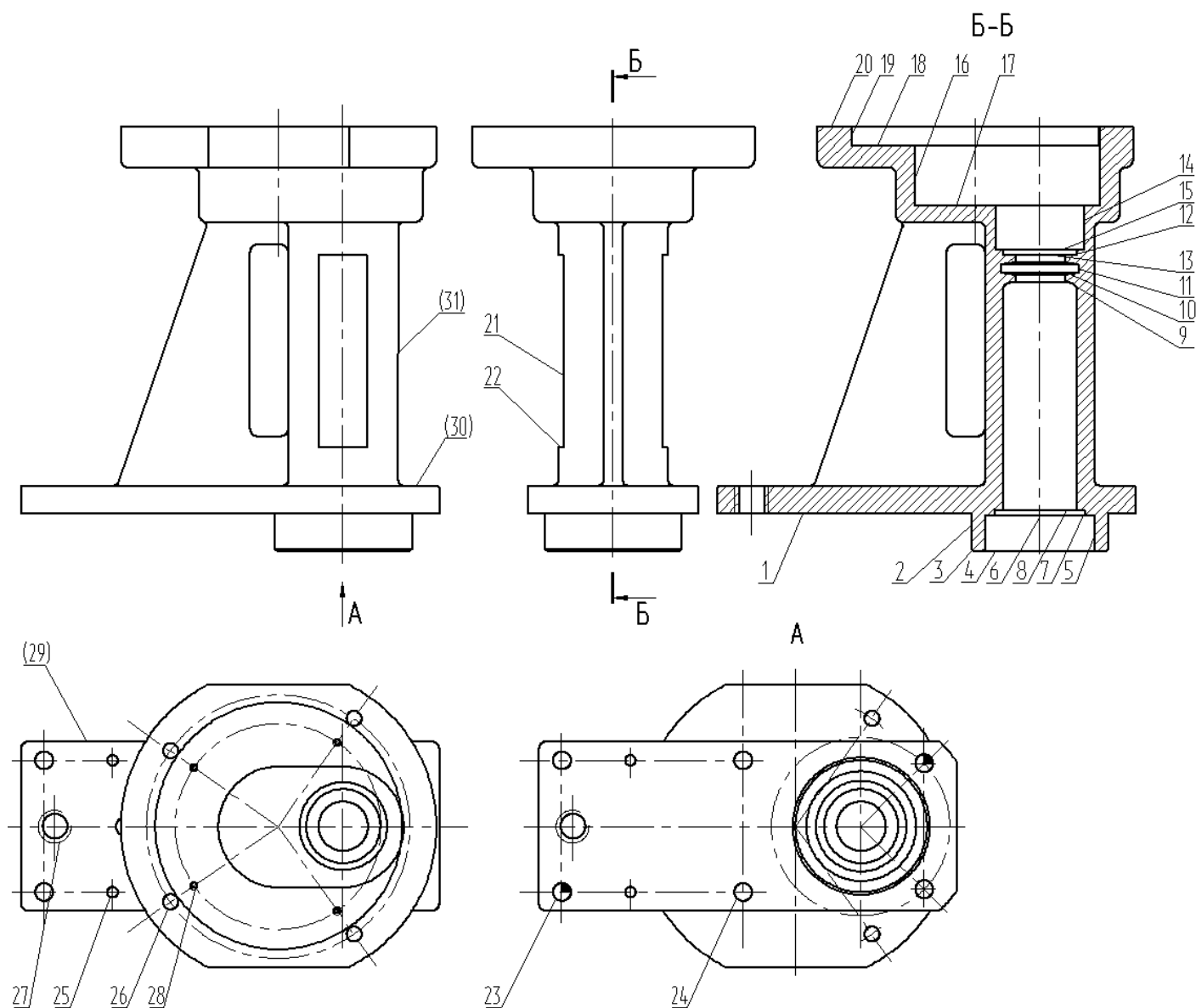


Рисунок 1.1 - Систематизация поверхностей детали «Фланец несущий»

Таблица 1.1 – Поверхности «фланца несущего» по служебному назначению

N	Вид поверхностей	Номера поверхностей
1	Исполнительные поверхности	14,15,5,6,9
2	Основные конструкторские базы (ОКБ)	1,2
3	Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	23,24,25,27,26,28,21, 5,6,20,19,14,15,11,16,17
4	Свободные поверхности	остальные

1.1.2. Анализ материала детали

Материал фланца несущего – алюминиевый сплав АК7ч ГОСТ 1583-93.

В таблице 1.2 представлен хим. состав сплава АК7ч ГОСТ 1583-93.

Таблица 1.2 – Хим. состав сплава АК7ч ГОСТ 1583-93, %

Марка	Вид про- дукции	Массовая доля %															
		Основных компонентов							Примесей не более								
		магния	кремния	марганца	меди	титана	никеля	алюминия	железа	марганца	меди	цинка	никеля	свинца	олова	кремния	Всего приме- сей
Mg	Si	Mn	Cu	Ti	Ni	Al	Fe	Mg	Cu	Zn	Ni	Pb	Sn	Si			
АК7	чушка	0.2- 0.55	6.0-8.0	0.2-0.6	-	-	-		1.0	-	1.5	0.5	0.3	-	-	-	3.0

В табл. 1.3 приведены физико-механические свойства сплава АК7ч

Таблица 1.3 - Физико-механические свойства сплава АК7ч

Способ литья	Вид термической обработки	Временное со- противление разрыву, МПа	Относительное удлинение, %	Твердость по Бринеллю, НВ
литье в песчаные формы, литье по вы- плавляемым моделям, литье в кокиль	отжиг	137	2,0	45
	закалка и кратковре- менное (неполное) искусственное старе- ние	196	2,0	60
	закалка и полное ис- кусственное старение	225	1,0	70
литье в песчаные формы, литье по вы- плавляемым моделям, сплав подвергается модифицированию	закалка и стабилизи- рующий отпуск	196	2,0	60
	закалка и смягчающий отпуск	157	3,0	55

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Фланец несущий изготавливается методом литья в керамические формы из алюминиевого сплава АК7ч ГОСТ 1583-93. Конфигурация наружного контура детали и отверстий детали достаточно сложная, что впрочем не означает наличие трудности при формировании заготовок.

То есть, заготовка технологична.

В конструкции детали унифицирован ряд элементов, что облегчает ее изготовление и контроль. Радиусы закруглений и фаски выполнены по ГОСТ 10948-67, резьба по ГОСТ 8724-81.

Деталь относится к классу корпусов.

Конфигурация поверхностей изделия позволяет выполнять обработку, базирясь по базовым поверхностям. На каждой операции возможна обработка поверхностей либо одним инструментом, либо параллельно несколькими инструментами.

Поверхности фланца позволяют работать без специального оборудования.

Конфигурация детали обладает большим числом поверхностей, позволяющих удобную установку в приспособлениях.

В качестве черновых баз на первой фрезерной операции 010 предполагаем использовать поверхности (29), (30) и (31).

В качестве баз при дальнейшей координатно-расточной обработке на операции 015 необходимо использовать плоскость 1 и два отверстия 23, расположенных по диагонали.

При дальнейшей координатно-расточной обработке на операции 020 установку производим по плоскости 20, базовому отверстию 14 и отв. 23.

При окончательной обработке на операции 025 установку заготовки производим по плоскости 1, базовому отверстию 5 и отв. 23.

Большинство случаев базирования позволяет в качестве технологических баз использование измерительных

То есть, технологичность при базировании и закреплении является удовле-

творительной.

Таким образом, конструкция фланца является технологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

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

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Содержание и последовательность операций базового технологического маршрута приведена в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Последовательность обработки при базовом варианте

Операция		Средства технологического оснащения (СТО)			Тшт, мин
№оп	Наименование операции	Оборудование	Приспособление	Инструмент (материал режущей части)	
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная				
005	Слесарная (разметочная)				
010	Фрезерная	Вертикально-фрезерный 6P11	Тиски машинные	Фреза концевая P6M5	0,6
015	Фрезерная	Вертикально-фрезерный 6P11	Тиски машинные	Фреза концевая P6M5K5	0,55
020	Расточная	Координатно-расточной с ЧПУ 2E450AФ30	Приспособление специальное	Фреза концевая P6M5 Резец расточной P6M5 Резец канавочный P6M5	1,40
025	Расточная	Координатно-расточной с ЧПУ 2E450AФ30	Приспособление специальное	Фреза концевая P6M5K5 Резец расточной P6M5K5 Резец канавочный P6M5K5	1,60

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
030	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Р135	Тиски машинные	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5 Зенкер Р6М5 Развертка Р6М5 Метчик Р6М5	0,75
035	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Р135	Приспособление специальное	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5 Метчик Р6М5	0,35
040	Координатно-шлифовальная	Координатно-шлифовальный 3284СФ4	Приспособление специальное	Круг шлифовальный	1,25
045	Контрольная				
050	Окрасочная				
055	Слесарная				
060	Контрольная				

1.4 Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса

Анализируя базовый ТП обработки фланца 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 фланца и снизить её себестоимость.

Основные из них:

- 1) штучное время на операциях фрезерной и сверлильной обработки слишком большое, неоптимальные режимы резания и применение универсальных станков;
- 2) в качестве оборудования выбраны низкопроизводительные универсальные станки, например 2Р135, 6Р11;
- 3) наличие слесарной операции и разметочных операций;
- 4) универсальный инструмент низкой производительности;
- 5) универсальная оснастка предопределяет слишком большое штучное вре-

мя;

б) низкий уровень автоматизации и механизации.

Сформулируем задачи ВКР:

1) выполнить расчет припуска по современной методике и далее проект заготовки, полученной литьем с минимальными припусками;

2) рассчитать наиболее оптимальные режимы резания, дающие наивысшую стойкость инструмента и производительность;

3) оптимизировать структуру операций с целью максимальной концентрации переходов, снижения трудоемкости и себестоимости;

4) оптимизировать схему базирования и установки заготовки с целью исключения погрешностей и снижения припусков на обработку;

5) использовать высокопроизводительное оборудование (в условиях средне-серийного производства);

6) применить инструмент высокой производительности с износостойким покрытием;

7) использовать специализированную оснастку;

8) спроектировать оснастку на координатно-расточную операцию 015;

9) спроектировать сверло спиральное запатентованным способом подвода СОЖ;

10) спроектировать приспособление контрольное с электронными индикаторами;

11) провести анализ ТП по наличию опасных и вредных факторов;

12) определить экономический эффект от внесенных в ТП изменений.

Решение данных задач представлено в последующих разделах работы.

2 Технологическая часть проекта

2.1 Выбор типа производства

Выбор метода организации техпроцесса, определение способа получения заготовки определим в зависимости от производства.

Как известно, 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 0,8 кг и программе выпуска 10000 штук в год выбираем среднесерийный тип производства.

Т.к. 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 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

Взяв за основу физико-технологические свойства алюминиевого сплава АК7ч, форму и размеры фланца в качестве заготовки может быть применена отливка.

Другие методы получения заготовки невозможны, так как по чертежу детали многие поверхности, например, (29)-(31) (рисунок 1.1) получают без последующей мехобработки.

2.2.2 Основные параметры заготовки

Определим основные параметры заготовки, необходимые для дальнейшего расчета припусков:

По таблице А.1 [8, с. 27] выбираем метод получения заготовки – литье в в кокиль.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и ее материала выбираем класс размерной точности отливки [8, с. 26].

Принимаем: класс размерной точности – 7.

В зависимости от отношения наименьшего размера отливки к наибольшему выбираем степень коробления отливки по таблице Б.1 [8, с. 29].

Принимаем: степень коробления – 6.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и ее материала выбираем степень точности поверхности отливки по таблице Г.1 [8, с. 32].

Принимаем: степень точности поверхности отливки – 11 (шероховатость Ra20 мкм).

В зависимости от вида литья и массы выбираем класс точности массы отливки по таблице Д.1 [8, с. 33].

Принимаем при массе заготовки св. 1 до 10 кг: класс точности массы отливки - 7.

Таким образом – точность отливки - 7-6-11-7 по ГОСТ Р 53464-2009

2.3 Обоснование выбора методов обработки поверхностей

В зависимости от точности и шероховатости поверхностей, выбираем маршрут их обработки.

Выбираем способы (точить, фрезеровать, сверлить, шлифовать и т.д.) и вид (черновой, чистовой, отделочной и т.д.) обработки каждой поверхности фланца по [16] и [11, с. 32-34, табл. 5.17-5.19].

Необходимо также назначить промежуточный способ виды обработки, определить самый выгодный по критерию наименьшей трудоемкости техн. маршрут каждой из поверхностей [11, с. 32-34, табл. 5.17-5.19].

Определяем коэффициент трудоемкости $K_{тр}$ на основании [11, с. 32-34,

табл. 5.17-5.19].

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

Р - растачивание черновое, Рч - растачивание чистовое,
 Рт - растачивание тонкое, Ф - фрезерование черновое,
 Фч - фрезерование чистовое, Фт – фрезерование тонкое,
 С - сверление, З - зенкерование,
 Рз - развертывание, Рез - резьбонарезание,
 Зк – зенкование, Ц - центрование

Таблица 2.1- Методы обработки поверхностей фланца несущего

Номер обрабатываемой поверхности	Маршруты обработки	IT	Ra	Kт
1,20	Ф, Фч, Фт	9	3,2	4,2
18,17		10	3,2	4,2
2	Ф, Фч, Рт	9	1,6	3,9
19		7	3,2	3,9
4	Ф, Фч	12	6,3	2,5
16		11	6,3	2,5
21	Фч	10	6,3	1,5
22		12	6,3	1,5
23 (2 отв. по диагонали)	Ц, С, З, Рз	7	1,25	3,2
23 (остальные 2 отв.)	Ц, С	13	6,3	1,8
5	Р, Рч, Рт	9	1,6	4,4
14		7	1,6	4,4
15		11	6,3	4,4
6	Р,Рч	9	3,2	2,4
12,13,10		11	6,3	2,4
11		12	3,2	2,4
9		11	3,2	2,4
3,7,8	Рч	13	6,3	1,4
27,28	Ц, С, Рез	7Н	6,3	2,8
26,24,25	Ц, С	13	6,3	1,8

Проведя анализ таблицы 2.1 можно прийти к выводу, о том, что выбранный порядок методов обработки обеспечивает требуемое качество поверхностей.

2.4 Разработка технологического маршрута и схем базирования

2.4.1 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 фланца несущего 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.

Черновыми базами на первоначальной фрезерной операции 010 будут являться плоскости (29), (30) и (31).

В качестве баз при дальнейшей координатно-расточной обработке на операции 015 необходимо использовать плоскость 1 и два отверстия 23, расположенных по диагонали.

При дальнейшей координатно-расточной обработке на операции 020 установку производим по плоскости 20, базовому отверстию 14 и отв. 23.

При окончательной обработке на операции 025 установку заготовки производим по плоскости 1, базовому отверстию 5 и отв. 23.

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

2.4.2 Разработка технологического маршрута изготовления детали

Технологический маршрут изготовления фланца несущего с содержанием операций представлен в табл. 2.2.

