

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 бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных произ-
водств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Пушкарев Николай Андреевич гр. ТМб3-1101

1. Тема Технологический процесс изготовления фланца инструментального магазина.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «___» _____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 10000 дет/год; 3. Режим работы – двухсменный.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование станочного и контрольного приспособлений

4) Безопасность и экологичность технического объекта

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

5. Ориентировочный перечень графического материала (6-7 листов формата А1)

- | | |
|-------------------------------|----------|
| 1) Деталь (с изменениями) | 0,5 – 1 |
| 2) Заготовка | 0,25 – 1 |
| 3) План обработки | 1 – 2 |
| 4) Технологические наладки | 1 – 2 |
| 5) Приспособление станочное | 1 – 1,5 |
| 6) Приспособление контрольное | 0,5 – 1 |
| 7) Презентация | 0,5 – 1 |

6. Консультанты по разделам

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

Руководитель выпускной квалификационной работы	<hr/> (подпись)	<hr/> (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	<hr/> (подпись)	<hr/> (И.О. Фамилия)

Аннотация

УДК 621.18.03

Пушкарев Николай Андреевич

Технологический процесс изготовления фланца инструментального магазина

Тольяттинский Государственный университет, 2016 г.

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства».

Выпускная квалификационная работа (уровень бакалавра).

В выпускной квалификационной работе разработан новый технологический процесс изготовления фланца инструментального магазина станка 400V для условий среднесерийного типа производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, оборудование, станочное приспособление, режимы резания, контрольное приспособление, инструмент.

Работа включает в себя пять разделов.

В первых двух разделах произведен анализ служебного назначения детали, рассмотрен базовый технологический процесс изготовления детали на предмет выявления узких мест и недостатков, отрицательно влияющих на рост производительность и снижение себестоимость изделия, предложены пути устранения этих недостатков при проектировании нового ТП для условий среднесерийного типа производства. Рассмотрены и выбраны более производительные метод получения заготовки, припуски рассчитаны аналитическим методом, при проектировании ТП применено высокопроизводительное оборудование, оснастка и инструмент с износостойким покрытием.

В третьем разделе выпускной квалификационной работы спроектировано станочное (3-х кулачковый клиновый с торцовым поджимом с пневмоприводом для токарной операции) и контрольное приспособление для контроля биения.

В четвертом и пятом разделе работы рассмотрены вопросы связанные с безопасностью и экологичностью работы, а также вычислен экономический эффект от внесенных изменений в сравнении с базовым вариантом.

Выпускная квалификационная работа включает в себя: пояснительную записку объемом 71 страницу, содержащей 24 таблицы, 5 рисунков, и графическую часть, содержащую 7,5 листов.

Содержание

Введение, цель работы	7
1 Описание исходных данных	8
1.1 Анализ служебного назначения детали	8
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	11
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	15
1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса.....	16
2 Технологическая часть работы.....	18
2.1 Выбор типа производства	18
2.2 Выбор и проектирование заготовки.....	18
2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки.....	21
2.4 Выбор средств технологического оснащения.....	25
2.5 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров	29
2.6 Расчет режимов резания аналитическим методом.....	34
2.7 Расчет режимов резания табличным методом.....	38
2.8 Определение норм времени на все операции	42
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений.....	45
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	45
3.2 Проектирование контрольного приспособления.....	50
4 Безопасность и экологичность технического объекта	55
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	55
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	56
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	57
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) ...	58
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	62

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	63
5 Экономическая эффективность работы.....	64
Заключение	68
Список используемой литературы.....	69
Приложения.....	71

Введение, цель работы

Развитие производства всегда есть наукоемкой задачей, требующая постоянного вложения средств, что в данный кризисный период времени является для многих предприятий, крайне, проблемной областью. Предприятия стараются сократить свои издержки, как производственного характера, так и тем более, не производственного характера. Изыскиваются внутренние резервы для достижения главных задач - повышения качества продукции и уменьшение ее себестоимости. Активно используется практика дозагрузки уже имеющихся мощностей сторонними заказами (не профильной продукцией), как правило, данные заказы относятся к средней серии (мелкая серия или единичное производство в условиях большого предприятия не целесообразно), проектирование и отладка технологического процесса производится имеющимися специалистами, на имеющихся производственных мощностях. В процессе изготовления пробных партий идет постоянное совершенствование ТП, до полного достижения заданных параметров. Такое предприятие на рынке будет более конкурентоспособным, так как способно обеспечить выпуск продукции по более низкой цене и высокого качества, в заданном объеме и в сжатые сроки, поскольку имеет в своем арсенале высокопроизводительное оборудование, оснастку, инструмент и бесценный опыт персонала по оперативному переориентированию на новые задачи.