Таблица 2.2 - Технологический маршрут обработки фланца несущего

№ оп	Наименование операции	Оборудование	Содержание операции
1	2	3	4
000	Заготовительная		Отлить заготовку
005	Фрезерная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	Установить, снять заготовку Фрезеровать плоскости, пов. 1,2,4 начерно Фрезеровать плоскости, пов. 1,2 начисто Центровать отв. 23,24,27 Сверлить отв. 23,24 по диагонали начисто Сверлить отв. 23 по диагонали начерно Зенкеровать отв. 23 по диагонали Развернуть отв. 23 по диагонали начисто
010	Координатно-расточная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	Установить, снять заготовку Фрезеровать пов. 20,19,18,16,17 начерно Фрезеровать пов. 20,19,18,16,17 начисто Расточить отв. 14 с торцем 15 начерно Расточить отв. 12 с торцем 13 начерно Расточить отв. 9 начерно Расточить канавку, пов. 10,11 начерно Расточить отв. 14 с торцем 15 начисто
015	Координатно-расточная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	Установить, снять заготовку Фрезеровать пов. 1 тонко Фрезеровать пов. 4 начисто Расточить пов. 2 с фаской 3 тонко Расточить отв. 5 с торцем 6 начерно Расточить отв. 5 с торцем 6 начисто Расточить отв. 5 тонко Расточить отв. 7 с торцем 8 начисто Сверлить отв. 27 начисто Сверлить отв. 25 начерно Нарезать резьбу, пов. 27 начисто
020	Координатно-расточная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	Установить, снять заготовку Фрезеровать пов. 20,16,17 тонко Фрезеровать пов. 21,22 начисто Расточить отв. 19 с торцем 18 тонко

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
			Расточить отв. 14 с торцем 15 тонко Расточить отв. 12 с торцем 13 начисто Расточить отв. 9 начисто Расточить канавку, пов. 10,11 начисто Центровать отв. 26,28 Сверлить отв. 26 начисто Сверлить отв. 28 начисто Нарезать резьбу, пов. 28 начисто
025	Моечная	Камерная моечная машина	Промывать с обдувом горячим воздухом
030	Контрольная	Контрольный стол	Контролировать основные параметры
035	Окрасочная	Камера для окраски	Окрасить необработанные поверхности
040	Слесарная	Рабочий стол	Удалить наплывы краски с рабочих поверхностей
045	Контрольная	Контрольный стол	Контролировать окрашенные поверхности.

2.4.3 Разработка плана обработки

Представим стратегию плана обработки фланец несущего.

Первый столбец в плане обработки показывает номер операции и её наименование.

Во втором столбце применяемое оборудование.

В третьем столбце операционный эскиз, где показывается 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 фланца несущего представлен в графической части данной работы.

2.5 Определение припусков и проектирование заготовки

2.5.1 Расчет операционных припусков и размеров по переходам

Результат вычисления припусков табличным методом с определением промежуточных размеров представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Припуски на обработку поверхностей фланца несущего

№ оп.	Наименование операции	№ обработ. поверх., переход	Припуск на сторону, мм	Промежуточный размер по переходам
1	2	3	4	5
005	Координатно-расточная	1 – 1 переход	1,0	10,6±0,2
		1 – 2 переход	0,4	10,2±0,1
		4 – 1 переход	1,0	13,8H13
		23 – 1 переход	2,85	Ø5,7H12
		23 – 2 переход	0,3	Ø6,3H8
		23 – 3 переход	0,1	Ø6,5H7
010	Координатно-расточная	20 – 1 переход	1,0	141,8±0,3
		20 – 2 переход	0,4	141,4±0,2
		18 – 1 переход	1,0	134,8±0,3
		18 – 2 переход	0,4	134,4±0,2
		15 – 1 переход	1,0	96,8 _{-0,6}
		15 – 2 переход	0,4	96,4 _{-0,4}
		17 – 1 переход	1,0	112,6±0,3
		17 – 2 переход	0,4	112,2±0,2
		14 – 1 переход	1,05	Ø30,9H13
		14 – 2 переход	0,4	Ø31,7H9
015	Координатно-расточная	4 – 2 переход	0,2	155,2±0,1
		6 – 1 переход	1,0	142,6±0,2
		6 – 2 переход	0,4	142,2±0,1
		1 – 3 переход	0,2	14h11
020	Координатно-расточная	20 – 3 переход	0,2	141±0,1
		18 – 3 переход	0,2	134 ^{+0,2}

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
		15 – 3 переход	0,2	96 _{-0,2}
		13 – 2 переход	0,4	94±0,1
		21 – 1 переход	2	36h10

2.5.2 Проектирование и расчет заготовки

Основные параметры заготовки принимаем по [8].

По таблице А.1 [8, с. 27] выбираем метод получения заготовки – литье в песчано-глинистые сырые формы из низковлажных высокопрочных смесей, с высоким и однородным уплотнением до твердости не ниже 90 единиц.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и ее материала выбираем класс размерной точности отливки [8, с. 26].

Принимаем: класс размерной точности – 7.

В зависимости от отношения наименьшего размера отливки к наибольшему выбираем степень коробления отливки по таблице Б.1 [8, с. 29].

Принимаем: степень коробления – 6.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и ее материала выбираем степень точности поверхности отливки по таблице Г.1 [8, с. 32].

Принимаем: степень точности поверхности отливки – 11 (шероховатость Ra20 мкм).

В зависимости от вида литья и массы выбираем класс точности массы отливки по таблице Д.1 [8, с. 33].

Принимаем при массе заготовки св. 1 до 10 кг: класс точности массы отливки - 7.

Таким образом – точность отливки - 7-6-11-7 по ГОСТ Р 53464-2009

Литейный уклон:

на наружной и внутренней поверхности – не более 0°30'

Радиусы закругления наружных углов – 2 мм

Сдвиг полуформ – не более 0,5 мм [8, с. 8]

Эксцентричность отверстий - не более 0,5 мм [8, с. 8]

Шероховатость поверхности заготовки – Ra 20 мкм

Эскиз заготовки приведен на рисунке 2.1

Фасонные поверхности условно приводим к цилиндрическим.

Объем заготовки определяется по формуле:

$$V_{\text{п}} = \sum_{i=1}^n V_i, \quad (2.1)$$

где V_i - рассчитанный объем i -ого элемента

Так как форма заготовки достаточно сложная, объем отливки определим с помощью CAD системы

По объемной модели, полученной в программе AutoCAD 2010 объем заготовки $V = 354997 \text{ мм}^3$.

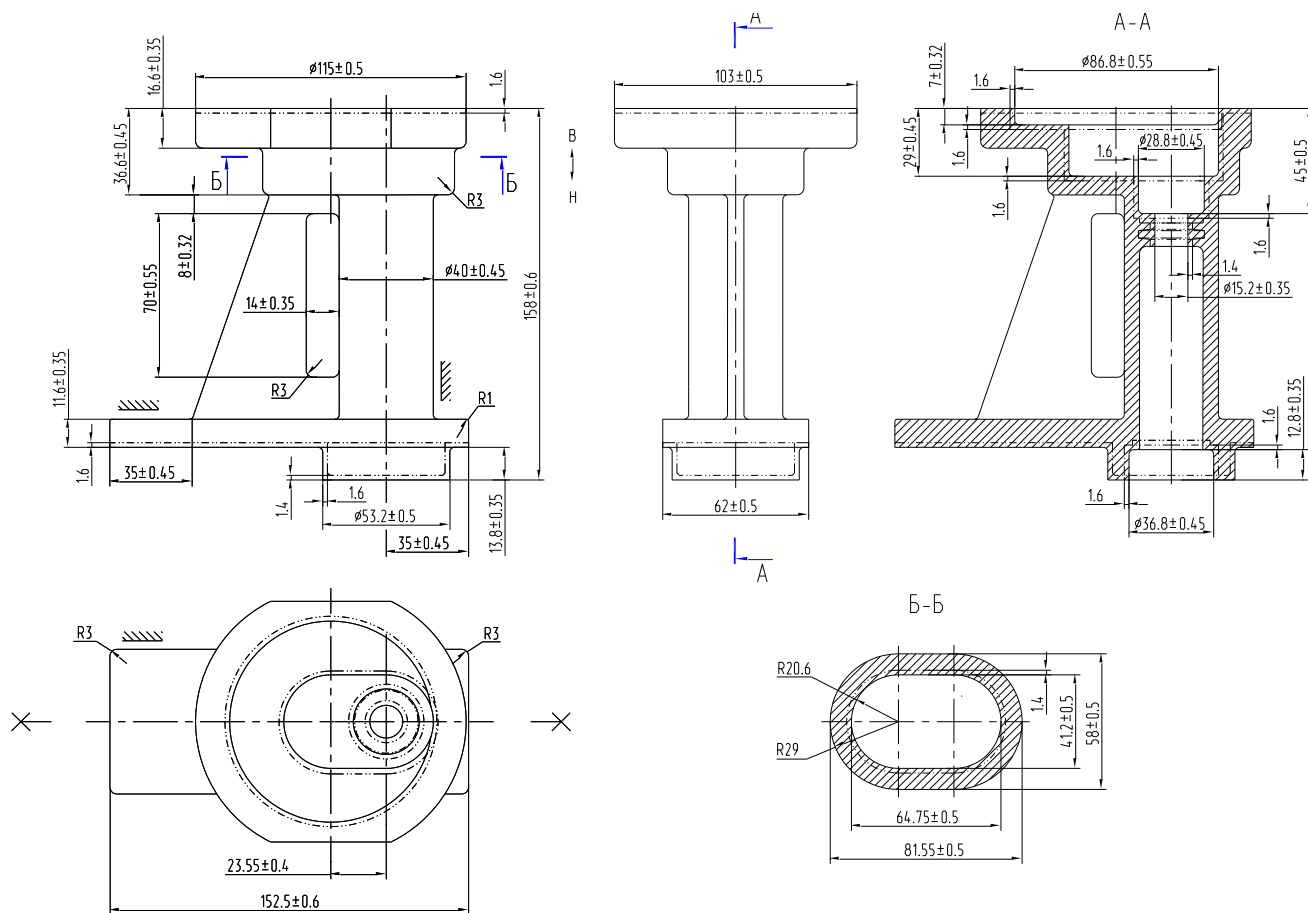


Рисунок 2.1- Эскиз спроектированной заготовки фланца

Массу заготовки m_3 , кг, определим выражением

$$m_3 = V \cdot \gamma, \quad (2.2)$$

где V - объем, мм^3 ;

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

$$m_3 = 354997 \cdot 2,66 \cdot 10^{-6} = 0,94 \text{ кг}$$

Определим коэффициент использования материала отлитой заготовки

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 0,8 / 0,94 = 0,85 \quad (2.3)$$

2.6 Выбор средств технологического оснащения

В задачу данного раздела работы входит подбор технологического оборудования, приспособлений, инструментов, способных обеспечить выпуск изделий требуемого качества и минимальной себестоимостью.

2.6.1 Выбор технологического оборудования

Основываясь на типе производства по заданию на проектирование – средне-серийного, типу обрабатываемой заготовки и технологическому маршруту обработки принимаем для всех операций мехобработки многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V. Эскиз станка представлен на рисунке 7.1. Основные характеристики станка представлены в таблице 2.4 [17]

Таблица 2.4 – Основные характеристики станка 400V

"Основные характеристики"	
1	2
Производитель	ОАО «Стерлитамак - М.Т.Е.»
Страна	Россия
Краткое описание станка	Станок фрезерно-расточного типа с автоматическим модулем смены инструментов (АСИ) и системой числового программного управления (ЧПУ) модели 400V предназначается для комбинированной обработки изделий из материалов различного функционального назначения при работе в единичном, мелкосерийном и серийном производствах.
Отличительные особенности	Оснащен поворотным столом для четырех координатной обработки; оснащен щупами для измерения детали и инструмента.
Операции	Фрезерная, сверлильная, зенкерование, развертывание, резьбонарезная, расточная
Тип оборудования	Станок фрезерный
"Управление"	
Числовое программное управление	Siemens «Sinumerik 802D SL»
Количество управляемых осей координат/ управляемых одновременно	3/ 3
"Рабочая зона"	
Размеры рабочей поверхности стола (Д x Ш)	900x400 мм
Число Т-образных пазов	3
Ширина Т-образных пазов	18H7 мм

Продолжение таблицы 2.4

1	2
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола	560 мм
"Заготовка"	
Максимальная масса обрабатываемой заготовки	400 кг
"Точность перемещений"	
Точность линейного позиционирования	$\pm 0,005$ мм
"Перемещения"	
Перемещение инструмента по оси Y	400 мм
Перемещение инструмента по оси Z	450 мм
Перемещение стола по оси X	540 мм
"Скоростные характеристики"	
Скорость подачи инструмента по оси Y	1-15000 мм/мин
Скорость подачи инструмента по оси Z	1-15000 мм/мин
Скорость подачи стола по оси X	1-15000 мм/мин
Скорость холостых подач инструмента по оси Y	15-30 м/мин
Скорость холостых подач инструмента по оси Z	15-30 м/мин
Скорость холостых подач стола по оси X	15-30 м/мин
Частота вращения главного шпинделя	8000 об/мин
"Инструмент"	

Продолжение таблицы 2.4

1	2
Диаметр инструмента с пустыми/занятыми соседними позициями	125 мм/ 80 мм
Максимальная длина инструмента	250 мм
Максимальная масса инструмента	10 кг
Компоновка режущего инструмента	Инструментальный магазин
Количество мест в инструментальном магазине	20
Инструментальная оснастка	SK 40
Время смены инструмента	12 сек
"Конструкция"	
Монтаж	Напольный
"Динамические характеристики"	
Максимальный крутящий момент главного шпинделя	44,6 Нм
"Мощность двигателя"	
Максимальная мощность привода вращения главного шпинделя	7 кВт
"Питание"	
Суммарная потребляемая мощность	21,7 кВт
Питающая сеть: напряжение сети/ частота/ количество фаз	380 В/ 50 Гц/ 3
"Логистика"	
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В)	2400x2200x2640 мм
Масса станка	4700 кг



Рисунок 2.2 – Станок 400V

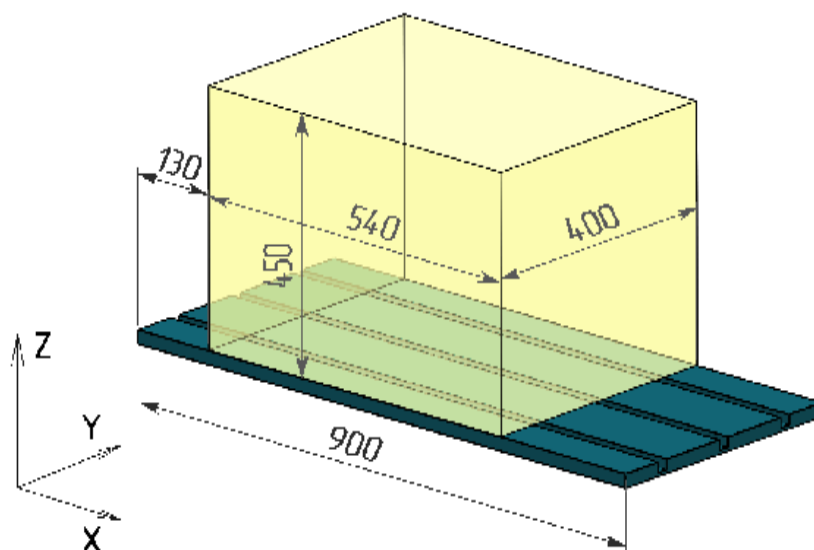


Рисунок 2.3 – Зона резания

2.6.2 Выбор станочных приспособлений

Данные по выбору приспособления сведены в таблицу 2.5

Таблица 2.5 - Выбор приспособлений

№ оп.	Наименование операции	Приспособление
005	Координатно-расточная	Приспособление специальное с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ОСТ 3-2913-75
010	Координатно-расточная	Приспособление специальное, с установкой по плоскости и 2 пальцам, с пневмоприводом ОСТ 3-2913-75
015	Координатно-расточная	Приспособление специальное, с установкой по плоскости и 2 пальцам, с пневмоприводом ОСТ 3-2913-75
020	Координатно-расточная	Приспособление специальное, с установкой по плоскости и 2 пальцам, с пневмоприводом ОСТ 3-2913-75