Таким образом, целью квалификационной работы является разработка совершенно нового технологического процесса изготовления детали «фланец инструментального магазина станка 400V», повышение качества, снижение себестоимости изготовления, в сравнении с базовым вариантом.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Деталь «Фланец» входит в состав узла инструментального магазина (рисунок 1.1) вертикально-сверлильно-фрезерно-расточного станка с ЧПУ модели 400V.

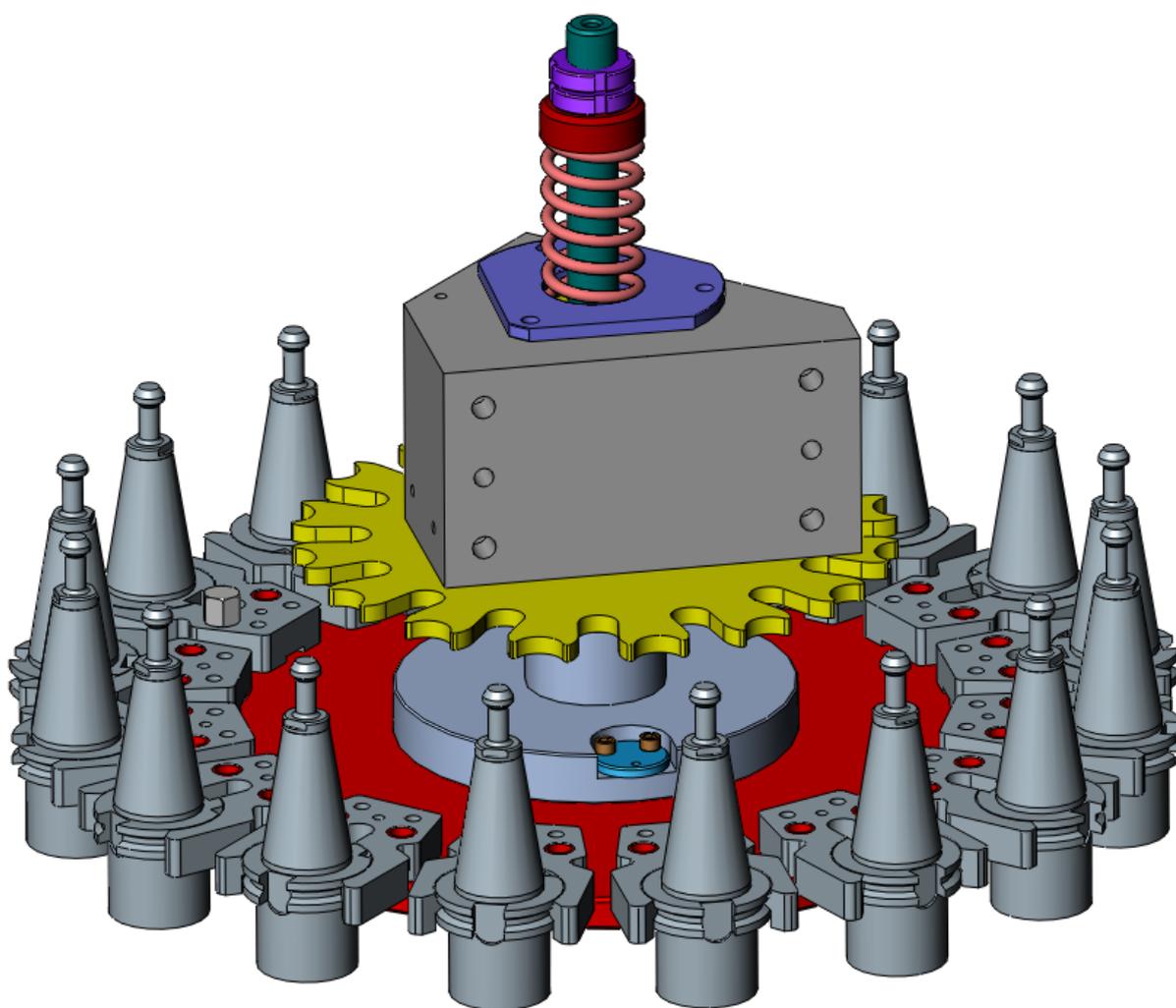


Рисунок 1.1 - Инструментальный магазин станка модели 400V

На шейку $\varnothing 80f9$ фланца до упора на торец $\varnothing 200$ устанавливается диск, на который в свою очередь крепятся захваты для инструментальных оправок. В отверстие $\varnothing 16H8$ устанавливается шпонка и фиксируется тремя винтами M4. Дан-