2.6.3 Выбор режущих инструментов и средств контроля

Результаты выбора инструмента и средств контроля сведены в табл. 2.6

Таблица 2.6 - Выбор режущего инструмента и средств контроля

№ оп	Наименов. операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4
005	Координатно-расточная	Фреза торцовая Ø50 ТУ 2-035-624-78, Z=6 BK8	Штангенциркуль ШЦ-II-0,05 ГОСТ 160-80

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4
		<p>Фреза торцовая Ø50 ТУ 2-035-624-78, Z=6 ВК6М</p> <p>Сверло центровочное Ø2,5 Тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5</p> <p>Сверло спиральное Ø6,5, Ø5,7 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5</p> <p>Зенкер цельный с коническим хвостовиком Ø6,3 Р6М5К5 ГОСТ 12489-71</p> <p>Развертка машинная цельная с коническим хвостовиком Ø6,5 Р6М5К5 ГОСТ 1672-80</p>	<p>Шаблон ГОСТ 2534-73</p> <p>Калибр-пробка ГОСТ 14807-69</p>
010	Координатно-расточная	<p>Фреза концевая Ø25 Z=6 ГОСТ 17025-71 Р6М5</p> <p>Фреза концевая Ø25 Z=6 ГОСТ 17025-71 Р6М5К5</p> <p>Борштанга расточная Ø30,9; Ø26,2; Ø17,2. Пластина ВК8</p> <p>Фреза пазовая Ø25 z=8 Р6М5К5</p> <p>Борштанга расточная Ø31,7</p> <p>Пластина ВК6М</p>	<p>Штангенциркуль ШЦ-II-0,05 ГОСТ 160-80</p> <p>Шаблон ГОСТ 2534-73</p> <p>Калибр-пробка ГОСТ 14807-69</p>
015	Координатно-расточная	<p>Фреза торцовая Ø40 ТУ 2-035-624-78, Z=6 ВК3М</p> <p>Борштанга расточная Ø50,9</p> <p>Пластина ВК3М</p> <p>Борштанга расточная Ø33</p> <p>Пластина ВК6М</p> <p>Борштанга расточная Ø38,9. Пластина ВК8</p>	<p>Шаблон ГОСТ 2534-73</p> <p>Калибр-пробка ГОСТ 14807-69</p> <p>Измерительное приспособление</p>

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4
		<p>Борштанга расточная Ø39,7. Пластина ВК6М</p> <p>Борштанга расточная Ø40. Пластина ВК3М</p> <p>Сверло центровочное Ø2,5 Тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5</p> <p>Сверло спиральное Ø3,8, Ø10,5 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5</p> <p>Метчик машинный М12х1,5 ГОСТ 3266-81 Р6М5К5</p>	
020	Координатно-расточная	<p>Фреза цилиндрическая Ø100 ТУ 2-040-285-85, Z=12 Р6М5К5</p> <p>Фреза концевая Ø25 Z=6 ГОСТ 17025-71 Р6М5К5</p> <p>Борштанга расточная Ø90; Ø32 Пластина ВК3М</p> <p>Борштанга расточная Ø27, Ø18 Пластина ВК6М</p> <p>Фреза пазовая Ø25 z=8 Р6М5К5</p> <p>Сверло центровочное Ø2,5 Тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5</p> <p>Сверло спиральное Ø2,5; Ø6,5 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5</p> <p>Метчик машинный М3 ГОСТ 3266-81 Р6М5К5</p>	<p>Шаблон ГОСТ 2534-73</p> <p>Калибр-пробка ГОСТ 14807-69</p> <p>Измерительное приспособление</p>

2.7 Проектирование технологических операций

2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Вычисление режимов резания аналитическим методом проводим на координатно-расточную операцию 010, переход 1.

2.7.1.1 Исходные данные

Деталь - фланец несущий

Материал - алюминиевый сплав АК7ч ГОСТ 1583-93.

Заготовка - отливка

Приспособление – специальное, с установкой по плоскости и 2 пальцам.

Загрузка-выгрузка детали - ручная

Жесткость конструкции - средняя

2.7.1.2 Структура операции

Оп. 010 Координатно-расточная.

Переход 1: Фрезеровать поверхности, выдержать размеры $\varnothing 88,7 \pm 0,13$; $141,8 \pm 0,3$; $134,8 \pm 0,3$; $112,6 \pm 0,3$; $85,45 \pm 0,2$; $23,55 \pm 0,12$

2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Переход 1: Фреза концевая $\varnothing 25$ $Z=6$ ГОСТ 17025-71 P6M5

2.7.1.4 Выбор оборудования

Принимаем Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V

Основные характеристики станка представлены в таблице 2.4

2.7.1.5 Расчет режимов резания

2.7.1.5.1 Определим глубину резания t , мм

$t = 1,1$ мм

2.7.1.5.2 Определим ширину фрезерования B , мм

$$B = 25 \text{ мм}$$

2.7.1.5.3 Определим подачу на зуб фрезы S_z , мм/зуб

$$S_z = 0.2 \text{ мм/зуб [17]}$$

2.7.1.5.4 Определим расчётную скорость при резании V , м/мин:

$$V = \frac{C_U \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_U, \quad (2.4)$$

где C_U - поправочный коэффициент; $C_U = 185,5$ [17]

D – диаметр используемой фрезы, мм;

T - стойкость используемой фрезы, мин; $T = 80$ мин [17]

t - глубина резания, мм;

S_z – величина подачи на зуб, мм/зуб;

B - ширину фрезеровки, мм;

z - количество зубьев фрезы;

q, m, x, y, u, p - показатели степени; $q = 0,45, m = 0,33, x = 0,3, y = 0,2, u = 0,1, p = 0,1$ [17].

K_U - поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания [12]

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.5)$$

где K_{MU} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MU} = 1,0 \text{ [17]}$$

$K_{ПУ}$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки; $K_{ПУ} = 0,9$ [17]

$K_{ИУ}$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента; $K_{ИУ} = 1,0$ [17]

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

$$V = \frac{185.5 \cdot 25^{0.45}}{80^{0.33} \cdot 1.1^{0.3} \cdot 0.2^{0.2} \cdot 25^{0.1} \cdot 6^{0.1}} \cdot 1.0 = 150 \text{ м/мин.}$$

2.7.1.5.5 Частота вращения шпинделя n , мин^{-1} , определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.6)$$

где V - расчётная скорость резания, м/мин;

D - диаметр фрезы, мм;

$$n = \frac{1000 \cdot 150}{3.14 \cdot 25} = 1910 \text{ мин}^{-1}$$

2.7.1.5.6 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя (бесступенчатое регулирование):

$$n = 1910 \text{ мин}^{-1}$$

2.7.1.5.7 Минутная подача определяется по формуле:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n, \quad (2.7)$$

где S_z - подача на зуб, мм/зуб;

z - число зубьев фрезы;

n - частота вращения шпинделя, об/мин

$$S_M = 0.2 \cdot 6 \cdot 1910 = 2292 \text{ мм/мин (бесступенчатое регулирование)}$$

2.7.1.5.8 Расчет усилий резания

Главная составляющая силы резания P_z , Н, определяется по формуле

$$P_z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \cdot 0.25, \quad (2.8)$$

где C_p - поправочный коэффициент; $C_p = 68.2$ [17, с.291];

t - глубина резания, мм;

S_z - подача на зуб, мм/зуб;

B - ширина фрезерования, мм;

z - число зубьев фрезы;

D - диаметр фрезы;

n - частота вращения шпинделя, об/мин;

x, y, u, q, w - показатели степени; $x = 0.86, y = 0.72, u = 1.0, q = 0.86,$

$w = 0$ [17, с.291]

K_{MP} - поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала
 $K_{MP} = 1,0$ [17, с.264]

$$P_z = \frac{10 \cdot 68.2 \cdot 1.1^{0.86} \cdot 0.2^{0.72} \cdot 25^{1.0} \cdot 6}{25^{0.86} \cdot 1910^0} \cdot 1.0 \cdot 0.25 = 547 \text{ Н.}$$

2.7.1.5.9 Мощность резания N , кВт, определяется по формуле

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{547 \cdot 150}{1020 \cdot 60} = 1,34 \text{ кВт} \quad (2.9)$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка
 $400V N_{шп} = N_d \cdot \eta = 7 \cdot 0,8 = 5.6 \text{ кВт}; 1,34 < 5.6$, т. е. обработка возможна.

2.7.2 Расчет режимов резания табличным методом

Проведем расчеты режимов резания на технологические операции табличным методом, используя [1]. Результат расчетов представлен в табл. 2.7

Таблица 2.7 - Сводная таблица режимов резания по операциям

№ операции	Наименование операции	Наименован. переходов	Глубина резания t , мм	Таблич. подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об	Таблич. скорость резания с учетом поправочных коэффициентов V_r , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости v_r , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$, об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин
05	Координатно-расточная	Фрезер. пов. фр. Ø 50	1,1/14,8	0,15·6	150	955	955	150
		Фрезер. пов. фр. Ø 50	0,4/14,2	0,06·6	240	1528	1528	240
		Центровать Ø 2,5/3,8	1,25	0,08	35	2933	2933	35
		Сверлить Ø 6,5	3,25	0,3	55	2694	2694	55
		Сверлить Ø 5,7	2,95	0,3	55	3073	3073	55
		Зенкеровать Ø 6,3	0,3	0,5	32	1617	1617	32
		Развернуть Ø 6,5	0,1	1,0	12	578	578	12
10	Координатно-расточная	Фрезер. пов. фр. Ø 25	1,1	0,2·6	150	1910	1910	150
		Фрезер. пов. фр. Ø 25	0,4	0,1·6	280	3566	3566	280
		Расточить Ø 30,9	1,1	0,3	220	2267	2267	220
		Расточить Ø 26,2	1,1	0,3	220	2674	2674	220
		Расточить Ø 17,2	1,0	0,25	190	3517	3517	190
		Расточить канавку Ø 27,2	5,0	0,04·8	110	1287	1287	110
		Расточить Ø 31,7	0,4	0,05	340	3415	3415	340
15	Координатно-расточная	Фрезер. пов. фр. Ø 50	0,4	0,06·6	310	1974	1974	310
		Фрезер. пов. фр. Ø 50	0,15	0,03·6	460	2929	2929	460
		Расточить Ø 50	0,15	0,025	410	2611	2611	410
		Расточить Ø 38,9	1,1	0,3	220	1801	1801	220
		Расточить Ø 33	2,95	0,2	180	1737	1737	180
		Расточить Ø 39,7	0,4	0,05	280	2246	2246	280
		Расточить Ø 40	0,15	0,025	390	3105	3105	390
		Сверлить Ø 10,5	5,25	0,4	60	1819	1819	60
		Сверлить Ø 3,8	1,9	0,25	45	3771	3771	45
		Нарезать резьбу M12x1,5	1,5	1,5	16	424	424	16
20	Координатно-расточная	Фрезер. пов. фр. Ø 25	0,15	0,03·6	340	4331	4331	340
		Фрезер. пов. фр. Ø 100	2,0	0,1·12	180	573	573	180
		Расточить Ø 90	0,15	0,025	430	1521	1521	430
		Расточить Ø 32	0,15	0,025	390	3881	3881	390
		Расточить Ø 27	0,4	0,05	280	3302	3302	280
		Расточить Ø 18	0,4	0,05	270	4777	4777	270
		Фрезер. канавку фр. Ø25	0,4	0,02·8	210	2675	2675	210
		Центровать Ø 2,5/3,8	1,25	0,08	35	2933	2933	35
		Сверлить Ø 6,5	3,25	0,3	55	2694	2694	55
		Сверлить Ø 2,5	1,25	0,15	40	5095	5095	40
		Нарезать резьбу M3	0,5	0,5	10	1061	1061	10

2.7.3 Определение норм времени на все операции

Произведем расчет технических норм времени на все операции техпроцесса изготовления фланца несущего.

Определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$, мин выражением [5]

$$T_{ш-к} = T_{п-з}/n + T_{шт} \quad (2.10)$$

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

$$n = N \cdot a / Д, \quad (2.11)$$

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 оборудования с ЧПУ определим выражением [5]:

$$T_{шт} = T_{ц.а.} + T_{в.к} + T_{об.от} \quad (2.12)$$

где $T_{ц.а.}$ - затраты времени на цикл автоматической работы оборудования, мин

$T_{в.к}$ – время вспомогательных работ, мин.

$T_{об.от}$ - затраты времени, чтобы обслужить рабочее место и отдохнуть, мин.

$k=1,85$ - коэффициент перевода для среднесерийного производства [5]

Затраты времени на цикл автоматической работы оборудования определим выражением:

$$T_{ц.а.} = T_o + \Sigma T_{м.а.} \quad (2.13)$$

где T_o – время на основные работы, мин;

$T_{м.а.}$ – затраты времени на операции выполнения автоматических ходов, затраты времени на смену инструментов и т.д., мин

Время на вспомогательные работы образуется как сумма [5]:

$$T_B = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}; \quad (2.14)$$

где $T_{y.c}$ - 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 детали, мин;

Расчет норм времени на координатно-расточную операцию 005

Время на основные работы:

$$T_o = \frac{L_{px} \cdot i}{nS}, \quad (2.15)$$

где L_{px} - длина рабочего хода

$$L_{px} = L_{рез} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.16)$$

где $L_{рез}$ – длина резания, мм;

l_1 – длина подвода режущего инструмента к обрабатываемой поверхности, мм;

l_2 - длина врезания режущего инструмента, мм;

l_3 - длина перебега режущего инструмента, мм;

i - число проходов.

$$T_o = \frac{504}{955 \cdot 0.9} + \frac{504}{1528 \cdot 0.36} + \frac{6 \cdot 9}{2933 \cdot 0.08} + \frac{13 \cdot 4}{2694 \cdot 0.3} + \frac{13 \cdot 2}{3073 \cdot 0.3} + \frac{13 \cdot 3}{1617 \cdot 0.5} +$$

$$+ \frac{13 \cdot 3}{578 \cdot 1.0} = 0,586 + 0,916 + 0,230 + 0,064 + 0,028 + 0,048 + 0,067 = 1,939 \text{ мин}$$

Примем время холостых ходов, с учетом суммарной длины подвода/отвода для 7 инструментом 3800 мм и величины ускоренной подачи 15 м/мин, время смены инструмента 0,2 мин, тогда

$$T_{\text{м.а.}} = 3800/15000 + 7 \cdot 0,2 = 1,653 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ц.а.}} = 1,939 + 1,653 = 3,592 \text{ мин}$$

При установке заготовки в приспособлении с $T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} = 0,3$ мин, при контроле 13-ти размеров с $T_{\text{из}} = 0,07$ мин и процентом контролируемых деталей 20% вспомогательное время равно:

$$T_{\text{в}} = (0,3 + 0,1 + 0,07 \cdot 13 \cdot 0,2) \cdot 1,5 = 0,873 \text{ мин}$$

$$T_{\text{оп}} = 3,592 + 0,873 = 4,465 \text{ мин}$$

При затратах времени $T_{\text{об.от}}$ равным 6% от оперативного $T_{\text{оп}}$ [3, с.214]:

$$T_{\text{об.от}} = 0,06 \cdot 4,465 = 0,268 \text{ мин}$$

Норматив $T_{\text{п-з}}$ на наладку станка, инструмента и приспособления при установке заготовки на фрезерном станке в приспособлении, с 7-ю режущими инструментами определим по [3, с.215]:

$$T_{\text{п-з}} = 38 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 4,465 + 0,268 = 4,733 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 4,733 + 38/236 = 4,894 \text{ мин}$$

Расчет норм времени на координатно-расточную операцию 010

$$T_{\text{о}} = \frac{650}{1910 \cdot 1.2} + \frac{650}{3566 \cdot 0.6} + \frac{18}{2267 \cdot 0.3} + \frac{4}{2674 \cdot 0.3} + \frac{13}{3517 \cdot 0.25} + \frac{44}{1287 \cdot 0.32} +$$

$$+ \frac{18}{3415 \cdot 0.05} = 0,283 + 0,303 + 0,026 + 0,005 + 0,015 + 0,107 + 0,105 = 0.844 \text{ мин}$$

Примем время холостых ходов, с учетом суммарной длины подвода/отвода для 7 инструментом 3800 мм и величины ускоренной подачи 15 м/мин, время смены инструмента 0,2 мин, тогда

$$T_{\text{м.а.}} = 3800/15000 + 7 \cdot 0,2 = 1,653 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ц.а.}} = 0,844 + 1,653 = 2,497 \text{ мин}$$

При установке заготовки в приспособлении с $T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} = 0,3$ мин, при кон-

троле 15-ти размеров с $T_{из} = 0,07$ мин и процентом контролируемых деталей 20% вспомогательное время равно:

$$T_v = (0,3+0,1+0,07 \cdot 15 \cdot 0,2) \cdot 1,5 = 0,915 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 2,497+0,915 = 3,412 \text{ мин}$$

При затратах времени $T_{об.от}$ равным 6% от оперативного $T_{оп}$ [3, с.214]:

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 3,412 = 0,205 \text{ мин}$$

Норматив $T_{п-з}$ на наладку станка, инструмента и приспособления при установке заготовки на фрезерном станке в приспособлении, с 7-ю режущими инструментами определим по [3, с.215]:

$$T_{п-з} = 38 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 3,412+0,205 = 3,617 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 3,617+38/236 = 3,778 \text{ мин}$$

Приведенным выше способом проведем расчёт норм времени на оставшихся операциях. Результат вычислений сведём в таблицу 2.8

Таблица 2.8 - Сводная таблица норм времени

№ оп	Наименование оп	T_o	$T_{м.а}$	$T_{ц.а}$	T_v	$T_{оп}$	$T_{об.от}$	$T_{п-з}$	$T_{шт}$	п	$T_{шт-к}$
		мин	мин	мин	мин	мин	мин	мин	мин		мин
05	Координатно-расточная	1,939	1,653	3,592	0,873	4,465	0,268	38	4,733	236	4,894
10	Координатно-расточная	0,844	1,653	2,497	0,915	3,412	0,205	38	3,617	236	3,778
15	Координатно-расточная	0,414	2,362	2,776	0,852	3,628	0,217	45	3,845	236	4,036
20	Координатно-расточная	1,755	2,698	4,453	1,230	5,683	0,341	48	6,024	236	6,227

3 Совершенствование операций с помощью научных исследований

3.1 Описание ситуации

На координатно-расточных операциях 005,010,015,020 происходит обработка фланца несущего инструментами из быстрорежущей стали P6M5 и P6M5K5. Выполняется фрезеровка, центрирование, высверливание, зенкеровка, развертка.

Период стойкости используемого инструмента недостаточно высокая, что приводит к его частой смене, а это в свою очередь повышает себестоимость обработки изделия. То есть мы видим формирование противоречия – период стойкости инструментов не удовлетворяет сформированным требованиям на современном производстве.

3.2 Анализ описанной ситуации

В процессе анализа мы установили, что увеличение периода стойкости инструментов при снижении, либо стабилизации себестоимости его изготовления требует понижения режимов резания.

Снижение же режимов резания приводит к понижению производительности обработки, что влечет за собой необходимость установки дополнительного оборудования, а это увеличивает себестоимость изготовления.

То есть мы пришли к формированию технического противоречия - увеличение периода стойкости снижает производительность.

3.3 Разработка обобщенного технического решения

Для формирования высокой 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 высоким и низким.

Возникает следующая 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:

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

Проводя анализ литературы производим отбор таких документов, которые могут содержать необходимые нам сведения, имеющие отношение и/или характеризующие исследуемое техническое решение (ИТР), а именно – увеличение периода стойкости сверла, материалом которого является быстрорежущая сталь.

Изучив и проанализировав сущность отобранной документации, приходим к выводу, что обеспечение повышения периода стойкости быстрорежущего сверла наиболее оптимально будет применить лазерную закалку, перед которой предварительно провести химико-термическую обработку, что приведет к повышению периода стойкости быстрорежущего сверла при сравнительно низкой себестоимости его изготовления.

3.5 Лазерная закалка инструмента из быстрорежущей стали с предваритель-

ной химико-термической обработкой

В данной работе приведены результаты исследований стойкости режущего инструмента из быстрорежущей стали, прошедшего лазерную закалку поверхности после предварительной термической обработки (отжига, закалки и трехкратного отпуска) и карбонитрации.

Исследования проводили на образцах и инструменте из различных быстрорежущих сталей, которые обрабатывали с помощью импульсных твердотельных или непрерывных CO₂-лазеров. Оплавление на поверхности не допускалось. Микроструктура стали после лазерной обработки исследовалась оптическим микроскопом Neophot от фирмы Carl Zeiss Jena (Германия) и электронным микроскопом Camscan-4VD Cambridge (Великобритания). Ее твердость и микротвердость измеряли с помощью приборов ТП-7р-1 и ПТМ-3. Износостойкость стали определялась трением цилиндрических образцов, которые были предварительно заточены на конус. На торцах образцов имелась закаленная лазером площадка (Ø0.8-0.85 мм), предназначенная для контакта с контртелом. Сравнительные стойкостные испытания проводили на фрезерных станках по стандартным методикам.

Затраты энергии при лазерной обработке оценивали по величине удельной энергии излучения:

$$E_s = P / (v_{л.о.} \cdot d), \quad (3.1)$$

где P- мощность излучения, кВт;

$v_{л.о.}$ - скорость лазерной обработки, м/мин;

d- диаметр лазерного пятна, мм.

В экспериментах $E_s = 10 \text{ Дж/мм}^2$. Изменение микротвердости по глубине зоны лазерного воздействия (ЗЛВ) определяли на плоских образцах из сталей Р6М5 и Р6М5К5, прошедших предварительную закалку и трехкратный отпуск, и из стали Р18, подвергнутых предварительному отжигу. Из рис. 3.1. видно, что при лазерной закалке предварительно отожженной стали Р18 ее наибольшая микротвердость в ЗЛВ $H=7100 \div 7900 \text{ Мпа}$ (ниже, чем после обычной закалки и

последующего трехкратного отпуска), а глубина ЗЛВ с такой микротвердостью $h < 0.1$ мм.

Показано, что увеличение энергии E_s при лазерной закалке отожженных быстрорежущих сталей при снижении скорости обработки или увеличении мощности излучения сопровождается ростом сжимающих остаточных напряжений и количества остаточного аустенита в поверхностном слое, что приводит к повышению средней твердости. Таким образом, при лазерной закалке отожженных быстрорежущих сталей происходит процесс фазового превращения аналогичный процессу при обычной объемной закалке.

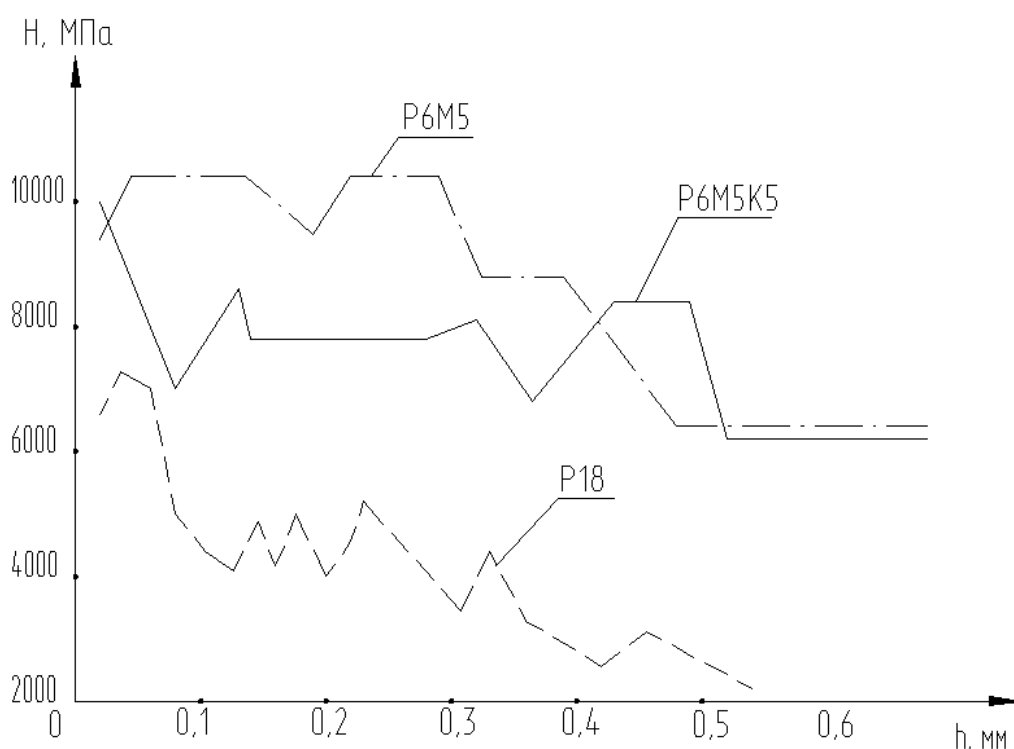


Рисунок 3.1 - Изменение микротвердости H по глубине h зоны лазерного воздействия для различных быстрорежущих сталей с разной предварительной термической обработкой.

Оптимальная доля растворенных карбидов должна составлять примерно 30%. Дальнейшее растворение карбидов при увеличении энергии E_s может привести к образованию в ЗЛВ большого количества остаточного аустенита и к снижению твердости. Поэтому на зависимостях микротвердости от режима об-

работки имеется максимум, соответствующий оптимальной доле растворенных карбидов.

Лазерная закалка сталей Р6М5 и Р6М5К5, прошедших предварительную закалку и трехкратный отпуск, приводит к повышению микротвердости до $H = 7900 \div 10200$ МПа (см. рис. 9.1), и такая микротвердость сохраняется до границы ЗЛВ с исходной структурой, т.е. даже в тех микрообъемах, которые нагрелись до невысокой температуры.

Очевидно, что при лазерной закалке предварительно закаленной и отпущенной быстрорежущей стали следует стремиться не к растворению карбидов и насыщению твердого раствора для получения высокой твердости (эта задача решена при предшествующей термической обработке), а к переходу мартенсита отпуска в мартенсит закалки и благодаря этому - к повышению твердости поверхностного слоя. С увеличением энергии E_s растворение карбидов (особенно мелкодисперсных) может привести к снижению твердости и теплостойкости, росту зерна аустенита и ухудшению режущих свойств инструмента.

Износостойкость стали Р6М5 при трении конической поверхности образца по контробразцу, изготовленного из конструкционной стали 40Х рассчитываем как:

$$B = L \cdot F_{\text{тр}} / m_{\text{тр}}, \quad (3.2)$$

где L - длина пути трения, м;

$F_{\text{тр}}$ – сила трения, Н;

$m_{\text{тр}}$ - потеря образцом массы при трении, г.

Образцы подвергались закалке и трехкратному отпуску, а затем вершину конической части обрабатывали лазером (без оплавления) при $P = 0.35$ кВт и $v_{\text{л.о.}} = 4; 6; 7; \text{ и } 8$ м/мин ($E_s = 2.6; 1.75; 1.5; \text{ и } 1.3$ Дж/мм²). Из рис. 9.2. видно, что с уменьшением энергии E_s износостойкость стали увеличивается; ее наибольшие значения наблюдаются при скорости трения $v_{\text{тр}} = 25$ м/мин. При больших значениях $v_{\text{тр}}$ температура в зоне резания существенно повышается, а износостойкость стали снижается.

Для сравнительных стойкостных испытаний использовали концевые фрезы

из стали Р6М5, прошедшие стандартную термическую обработку (СТО) и лазерной закалке, осуществляемой непрерывным СО₂-лазером при перемещении фрезы программируемым манипулятором по сложной траектории. Закалку задней поверхности зубьев фрезы выполняли при $E_s \leq 2$ Дж/мм², чтобы избежать оплавления режущих кромок. Лазерную закалку вели при максимально возможной скорости, чтобы обеспечить наибольшую производительность. При $v_{л.о.} = 8$ м/мин мощность Р изменяли от 0.1 до 0.8 кВт = $0.25 \div 2$ Дж/мм²).

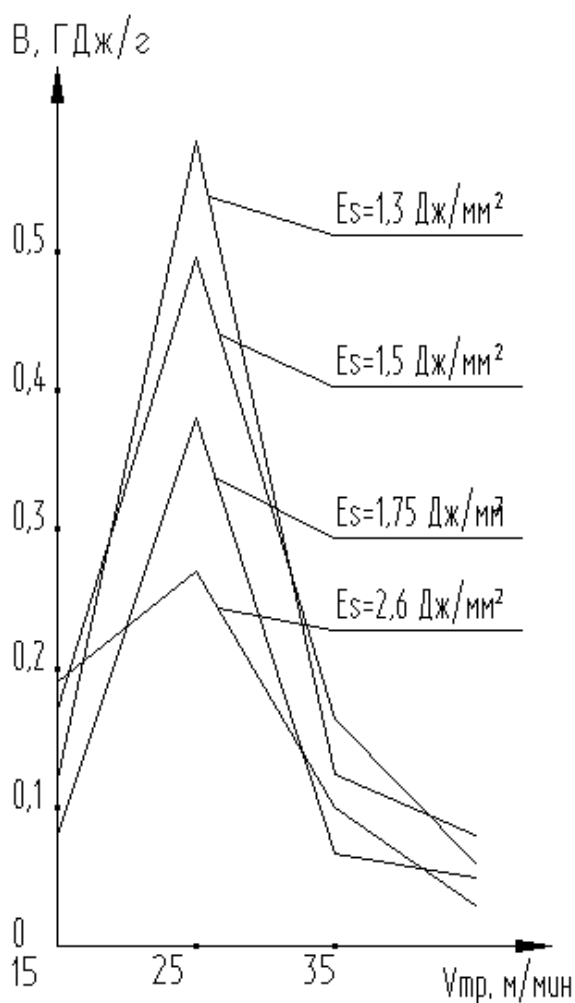


Рисунок 3.2 - Зависимость стойкости в стали Р6М5 после лазерной закалки от скорости $v_{тр}$ трения и энергии E_s .