ная шпонка ориентирует и фиксирует делительный диск с инструментами относительно фланца и шпоночного паза 14js9 передающего вращение от мальтийского креста через шпонку установленную на приводном валу. На шейку $\varnothing 70H7$ до упора к торцу $\varnothing 125$ устанавливается мальтийский крест. Мальтийский крест ориентируется двумя штифтами $\varnothing 10$ в 2 отверстия $\varnothing 10H7$ и крепится четырьмя винтами M10 к фланцу.

Отверстие $\varnothing 50H7$ необходимо для посадки с гарантированным зазором на приводной вал. Боковое отверстие $\varnothing 20$ является технологическим и предназначено для выхода режущего инструмента (долбежного резца).

Данная деталь «Фланец» предназначена для передачи фиксированного вращения от мальтийского креста к инструментальному диску.

Деталь работает в условиях низких скоростей и нагрузок. Боковые поверхности шпоночного паза и боковые стенки отверстий под штифты испытывают напряжение смятия.

1.1.2 Анализ материала детали

Деталь изготавливают из чугуна СЧ 20 ГОСТ 1412-85.

Химический состав и физико-механические свойства чугуна СЧ 20 ГОСТ 1412-85 представлены в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав чугуна СЧ 20

В процентах

C	Si	Mn	P	S
3,3...3,5	1,4...2,4	0,7...1,0	До 0,2	До 0,15

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства чугуна СЧ 20

σ_b , МПа	ρ , кг/м ³	$\alpha \cdot 10^6$, 1/град	E, МПа	HB
150	7100	9,5	1,0	143...255

Обозначения в таблице 1.2:

σ_B - Предел кратковременной прочности, МПа

ρ - Плотность материала, кг/м³

α - Коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон 20° - Т) , 1/Град

E - Модуль упругости первого рода , МПа

НВ - Твердость по Бринеллю

Согласно таблицам 1.1 и 1.2 химический состав и механические свойства чугуна СЧ 20 соответствуют выполнению детали своего служебного назначения.

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Выполним систематизацию поверхностей детали (рисунок 1.2), результаты сведем в таблицу 1.3.

Таблица 1.3 - Систематизация поверхностей

N	Вид	Номера поверхностей
1	Исполнительные поверхности	25,27
2	База: основная конструкторская	16,18,32
3	База: вспомогательная конструкторская	1,3,6,22,25,26,27,31,36
4	Свободные поверхности	Остальные