Сравнительные стойкостные испытания концевых фрез проводили на универсальном оборудовании модели ФУ-251 при обработке стали 45 (скорость резания $v = 23.7$ м/мин; глубина резания $t = 2$ мм; ширина реза $b = 3$ мм; подача $s_z =$

0.05 мм/зуб). Было установлено, что у фрез, закаленных при $E_s = 2$ и 0.25 Дж/мм² износ задней поверхности зубьев $h_3 = 0.2$ мм достигается в течение 25 и 64 мин соответственно.

Это хорошо согласуется с результатами исследований, согласно которым стойкость фрез, закаленных при $E_s = 1.25 \div 2$ Дж/мм², более чем в два раза превышала стойкость фрез, закаленных при $E_s = 0.25 \div 1$ Дж/мм², и примерно в 2 раза превышала стойкость фрез после СТО.

Ниже приведены результаты исследования микротвердости поверхностного слоя (на глубине до 150 мкм) режущих кромок концевых фрез и разница ΔN концентрации карбидных фаз между исходной микроструктурой и микроструктурой после лазерной закалки при разной энергии излучения.

Таблица 3.2 - Результаты исследования.

E_s , Дж/мм ²	2.0	0.25
H, МПа	9200...9700	10200...12000
ΔN , частиц/см ² , при размере карбидов, мкм:		+(0÷4)
Свыше 0.1 до 0.25	+(7÷8)	-17
Свыше 0.25 до 0.4	+14	+8
Свыше 0.4 до 1.0	-6	-0
Свыше 1.5	-0	

Как видно, при $E_s = 2$ Дж/мм² микротвердость поверхностного слоя ниже, чем при $E_s = 0.25$ Дж/мм². Кроме того, равным является и характер изменения микротвердости по глубине ЗЛВ: в первом случае высокая микротвердость была по всей глубине ЗЛВ, во втором она снижалась в местах, нагретых до высокой температуры.

С помощью электронного микроскопа определяли концентрацию карбидных фаз в микроструктуре фрез после СТО и после лазерной закалки по разным режимам. Из приведенных данных видно, что разница концентрации карбидов размерами 0.1-0.4 мкм больше при затрате большей энергии излучения. Это может быть обусловлено процессом растворения карбидов, который интенсифици-

руется с увеличением энергии излучения. Кроме того, о возможной коагуляции сверхмелких карбидов свидетельствуют и отрицательные значения ΔN при размере карбидов 0.4-1 мкм. Количество карбидов размером 1.5 мкм и более, практически одинаково как в исходном состоянии, так и при обоих режимах лазерной обработки.

Из приведенных на рисунке 3.3, а) результатов стойкостных испытаний концевых фрез видно, что при увеличении скорости резания стойкость T фрез уменьшается, причем более интенсивно у фрез, прошедших СТО и лазерную закалку (кривая 1). Это значит, что относительный прирост стойкости вследствие лазерной закалки при увеличении скорости резания снижается.

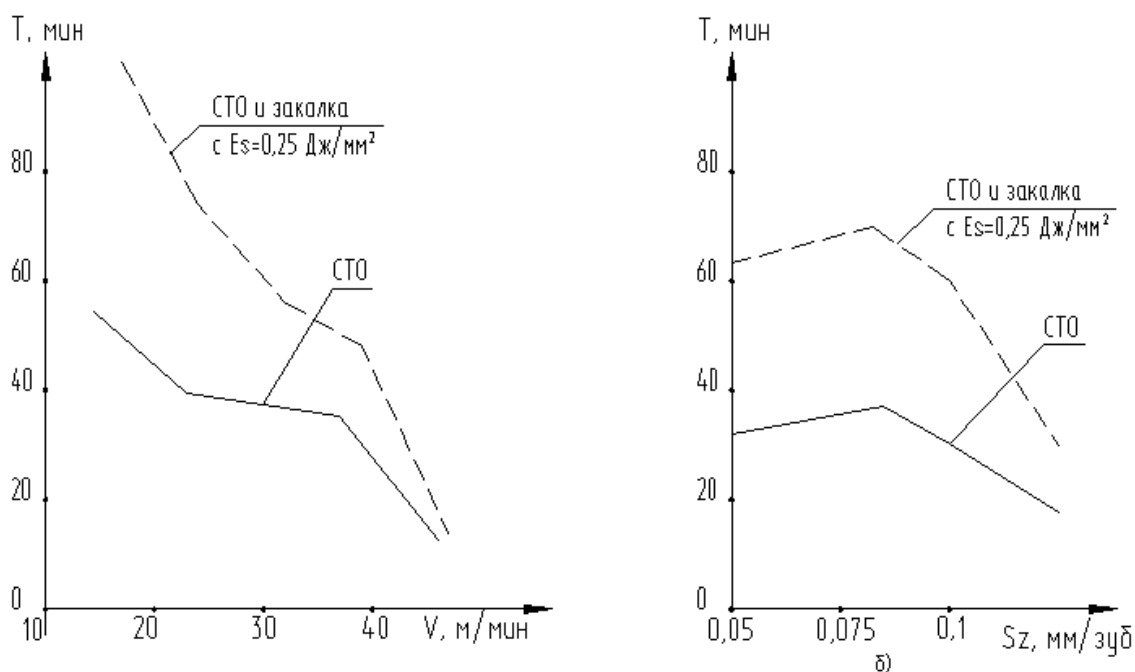


Рисунок 3.3- Зависимость стойкости T концевых фрез от скорости v резания при фрезеровании стали 45 с подачей $s_z = 0.1$ мм/зуб (а) и от подачи s_z при $v = 30$ м/мин (б): 1- после СТО и лазерной закалки с $E_s = 0.25$ Дж/мм²; 2- после СТО

Зависимость $T = f(s_z)$ (рис. 3.3. б) имеют максимум при $s_z = 0.08$ мм/зуб. Это можно объяснить следующим. При увеличении подачи от 0.05 до 0.08 мм/зуб повышение стойкости, возможно, связано с улучшением условий резания зубьев и снижением отрицательного влияния радиуса скругления режущей кромки. Дальнейшее повышение подачи вызывает увеличение толщины срезае-

мого слоя, что приводит к росту тепловой и силовой нагрузке в зоне резания и, как следствие, к снижению стойкости фрез. Наиболее наглядно это проявляется у фрез, закаленных лазером (кривая 1).

Характер рассматриваемых зависимостей (см. рис. 3.3) хорошо согласуется с представлением о том, что мартенсит закалки после лазерной обработки распадается с увеличением v и s_z из-за повышения температуры в зоне резания, причем этот распад идет более интенсивно, чем в стали после СТО.

Результаты стойкостных испытаний и исследования микроструктуры фрез после лазерной обработки подтверждают, что для повышения твердости закаленных и отпущенных быстрорежущих сталей и стойкости инструмента из этих сталей лазерную обработку кромок следует проводить при небольшой энергии излучения для предотвращения растворения карбидов. Кроме того, с увеличением энергии излучения сверх оптимального значения возможно оплавление кромок, а также самоотпуск стали и рост зерен аустенита.

Были проведены исследования в целях дополнительного повышения стойкости режущего инструмента при лазерной закалке. Испытания проводили на станке модели ОЦ1Н22 при обработке стали 30 ХРА с подачей СОЖ и на станке модели 6Р11 при обработке стали 30ХНБЦ без подачи СОЖ. Испытывали фрезы, прошедшие различную термическую и химическую обработку. Результаты испытаний представлены в таблице 9.3. из них видно, что как карбонитрация, так и импульсная лазерная закалка способствуют повышению стойкости фрез в 1.2-2.5 раза в зависимости от условий резания. Импульсная лазерная закалка после карбонитрации приводит к дальнейшему повышению стойкости фрез в 1.2-1.5 раза.

Таблица 3.3 - Результаты исследований повышения стойкости.

Вид обработки	Относительное повышение стойкости при обработке стали	
	30ХРА	30ХНБЦ
СТО (закалка + трехкратный отпуск)	1	1
СТО + КН	1,2	2,5
СТО + ИЛЗ	1,2	-
СТО + КН + ИЛЗ	1,4	3,9

В таблице 3.3: КН- карбонитрация; ИЛЗ- импульсная лазерная закалка.

На рис. 3.4. представлены результаты стойкостных испытаний карбонитрированных концевых фрез $\varnothing 18$ мм из стали Р6М5, прошедших лазерную закалку непрерывным CO_2 -лазером на следующих режимах: $P = 1$ кВт; $E_s = 2.5; 2.7; 2.9; 3.3$ Дж/мм². Стойкость фрез оценивали при фрезеровании стали У19А ($v = 22.6$ м/мин; $t = 2$ мм; $b = 2$ мм; $s_z = 0.05$ мм/зуб).

Как видно из рис. 9.4, для комбинированной обработки (СТО + КН + ИЛЗ) оптимальной является энергия $E_s = 2,7$ Дж/мм², при которой стойкость фрез в 1.5 раза выше, чем после карбонитрации.

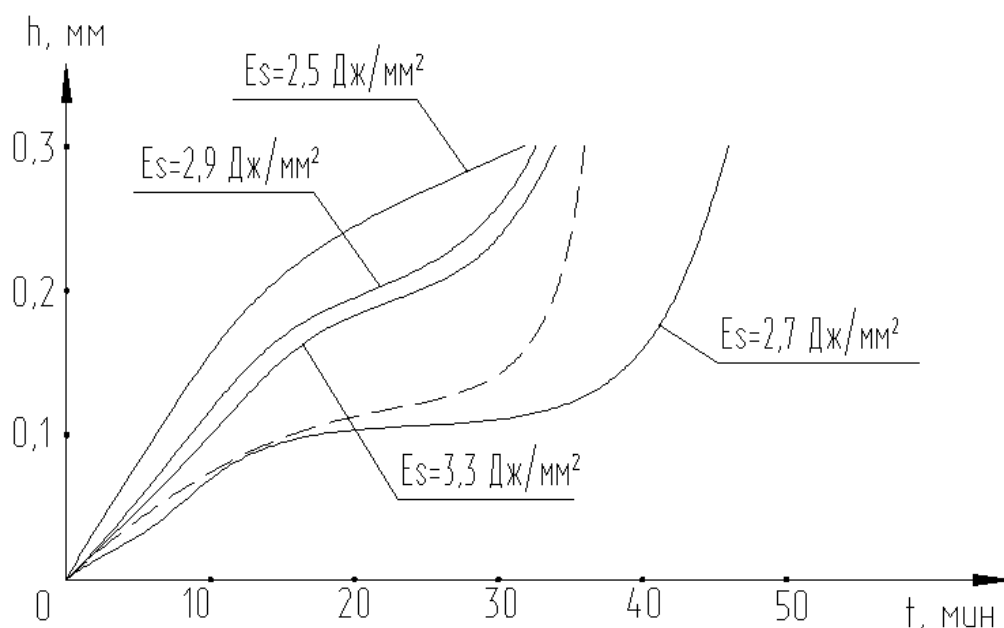


Рисунок 3.4 - Зависимость износа h_z по задней поверхности зубьев концевых

фрез из стали Р6М5 от времени обработки стали У10А после карбонитрации (штриховая линия) и последующей лазерной закалки с $E_s = 2,7; 3,3; 2,9; \text{ и } 2,5$ Дж/мм² (кривые 1-4 соответственно)

Фиксировали время изнашивания задней поверхности до $h_z = 0.3$ мм при испытании не менее пяти фрез на каждом режиме.

Для объяснения такого явления проведен металлографический анализ структуры поверхностного слоя фрез. После карбонитрации фрез, проводимой в растворе карбонитрата аммония в мочеvine при температуре 570°C в течение 10 мин, на поверхности образовался гетерофазный слой повышенной травимости, аналогичный по структуре закаленной и отпущенной быстрорежущей стали: он содержит отпущенный мартенсит и карбиды, а также карбонитриды, когерентно связанные или выделившиеся. Микротвердость такого слоя до и после лазерной обработки достаточно высока ($H = 11460 \dots 11710$ МПа). При лазерной обработке с $E_s = 2.7$ Дж/мм² глубина ЗЛВ немного больше глубины гетерофазного карбонитрированного слоя, и на микрошлифе сохраняется его микрорельеф. При повышении E_s до 3.3 Дж/мм² глубина ЗЛВ значительно превышает глубину этого слоя, и на микрошлифе его микрорельеф не выявляется.

Полученные данные позволяют предположить, что в случае лазерной закалки карбонитрированной стали стойкость режущего инструмента повышается благодаря переходу мартенсита отпуска в мартенсит закалки без растворения карбидов и карбонитридов. Увеличение энергии излучения может привести к растворению мелкодисперсных карбидов и карбонитридов, вследствие чего стойкость инструмента снижается.

Лазерная обработка карбонитрированных фрез при снижении E_s до $2,5$ - $3,3$ Дж/мм² приводит к уменьшению глубины ЗЛВ (видимо, из-за неполного цикла фазовых превращений не получен мартенсит закалки). Кроме того, в этом случае лазерный нагрев нарушает когерентные связи между карбонитридами и матрицей, что вызывает снижение стойкости фрез и изменение вида кривых, характеризующих износ инструмента.

3.7 Выводы и рекомендации

1. На основании комплекса исследований выявлено принципиальное различие в выборе режима лазерной обработки быстрорежущих сталей с разной исходной структурой: отожженную сталь следует закаливать при увеличении энергии излучения для растворения части исходных карбидов и насыщения твердого раствора; закаленную и отпущенную сталь необходимо закаливать при уменьшении энергии излучения для перевода мартенсита отпуска в мартенсит закалки в отсутствие растворения карбидов.

2. Лазерная закалка предварительно закаленных и отпущенных фрез увеличивает их стойкость в 1.2-2 раза, а прирост стойкости зависит от режимов резания. Лазерная закалка предварительно карбонитрированных фрез дополнительно повышает их стойкость в 1.2-1.5 раза.

Таким образом, рекомендуется применение лазерной закалки с предварительной химико-термической обработкой для повышения износостойкости быстрорежущих инструментов, применяемых при изготовлении фланца.

4 Проектирование приспособления

4.1 Анализ конструкции базового приспособления.

Цели проектирования

На координатно-расточной операции 010 для закрепления детали в базовом варианте применяется универсальное наладочное приспособление с ручными винтовыми зажимами.

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

Поэтому основной задачей проектирования является конструирование специализированного наладочного приспособления для среднесерийного производства с механизированным приводом, с и базированием по плоскости и двум пальцам.

4.2 Расчет усилия резания

При точении необходимы данные о главной составляющей силы резания P_z , которая была вычислена в пункте 2.7 и составляет $P_z = 547$ Н.

4.3 Расчет усилий закрепления заготовки

Процесс резания подразумевает взаимодействие усилий, воздействующих обрабатываемую на заготовку – это результирующая силы резания, которая воздействует непосредственно в зоне обработки и усилие закрепление, препятствующее сдвигу заготовки во время обработки. Необходимое усилие закрепления мы будем определять исходя из предположения, что при равенстве моментов данных сил и учитывая коэффициент запаса заготовки останется неподвижной.

На рисунке 4.1 представлена схематическое изображение воздействия силы резания и силы закрепления.

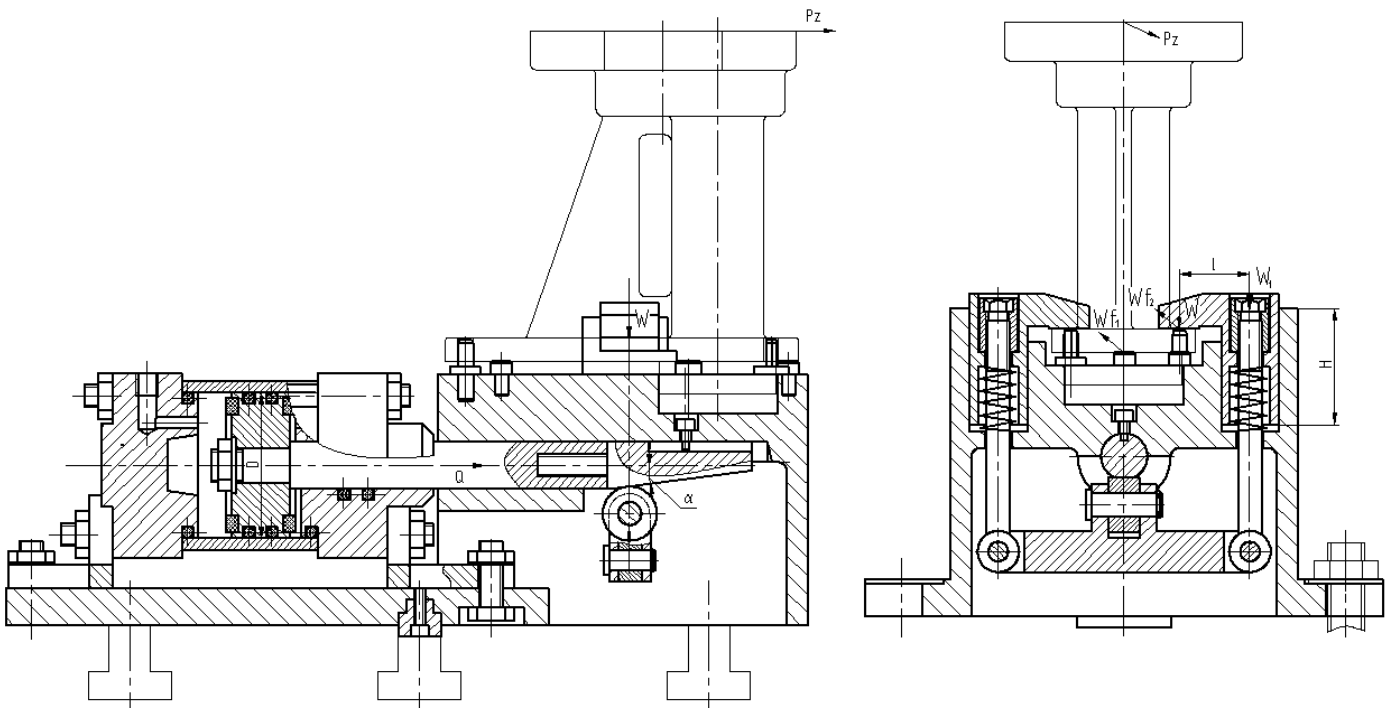


Рисунок 4.1 - Схема воздействия силы резания и силы закрепления

Смещающее воздействие на заготовку оказывает сила резания P_z . Момент от этой силы стремится сдвинуть заготовку с опор.

Сила зажима двух прихватов W направлена перпендикулярно поверхности заготовки в центр заготовки.

Тогда усилие зажима:

$$W_{zú} = \frac{K \cdot P_z}{2 \cdot (f_1 + f_2)}, \quad (4.1)$$

где K – коэффициент запаса;

f_1 и f_2 – коэффициенты трения между деталью и установочными, зажимными элементами приспособления $f_{1,2} = 0,16$;

Определим коэффициент запаса [18]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (4.2)$$

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, с.384].

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

Если $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$

Тогда

$$W = 2,5 \cdot 547 / (2 \cdot (0,16 + 0,16)) = 2136 \text{ Н}$$

4.4 Расчет зажимного механизма

Определим осевую силу W_1 по формуле (см. рисунок 4.1)

$$W_1 = \frac{W}{\left(1 - 3 \frac{l}{H} f\right)}, \quad (4.3)$$

где Q_1 – осевая сила, Н;

l – расстояние между силами W и W_1 ;

H – расстояние от нижнего торца гайки до верхнего края корпуса, мм;

f – коэффициент трения.

$$W_1 = \frac{2136}{\left(1 - 3 \frac{30}{50} \cdot 0,1\right)} = 2604 \text{ Н}$$

В качестве привода принимаем клино- плунжерный зажимной механизм.

Сила на приводе Q, Н определяется по формуле [18]:

$$Q = 2 \cdot K_2 \cdot (W_1 + q) \cdot \left[\frac{g}{\sin \alpha} + \frac{\cos \alpha + \varphi_{\text{пр}}}{\sin \alpha} \right] \cdot \text{tg} \varphi_1, \quad (4.4)$$

где K_2 – коэффициент учета дополнительных сил трения в направляющих зажимного механизма $K_1 = 1,1$ [12]

q- сила пружины сжатия, Н;

α - угол скоса клина;

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

φ_1 - угол трения плунжера;

$$Q = 2 \cdot 1,1 \cdot (2604 + 150) \cdot \left[\frac{g}{\sin 20^\circ 25'} + \frac{\cos 20^\circ 25' + \text{tg} 5^\circ 50'}{\sin 20^\circ 25'} \right] = 1623 \text{ Н}$$

4.5 Расчет силового привода

В качестве привода принимаем пневмоцилиндр двустороннего действия с рабочим давлением 0,63 МПа.

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра по формуле [18] .

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (4.5)$$

где p - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1623}{0,63 \cdot 0,9}} = 60,4 \text{ мм}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 ближайшее значение $D = 63$ мм.

Определим ход штока поршня $h_{ш}$ пневмоцилиндра по формуле

$$h_{ш} = S_K \cdot i_{п}, \quad (4.6)$$

где S_K – ход прихватов, мм;

$i_{п} = \operatorname{ctg} \alpha$ - передаточное отношение зажимного механизма по перемещению.

$$S_{п} = T + \Delta_{ГАР} + \Delta S_p + \frac{W}{J_k}, \quad (4.7)$$

где T – допуск на размер от базовой поверхности до поверхности закрепления, мм;

$\Delta_{ГАР}$ - гарантированный зазор между поверхностью заготовки и зажимным элементом ($\Delta_{ГАР} = 0.3 \dots 0.4$ мм), мм;

ΔS_p - запас хода, учитывающий износ и погрешности изготовления зажимного механизма, ($\Delta S_p = 0.2 \dots 0.3$ мм), мм;

J_k - жесткость механизма, Н/мм.

$$S_{п} = 0.2 + 0.4 + 0.3 + \frac{2604}{1.5 \cdot 10^4} = 1,07 \text{ мм}$$

Принимаем с учетом запаса $S_{п} = 1,5$ мм

Тогда

$$i_{п} = \operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{ctg} 7^\circ = 8.1;$$

$$h_{ш} = 1,5 \cdot 8.1 = 12 \text{ мм}$$

Примем $h_{ш} = 12$ мм

4.6 Определение допустимой погрешности установки из условий точности обработки

Общая погрешность обработки при установке заготовки:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\text{Б}}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{П}}^2}, \quad (4.8)$$

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

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

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

$\varepsilon_{\text{П}}$ – погрешность элементов приспособления, зависит от точности их изготовления

Погрешность базирования при установке заготовки двумя отверстиями на пальцы при посадке с зазором для данных условий для размеров, определяющих положение осей обрабатываемых отверстий будет равна максимальному зазору в соединении при посадке на цилиндрический палец:

$$\varepsilon_{\text{Б}} = S_{\text{max}} \cdot \cos \alpha = (\Delta_{\text{А}} + \Delta_{\text{В}}) \cdot \cos \alpha, \quad (4.9)$$

где S_{max} – максимальный зазор в соединении;

$\Delta_{\text{А}}$ - допуск на наружную пальца;

$\Delta_{\text{В}}$ - допуск на внутреннюю поверхность отверстия.

$$\text{Для посадки } \text{Ø}6,5 \frac{\text{H7}}{\text{g6}} \begin{pmatrix} +0,015 \\ 0 \\ -0,005 \\ -0,014 \end{pmatrix} \quad \varepsilon_{\delta} = (0,015+0,014) \cdot \cos 20 = 0.027 \text{ мм}$$

Таким образом, погрешность установки фактическая

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\text{А}}^2 + \varepsilon_{\text{С}}^2 + \varepsilon_{\text{I}}^2} = \sqrt{0.027^2 + 0^2 + 0^2} = 0.027$$

Погрешность установки допустимая

$$[\varepsilon] = \sqrt{\left(\sum \Delta_{\phi} \right)^2 + \Delta_y^2 + \Delta_n^2 + 3\Delta_n^2 + 3\Delta_T^2}, \quad (4.10)$$

где T - допуск на выполняемый размер;

Δ_{ϕ} - суммарная погрешность формы обрабатываемой поверхности, обусловленная геометрическими погрешностями станка и деформацией заготовки.

Δ_y - погрешность вследствие упругих отжатиий ТС ЗИПС под влиянием сил резания;

Δ_n - погрешность настройки ТС ;

Δ_n - погрешность от размерного износа инструмента;

Δ_T - погрешность обработки, вызываемая тепловыми деформациями ТС;

В связи со сложностью определения ряда величин, входящих в выражение (4.10), погрешность установки можно рассчитывать по упрощенному выражению

$$[\varepsilon] = \sqrt{T^2 - k_{T2} \cdot \omega_{T.c.}}, \quad (4.11)$$

где k_{T2} - коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления: $k_{T2} = 0,6 \dots 0,8$ (большее значение коэффициента принимается при меньшем количестве значимых величин, зависящих от приспособления). $k_{T2} = 0,7$ для размеров 7 качества точности и точнее.

ω_{mc} - средняя экономическая точность обработки, принимаемая по таблицам допустимых погрешностей для данного метода обработки. Для фрезерования и растачивания в нашем случае $\omega_{T.c.} = 0,1$ мм

$$[\varepsilon] = \sqrt{0,2^2 - 0,7 \cdot 0,1} = 0,187 \text{ мм}$$

Для принятой схемы установки должно выполняться условие

$$\varepsilon \leq [\varepsilon], \quad (4.12)$$

$0,027 < 0,187$, таким образом, приспособление обеспечивает заданную точность установки

4.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Приспособление состоит из корпуса 3, в котором с помощью посадки с натягом установлены палец цилиндрический 9 и палец ромбический 10, на который устанавливается обрабатываемая деталь с упором в 3 опоры 6.

Деталь зажимается прихватами 19, которые установлены в отверстия в корпусе и крепятся с помощью гаек 16, болтов 12 и осей 7 со стопорным кольцами 17 к коромыслу 4.

В центре коромысла на оси 11, которая крепится кольцом 18, находится ролик 11.

С помощью болтов 13 с гайками 15 и шайбами 22 к корпусу крепится пневмоцилиндр 1, к штоку которого привинчен клин 5, упирающийся в ролик 11 коромысла 4. От поворота клин предохраняет головка винта 2 установленного в пазу клина 5.

Для разжима заготовки служат пружины 20, установленные на оси болта 12.

Для ориентации приспособления на столе станка служит шпонка 21, привинченная к основанию корпуса винтом 14.

Приспособление работает следующим образом.

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра 1 шток с клином 5 отходит вперед, клин давит на ролик 11, коромысло 4 с болтами 12 и прихватами 19 отходит вниз и заготовка зажимается.

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра шток с клином 5 отходит назад, под действием пружин 20 коромысло 4 с болтами 12 и прихватами 19 поднимается и раскрепляет деталь. Прихваты поворачиваются и деталь снимают с приспособления.

5 Проектирование режущего инструмента

5.1 Анализ конструкции базового инструмента.

Цели проектирования

На координатно-расточной операции 010 в базовом варианте применяется сверло спиральное Ø 6,5 мм по ГОСТ 10903-77. Недостаток данного сверла - низкий период стойкости вследствие недостаточного охлаждения режущих кромок.

Так основной задачей при проектировании является модернизация конструктивных элементов сверла, устраняющих указанный недостаток.

5.2 Описание сущности усовершенствования

Необходимо спроектировать сверло спиральное, изготавливаемое из быстрорежущей стали, имеющим конический хвостовик и длиной режущей части не менее 10 мм, диаметром 6,5 мм.

Основные конструктивные элементы сверла возьмем в авторском свидетельстве Российской Федерации № 4448078 автора Серенкова П.С.

Сущность изобретения: Изобретение относится к обработке металлов резанием и может быть использовано для сверления отверстий. Целью изобретения является повышение стойкости посредством повышения жесткости инструмента и улучшения подвода СОЖ. Сверло содержит режущую часть со стружкоотводящими канавками и спинками. Центральный угол между стружкоотводящими канавками в поперечном сечении не равен 180° , за счет чего две спинки не равны между собой. В большей спинке выполнен винтовой паз, в который заложена или завальцована трубка, образующая канал закрытого типа для подвода СОЖ в зону резания.

Цель изобретения- улучшение охлаждения сверла

Опишем конструкцию и принцип работы сверла.

Сверло спиральное состоит из хвостовика 1, материалом которого является конструкционная сталь и режущей части 2, изготовленной из быстрорежущей ста-

ли.

На хвостовике различают цилиндрическую часть, оканчивающуюся лапкой.

На режущей части выделяют режущие кромки 3, которые образуются передними 4 и задними 5 гранями, винтовую канавку 6, ленточку 7 и спинку 8, с кольцевым пазом и запаянной в нем трубкой 9, служащей для бесперебойного подвода СОЖ в зону обработки.

Работа сверла осуществляется следующим образом: хвостовик 1 сверла устанавливаем через оправку в шпинделе станка, который собственно создает и перераспределяет крутящий момент на сверло. При осевом перемещении сверла в теле заготовки режущие кромки снимают стружку 10, которая выводится по винтовым канавкам 6 под давлением СОЖ, подаваемой в зону обработки.

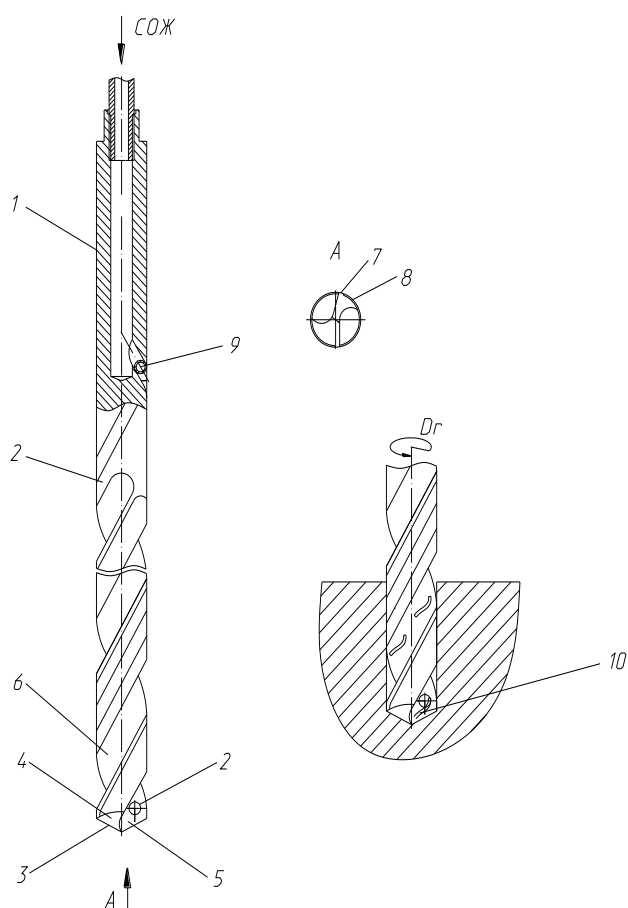


Рисунок 5.1 эскиз проектируемого сверла

5.3 Проектирование и расчет сверла

Проведем расчет и конструирование спирального сверла, материалом которого является быстрорежущая сталь для сверления отверстий глубиной не менее 10 мм.

5.3.1 Определим режимы резания

Необходимые значения режимов резания получены в пункте 2.7

5.3.1.1 Определенная глубина резания $t = 3,25$ мм.

5.3.1.2 Определенная подача $S = 0,3$ мм/об .

5.3.1.3 Определенная скорость резания $V = 55$ м/мин.

5.3.1.4 Определенная частота вращения шпинделя $n = 2694$ мин⁻¹.

5.3.2 Определим длину сверла.

Общую длину сверла L ; длины рабочей части l_0 принимаем по ГОСТ 10903-77 с учетом глубины отверстия $L = 100$ мм; $l_0 = 50$ мм;

Центровое отверстие выполняется по форме В ГОСТ 14034 - 74.

5.3.3 Определим геометрические и конструктивные параметры режущей части сверла. По [13, с. 151, табл. 43] находим форму заточки: нормальная Н.

Угол наклона винтовой канавки $\omega = 35^\circ$.

Задний угол $\alpha = 12^\circ$.

Угол наклона поперечной кромки $\psi = 55^\circ$.

5.3.4 Шаг винтовой канавки

$$f = \frac{\pi D}{\text{tg}\omega} = \frac{3,14 \cdot 6,5}{\text{tg}35} = 29,1 \text{ мм} \quad (5.1)$$

5.3.5 Толщина d_c сердцевины сверла в зависимости от диаметра сверла:

$$d_c = (0,19-0,15)D = (0,19-0,15) \cdot 6,5 = 1,23-0,98 \text{ мм} \quad (5.2)$$

Принимаем толщину сердцевины у переднего конца сверла равной 1,2 мм.

Утолщение сердцевины, по направлению к хвостовику 1,4 - 1,8 мм на 100 мм длины рабочей части сверла, Принимаем это утолщение равным 1,8 мм.

5.3.6 Обратная конусность сверла (уменьшение диаметра по направлению к хвостовику) на 100 мм длины рабочей части должна находиться в пределах: 0,02-0,08 мм

Принимаем обратную конусность равной 0,05 мм.

5.3.7 Ширину ленточки f_0 и высоту затылка по спинке K выбираем по [13, с. 158, табл. 63.]

В соответствии с диаметром D сверла $f_0 = 0,7$ мм; $K = 0,2$ мм.

5.3.8 Ширина пера

Шаг стружечных канавок выбран неравномерным, т.к. в спинке большей ширины расположен паз под трубку СОЖ.

$B_1 = 3,65$ мм

$B_2 = 5,2$ мм

5.2.9 Размеры паза под трубку СОЖ

Принимаем паз 1,6x1,6 мм с радиусами скругления $R0,4$ мм, выполненный под углом 35° .

5.2.10 Устанавливаем основные технические требования и допуски на размеры сверла (по СТ СЭВ 566 - 77 и ГОСТ 885- 77).

Предельные отклонения диаметров сверла (ГОСТ 885- 77)

$D=6,5h8_{(-0,022)}$.

Допуск на общую длину и длину рабочей части сверла равен удвоенному допуску по качеству 14 с симметричным расположением предельных отклонений по ГОСТ 25347-82.

Радиальное биение рабочей части сверла относительно оси хвостовика не

должно превышать 0,03 мм.

У рабочей части сверла HRC 61 - 67, у лапки хвостовика сверла HRC 35 - 41.

6 Проектирование средств контроля

6.1 Анализ конструкции базового приспособления.

Цели проектирования

На Оп 030 Контрольная происходит промежуточный выборочный контроль геометрических параметров фланца несущего.

После расточных операций происходит контроль биения отверстия и торца относительно базового отверстия – базы Ж.

Спроектируем приспособление для контроля биения, взяв за основу приспособления для аналогичных деталей.

В отличие от базовых вариантов контрольных приспособлений с механическими индикаторами с ценой деления 0,005 применим электронные индикаторы фирмы Mitutoyo Co.Ltd, Япония со следующими характеристиками:

- Установка нуля производится один раз и сохраняется при всех последующих измерениях до замены батареи.
- Высокая точность даже при высокоскоростных измерениях.
- Большие легко читаемые цифры на дисплее.
- С визуальным отображением допуска.
- С активированной функции допуска, дисплей становится красным при преодолении верхнего или нижнего предела допуска.
- Дискретность цифровой шкалы 0,001/0,01 мм, переключается

Функции:

- Вкл/выкл
- Режимы: Удержание Макс/Мин. Значения TIR
- Переключение на аналоговый диапазон измерений
- Установка нуля ZERO/ABS
- PRESET
- Ввод пределов допуска
- Переключатель направления счета

6.2 Разработка схемы установки и закрепления детали

Заготовка устанавливается на центральное отверстие, поз. 5 с упором в торец, поз. 6 с помощью клино-плунжерной самоцентрирующей оправки.

6.3 Расчет точности приспособления

Определим допустимую погрешность контроля.

$$[\varepsilon] = (0,2 \dots 0,4)Td \quad (6.1)$$

$K = 0,2$ – для более грубых квалитетов

$K = 0,4$ – для более точных квалитетов.

В нашем случае для контроля биения:

$$[\varepsilon] = 0,3 \times 0,05 = 0,015 \text{ мм.}$$

Фактическое значение погрешности контроля:

$$\varepsilon_{\text{факт}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{прибора}}^2 + \varepsilon_{\text{эталона}}^2}, \quad (6.2)$$

где $\varepsilon_{\text{уст}}$ – погрешность установки детали на приспособлении;

$\varepsilon_{\text{прибора}}$ – погрешность измерительного прибора;

$\varepsilon_{\text{эталона}}$ – погрешность эталона.

$$\varepsilon_{\text{прибора}} = 0,5 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_{\text{эталона}} = 0$, так как в нашем случае приспособление настраивают непосредственно по контролируемой детали.

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{баз}}^2 + \varepsilon_{\text{закрепл}}^2 + \varepsilon_{\text{полож. заг.}}^2}, \quad (6.3)$$

где $\varepsilon_{\text{баз}}$ – погрешность базирования;

$\varepsilon_{\text{закр.}}$ – погрешность закрепления детали в приспособлении;

$\varepsilon_{\text{полож.заг.}}$ – погрешность положения заготовки;

$\varepsilon_{\text{баз.}} = 0$, так как измерительная и технологическая базы совпадают;

$\varepsilon_{\text{закр.}} = 0$, так как усилие закрепления незначительное;

$$\varepsilon_{\text{полож.заг.}} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}; \quad (6.4)$$

где Δ_1 – несоосность фланца и оправки $\Delta_1 = 2$ мкм;

Δ_2 – максимальный зазор в сопряжении фланца и оправки $\Delta_2 = 5$ мкм;

$$\varepsilon_{\text{полож.заг.}} = \sqrt{2^2 + 5^2} = 5.4 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{\text{уст.}} = \sqrt{0^2 + 0^2 + \varepsilon_{\text{полож.заг.}}^2} = 5.4 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{\text{факт}} = \sqrt{0,5^2 + 5.4^2} = 5.5 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_{\text{факт.}} < [\varepsilon]$: 0,0055 мм < 0,015 мм, таким образом, контрольное приспособление обеспечивает необходимую точность контроля.

6.4 Описание конструкции приспособления

Приспособление содержит основание 18, в отверстии которого устанавливается фланец 26, закрепленный винтами 28. В отверстие фланца установлена самоцентрирующая клино-плунжерная оправка.

Оправка содержит корпус 12, в отверстии которого установлен клин 11, подпружиненный пружиной 22. Для предотвращения поворота клина в его паз входит головка винта 3. В наклонные пазы клина устанавливаются кулачки 16, скрепленные кольцом пружинным 13. отверстия корпуса 12 закрыты пробками 20 и 21. В торец клина 11 упирается головка винта 4, установленного в пробке 20.

В основании 18 установлен фланец 27, который крепится винтами 28.

В отверстии фланца устанавливается стойка 24, которая фиксируется винтом 5.

На стойке 24 устанавливается скалка 23, которая фиксируется на стойке с

помощью винта 6 и втулок 9 и 10.

Сверху в отверстии стойки устанавливается пробка 19.

К скалке 23 винтами 7 крепится кронштейн 15, в отверстии которого устанавливается индикатор для контроля торцевого биения.

При контроле радиального биения на скалку устанавливается кронштейн 15, фиксируется с помощью винта 7. На ласточкином хвосте к кронштейну крепится индикатор для контроля радиального биения.

Для установки приспособления на контрольном столе на основании 18 установлены стойки 25 с ножками 17.

Приспособление работает следующим образом:

Заготовка устанавливается на клино-плунжерной оправке. При завинчивании винта 4 клин 11 давит на кулачки 21, которые, расходясь в стороны, центрируют заготовку по базовому отверстию.

На скалку 23 устанавливается кронштейн 15 с индикатором 1. Кронштейн опускается по стойке 24 до тех пор, пока вставка индикатора не упрется в контролируемый торец. Корпус 12 проворачивают, взявшись за рифление. Таким образом, вращая деталь, вставка индикатора повторяет неровности профиля детали, отклоняется и с индикатора снимают показания о биении наружной поверхности относительно базовой поверхности.

При установке на скалке 23 кронштейна 14 с индикатором 2 аналогично производится контроль биения отверстия.

У индикаторов есть возможность ввода предельных контролируемых значений полей допусков и годность детали можно определять не по разнице показаний индикатора, а по цвету дисплея: дисплей становится красным при преодолении верхнего или нижнего предела допуска.

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 (пристяжных) 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 деталей типа корпус, на котором обрабатывается деталь «фланец несущий». 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 приведены 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
4	Число рабочих смен в сутки		n_{cm}	2
5	Продолжительность рабочей смены	мин	T_{cm}	480

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

Расчет норм времени приведен в п. 2.

Таблица 7.2 - Базовый и проектный техпроцесс изготовления фланца несущего

№ оп	Наименование операции	Наименование оборудование Базовый вариант (проектный вариант)	$T_o/T_{шт-к}$, мин Базовый вариант (проектный)
005	Фрезерная (Координатно-расточная)	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2P135Ф2-1 (Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V)	3,004/7,881 (1,939/4,733)
010	Координатно-расточная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	0,844/3,617
015	Координатно-расточная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	0,414/3,845
020	Координатно-расточная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	1,755/6,024
025	Моечная	Машина камерная моечная	0,21/0,38

7.2.1 Годовой номинальный фонд времени работы оборудования:

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

где D_p – количество рабочих дней в году;

$$D_p = 366 - 12 - 105 = 249 \text{ дн};$$

T_{cm} – продолжительность рабочей смены, ч;

$D_{п}$ – количество предпраздничных дней; $D_{п} = 6 \text{ дн}$;

T – количество часов, на которое сокращается рабочая смена в предпразд-

ничные дни; $T = 1$ ч;

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

$$\Phi_{н} = (249 \cdot 8 - 6 \cdot 1) \cdot 2 = 3972 \text{ ч.}$$

7.2.2 Годовой эффективный фонд времени работы оборудования для средне-серийного 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. $K_{загр} = 0,8 \dots 0,9$

$$\Phi_{э} = 3972 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 3396 \text{ ч}$$

7.2.3 Трудоемкость работ.

Средний разряд работ на участке – 4

7.2.4 Годовая трудоемкость обработки деталей

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

7.2.5 Количество оборудования на каждой операции:

$$C_{расч} = \frac{T_{г}}{60 \cdot \Phi_{э}} \quad (7.4)$$

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

7.2.6 Общее количество оборудования на участке:

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

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	$C_{\text{расч.}}$	$C_{\text{пр.}}$	$C_{\text{общ}}$	K_3	$K_{3,\text{ср}}$
005	0,387(0,232)	1(1)	5	0,387(0,232)	0,214 (0,183)
010	0,178	1		0,178	
015	0,189	1		0,189	
020	0,296	1		0,296	
025	0,019	1		0,019	

7.2.9 График загрузки оборудования на участке (проектный вариант):

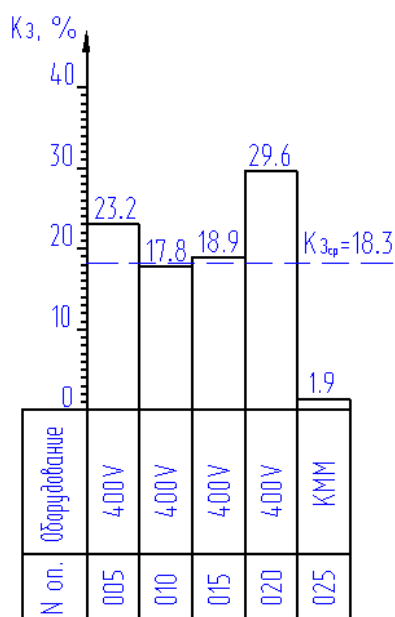


Рисунок 7.1

7.2.10 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
 $K_{\text{м}}=1,3$

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

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

$$\Phi_{\text{эр}} = [(366 - 105 - 12) \cdot 8 - 6 \cdot 1] \cdot [1 - \frac{12}{100}] = 1748 \text{ ч.}$$

Базовый вариант

$P = 21.747 \cdot 10000 / 1748 \cdot 1,3 \cdot 60 = 1,59$ (из расчета годовой программы выпуска 10000 шт, без дозагрузки)

принимаем 2 рабочих

Проектный

$P = 18.599 \cdot 10000 / 1753 \cdot 1,3 \cdot 60 = 1,36$ (из расчета годовой программы выпуска 10000 шт, без дозагрузки)

принимаем 2 рабочих

Вспомогательные рабочие 35% от числа производственных рабочих

базовый вариант

$$P_{\text{в}} = 2 \cdot 0,35 = 0,70$$

принимаем 1 рабочего

Проектный

$$P_B = 2 \cdot 0,35 = 0,70$$

принимаем 1 рабочего

ИТР – 12% от числа рабочих

$$\text{ИТР}_б = 0,12 \cdot 3 = 0,24 = 1$$

$$\text{ИТР}_{пр} = 0,12 \cdot 3 = 0,24 = 1$$

$$\text{МОП}_б = 1$$

$$\text{МОП}_{пр} = 1$$

8 Безопасность и экологичность технического объекта

8.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Наименование технического объекта дипломного проектирования (технологический процесс, технологическая операция, технологическое или инженерно-техническое оборудование, техническое устройство, приспособление, материальное вещество, технологическая оснастка, расходный материал) приводится в таблице 8.1

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	Отливка	Заготовительная операция	Литейщик	Печь литейная	Металл
2	Сверление, фрезерование, растачивание	Координатно-расточная операция	Оператор станка с ЧПУ	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	Металл, СОЖ

8.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Идентификацию производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков - опасных и /или вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, источник этих факторов – оборудование, материал, вещество приводим в таблице 8.2

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	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте	Печь литейная
2	Координатно-расточная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V

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	2	3	4
1	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Краги для металлурга
2	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные

Продолжение таблицы 8.3

1	2	3	4
3	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные
4	Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
5	Токсические, раздражающие (СОЖ)	Применение приточно-вытяжной вентиляции, ограждение оборудования, защитный экран	Респиратор, перчатки
6	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания	Беруши, наушники

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 нефте-газо-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 токопрово-

дящие 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	2	3	4	5	6
1	Литейный участок	Печь литейная	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок лезвийной обработки	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

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

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводятся в таблице 8.5

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 электрический	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).

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
Координатно-расточная операция Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	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 недопозволенных 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.)
Координатно-расточная операция	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	Пыль алюминиевая АК7ч	Взвешенные вещества, нефтепродукты, СОЖ	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).

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

Наименование технического объекта	Фрезерование
1	2
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 фланца несущего, 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 фланца несущего, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие тех-

нические 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 – алюминиевый сплав АК7Ч. Метод получения заготовки – отливка. Масса детали – 0,8 кг, масса заготовки – 0,94 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
1	2
Операция 005	
<p>Сверлильная и фрезерная обработка производится на вертикально-сверлильном станке 2Р135Ф2-1 за 7 переходов, с ручной сменой инструмента в 5-ти позиционной револьверной головке.</p> <p><u>Оборудование</u> – Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Р135Ф2-1</p> <p><u>Оснастка</u> – приспособление самоцентрирующее.</p> <p><u>Инструмент</u> – <i>переход 1</i> – Фреза торцовая Ø50 ТУ 2-035-624-78, Z=6 ВК8 (То=0,888 мин)</p> <p><i>переход 2</i> – Фреза торцовая Ø50 ТУ 2-035-624-78, Z=6 ВК6М (То=1,260 мин)</p> <p><i>переход 3</i> – Сверло центровочное Ø2,5 Тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5 (То=0,421 мин)</p> <p><i>переход 4</i> – Сверло спиральное Ø6,5 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5 (То=0,108 мин)</p>	<p>Сверлильная и фрезерная обработка производится на Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V за 7 переходов, с ручной сменой инструмента в 5-ти позиционной револьверной головке.</p> <p><u>Оборудование</u> – Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V</p> <p><u>Оснастка</u> – приспособление самоцентрирующее.</p> <p><u>Инструмент</u> – <i>переход 1</i> – Фреза торцовая Ø50 ТУ 2-035-624-78, Z=6 ВК8 (То=0,586 мин)</p> <p><i>переход 2</i> – Фреза торцовая Ø50 ТУ 2-035-624-78, Z=6 ВК6М (То=0,916 мин)</p> <p><i>переход 3</i> – Сверло центровочное Ø2,5 Тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5 (То=0,230 мин)</p> <p><i>переход 4</i> – Сверло спиральное Ø6,5 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5 (То=0,064 мин)</p>

Продолжение таблицы 9.1

1	2
<p><i>переход 5</i> – Сверло спиральное Ø5,7 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5 (То=0,054 мин)</p> <p><i>переход 6</i> – Зенкер цельный с коническим хвостовиком Ø6,3 Р6М5К5 ГОСТ 12489-71 (То=0,078 мин)</p> <p><i>переход 7</i> – Развертка машинная цельная с коническим хвостовиком Ø6,5 Р6М5К5 ГОСТ 1672-80 (То=0,195 мин)</p> <p>Итого: То= 3.004 мин</p> <p>Тшт=7,881 мин</p>	<p><i>переход 5</i> – Сверло спиральное Ø5,7 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5 (То=0,028 мин)</p> <p><i>переход 6</i> – Зенкер цельный с коническим хвостовиком Ø6,3 Р6М5К5 ГОСТ 12489-71 (То=0,048 мин)</p> <p><i>переход 7</i> – Развертка машинная цельная с коническим хвостовиком Ø6,5 Р6М5К5 ГОСТ 1672-80 (То=0,067 мин)</p> <p>Итого: То=1,939 мин</p> <p>Тшт=4,733 мин</p>
<p>Тип производства – среднесерийный</p> <p>Условия труда – нормальные.</p> <p>Форма оплата 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	2	3	4	5	6
1	Трудоемкость проектирования технологии или техники	$T_{ТР.ПР}$	час	–	260
2	Цена единицы оборудования	$C_{ОБ}$	руб.	1533850	4386250
3	Выручка от реализации изношенного оборудования (5% от цены)	$B_{Р.ОБ}$	руб.	76692,5	219312,5
4	Цена одной единицы приспособления	$C_{ПР}$	руб.	19422,4	19422,4
5	Выручка от реализации изношенного приспособления	$B_{Р.ПР}$	руб.	3884,5	3884,5

Продолжение таблицы 9.2

1	2	3	4	5	6
6	Цена единицы рабочего инстру- мента	$C_{И}$	руб.	595,2 715,2 52,9 126,8 105,6 158,4 199,2	595,2 715,2 52,9 126,8 105,6 158,4 199,2
7	Выручка от реализации изношен- ного инструмента	$B_{Р.И}$	руб.	119,1 143,1 10,6 25,4 21,2 31,7 39,9	119,1 143,1 10,6 25,4 21,2 31,7 39,9
8	Количество переточек	$H_{ПЕР}$		22 22 62 62 62 20 8	22 22 62 62 62 20 8
9	Цена одной переточки	$C_{ПЕР}$	руб.	105,3 105,3 114,8 114,8 114,8 17,1 30,8	105,3 105,3 114,8 114,8 114,8 17,1 30,8
10	Стойкость одной переточки	$T_{И}$	час	2 2 0,5 0,5 0,5 1 1,3	2 2 0,5 0,5 0,5 1 1,3

Продолжение таблицы 9.2

1	2	3	4	5	6
11	Коэффициент случайной убыли инструмента	$K_{УБ}$		1,15 1,15 1,1 1,1 1,1 1,12 1,17	1,15 1,15 1,1 1,1 1,1 1,12 1,17
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	–	69,08
15	Габариты станка	$P_{УД}$	$м^2$	4	5,3
16	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь станка	$K_{доп.пл}$		4,5	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	3,7	7
19	Коэффициент загрузки оборудования	$K_з$		0,273	0,164
20	Количество оборудования	$N_{ОБ}$	шт.	1	1
21	Количество наименований деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ	$N_{ДЕТ}$	шт.	3	5
22	Среднесуточный запуск деталей	$P_{СУТ}$	шт.	28	28
23	Длительность производственного цикла	$T_{Ц}$	дней	0,39	0,26
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. Принимая 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.	17960,8
2	Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование, $K_{ОБ}$, руб.	718144,5
3	Затраты на доставку и монтаж оборудования, $K_{М}$, руб.	78995,9
4	Затраты на транспортные средства, $K_{ТР}$, руб.	35907,23
5	Затраты на приспособление, $K_{ПР}$, руб.	3179,96
6	Затраты на инструмент, $K_{И}$, руб.	4608,24
7	Затраты на эксплуатацию производственной площади, $K_{Э.ПЛ}$, руб.	15619,49
8	Стоимость аппаратуры для записи программ (для станков с ЧПУ), $K_{А}$, руб.	43088,67
9	Оборотные средства в незавершенном производстве (для станков с ЧПУ), $НЗП$, руб.	133,65
10	Затраты на демонтаж заменяемого оборудования, $Z_{ДЕМ}$, руб.	153385
	Выручка от реализации высвобожденного оборудования, $V_{РЕАЛ}$, руб.	76692,5
	Итого капитальные вложения в проектируемый вариант, $K_{ВВ.ПР}$, руб.	994330,93

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.

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

$$З_{ПЛ.ОП(АЗ)} = \frac{7,881 \cdot 72,24}{60} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 18,36$$

$$З_{ПЛ.ОП(Р)} = \frac{4,733 \cdot 67,71}{60} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 10,18$$

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

$$З_{ПЛ.НАЛ(Р)} = \frac{97,67 \cdot 1731 \cdot 1 \cdot 0,273}{10000 \cdot 10} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 0,76$$

$$З_{ПЛ.НАЛ(Р)} = \frac{97,67 \cdot 1731 \cdot 1 \cdot 0,164}{10000 \cdot 10} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 0,46$$

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

$$H_{З.ПЛ(АЗ)} = (8,36 + 0,76) \cdot 0,3 = 5,74$$

$$H_{З.ПЛ(Р)} = (0,18 + 0,46) \cdot 0,3 = 3,19$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.	0,46	0,79
2	Расходы на текущий ремонт, $P_{\text{Р.ОБ}}$, руб.	0,14	0,24
3	Расходы на электроэнергию $P_{\text{Э}}$, руб.	0,324	0,395
4	Расходы на содержание и эксплуатацию рабочего инструмента, $P_{\text{И}}$, руб.	0,162	0,098
5	Расходы на содержание и эксплуатацию приспособления, $P_{\text{ПР}}$, руб.	0,697	0,458
6	Расходы на смазочно-охлаждающую жидкость, $P_{\text{СМ}}$, руб.	0,035	0,021
7	Расходы на технологическую воду, P_B , руб.	0,294	0,177
8	Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади, $P_{\text{Э.ПЛ}}$, руб.	0,004	0,003
9	Расходы на сжатый воздух, $P_{\text{СЖ}}$, руб.	2,208	1,562
10	Расходы на управляющую программу, $P_{\text{У.ПР}}$, руб.	0,799	0,8
11	Итого расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, $P_{\text{Э.ОБ}}$, руб.	5,125	4,543

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

$$C_{\text{ТЕХ(БАЗ)}} = (8,36 + 0,76) + 5,74 + 5,12 = 29,99 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ТЕХ(П)}} = (0,18 + 0,46) + 3,19 + 4,54 = 18,38 \text{ руб}$$

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 – $C_{\text{ПОЛН(БАЗ)}} = 99,91$ руб., а по проектному варианту – $C_{\text{ПОЛН(П)}} = 57,29$ руб.

9.4 Расчет показателей экономической эффективности

$$П_{\text{ОЖ}} = (C_{\text{ПОЛН(БАЗ)}} - C_{\text{ПОЛН(П)}}) \cdot N_{\text{ГОД}}, \text{ руб.} \quad (9.28)$$

$$П_{\text{ОЖ}} = (99,91 - 57,29) \cdot 10000 = 426200 \text{ руб}$$

$$Н_{\text{ПРИБ}} = П_{\text{ОЖ}} \cdot K_{\text{НАЛ}}, \text{ руб.} \quad (9.29)$$

$$Н_{\text{ПРИБ}} = 426200 \cdot 0,2 = 85240 \text{ руб}$$

$$П_{\text{ЧИСТ}} = П_{\text{ОЖ}} - Н_{\text{ПРИБ}}, \text{ руб.} \quad (9.30)$$

$$П_{\text{ЧИСТ}} = 426200 - 85240 = 340960 \text{ руб}$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{П_{\text{ЧИСТ}}} + 1, \text{ года} \quad (9.31)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{994330,93}{340960} + 1 = 3,916 \approx 4 \text{ года}$$

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = P_{\text{ЧИСТ.ДИСК}} \cdot \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (9.32)$$

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = P_{\text{ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 340960 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} \right) = 1128236,64$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ОБЩ}}, \text{ руб.} \quad (9.33)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 1128236,64 - 994330,93 = 13390571 \text{ руб}$$

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ОБЩ}}}, \text{ руб./руб.} \quad (9.34)$$

$$\text{ИД} = \frac{1128236,64}{994330,93} = 1,13 \text{ руб/руб}$$

Благодаря замене оборудования, оснастки и инструмента на 005 операции, удалось уменьшить трудоемкость ее выполнения. Это привело к снижению себестоимости на 42,7%, что позволит в будущем получить дополнительную чистую прибыль в размере 340960 руб. Необходимые капитальные вложения в объеме 994330,93 руб. окупятся в течение 4-х лет. Расчеты подтвердили эффективность инженерных решений, положительной величиной интегрального экономического эффекта, которая составляет – 133905,71 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 методом литья в кокиль;
- применено высокопроизводительное оборудование – современные высокоскоростные станки с ЧПУ 400V;
- применена высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом;
- применен высокопроизводительный инструмент с износостойкими покрытиями;
- спроектировано приспособление с пневмоприводом для координатно-расточной операции;
- спроектировано сверло спиральное с подводом СОЖ по трубке непосредственно в зону обработки;
- спроектировано приспособление для контроля биения с электронными индикаторами фирмы Mitutoyo, с возможностью ввода предельных контролируемых значений полей допусков и светодиодной индикацией,
- на основе проведенных научных исследований предложено применение повышения стойкости быстрорежущих сталей методом импульсной лазерной закалки с предварительной химико-термической обработкой, которой позволит увеличить стойкость быстрорежущего инструмента в 1,5-2,5 раз;

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 при сравнении вариантов техпроцесса составит 133905,71 рубля.

2 Предложения

Разработанный технологический процесс изготовления фланца несущего 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 / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений: 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 / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 4 Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 5 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2000, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2008, 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 техниках: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, -

М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

13 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

14 Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / А.А. Панов [и др.]; под общ. ред. А.А. Панова, 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2005 – 784 с.

15 Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев [и др.], под общ. ред. И.А. Ординарцева –Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1987. – 846 с.

16 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

17 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

18 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта технологического процесса

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу станочного приспособления

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.508.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.508.60.100	Пнеumoцилиндр		
				ГОСТ 15608-81	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.508.60.002	Винт	1	
		3	16.07.ТМ.508.60.003	Корпус	1	
		4	16.07.ТМ.508.60.004	Коромысло	1	
		5	16.07.ТМ.508.60.005	Клин	1	
		6	16.07.ТМ.508.60.006	Опора	3	
		7	16.07.ТМ.508.60.007	Ось	1	
		8	16.07.ТМ.508.60.008	Ось	2	
		9	16.07.ТМ.508.60.009	Палец цилиндрический	1	
		10	16.07.ТМ.508.60.010	Палец ромбический	1	
		11	16.07.ТМ.508.60.011	Ролик	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		12		Болт 7002-0569		
			16.07.ТМ.508.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.	неделное				Лист	Лист
Пров.	Бобровский				1	2
И. контр.	выткатов				ТГУ, вр. ТМз-1001	
Утв.	Бобровский					
				Приспособление расточное		

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация к чертежу контрольного приспособления

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.508.61.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.508.61.100	Индикатор	1	
		2	16.07.ТМ.508.61.200	Индикатор	1	
				<u>Детали</u>		
		3	16.07.ТМ.508.61.003	Винт	1	
		4	16.07.ТМ.508.61.004	Винт	1	
		5	16.07.ТМ.508.61.005	Винт	1	
		6	16.07.ТМ.508.61.006	Винт	1	
		7	16.07.ТМ.508.61.007	Винт	2	
		8	16.07.ТМ.508.61.008	Винт	1	
		9	16.07.ТМ.508.61.009	Втулка	1	
		10	16.07.ТМ.508.61.010	Втулка	4	
		11	16.07.ТМ.508.61.011	Клин	1	
		12	16.07.ТМ.508.61.012	Корпус	1	
		13	16.07.ТМ.508.61.013	Кольцо пружинное	1	
		14	16.07.ТМ.508.61.014	Кронштейн	1	
		15	16.07.ТМ.508.61.015	Кронштейн	1	
			16.07.ТМ.508.61.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Издано.	Издано				Лист	Листов
Проект.	Бобровский				1	2
И. контр.	Виткалов				ТГУ, зр. ТМз-1001	
Утв.	Бобровский					
Приспособление контрольное						