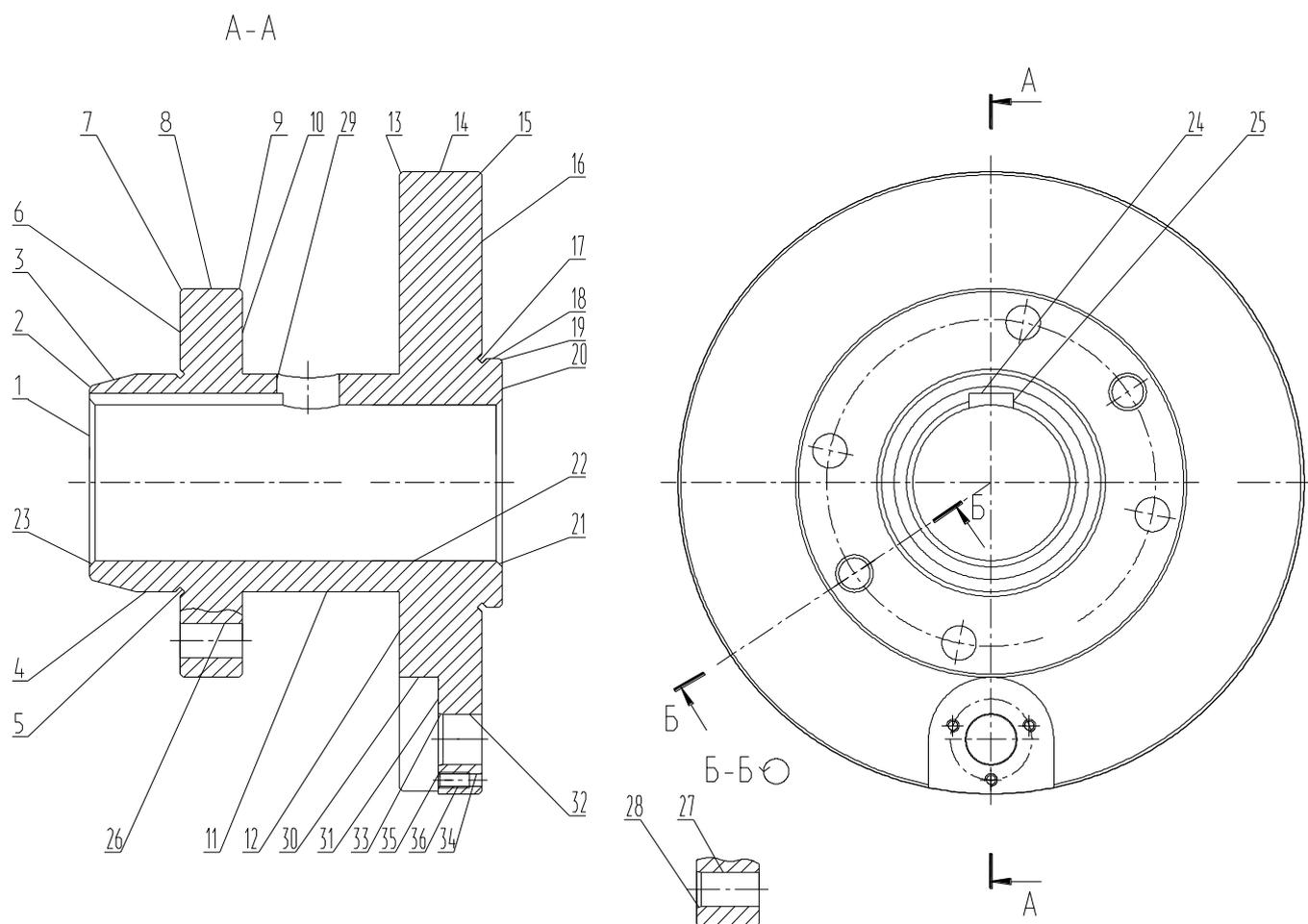


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей детали «Фланец»

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

1.2.1 Количественный анализ технологичности

1.2.1.1 Коэффициент унификации:

$$K_y = n_y / \Sigma n, \quad (1.1)$$

где n_y - число унифицированных поверхностей;

Σn - сумма поверхностей.

$$K_y = 1$$

1.2.1.2 Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}}, \quad (1.2)$$

где $B_{ср}$ - среднее численное значение шероховатости;

$$B_{ср} = \frac{\sum B_{ni}}{\sum n_i}, \quad (1.3)$$

где B_{ni} – числовое значение параметра шероховатости;

$\sum n_i$ – число поверхностей.

Подставив значения, с чертежа детали в формулу (1.3) и (1.2) получим:

$$B_{ср} = (5 \cdot 0,8 + 3 \cdot 1,6 + 1 \cdot 3,2 + 27 \cdot 6,3) / 36 = 5,05 \text{ мкм};$$

$$K_{ш} = 1 / 5,05 = 0,20.$$

Так как $K_{ш} < 0,32$, то по данному показателю деталь технологична, шероховатость поверхностей детали соответствует служебному назначению.

1.2.1.3 Коэффициент точности:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{ср}}, \quad (1.4)$$

где $A_{ср}$ - средняя точность:

$$A_{ср} = \frac{\sum A_{ni}}{\sum n_i}, \quad (1.5)$$

где A_{ni} – числовое значение точности;

$\sum n_i$ – число поверхностей.

Подставим определенные значения, в формулу (1.5) и (1.4), получим:

$$A_{ср} = (3 \cdot 7 + 1 \cdot 8 + 5 \cdot 9 + 1 \cdot 12 + 26 \cdot 14) / 36 = 12,5;$$

$$K_T = 1 - 1 / 12,5 = 0,92.$$

По данному показателю деталь технологична, т.к. $K_T > 0,8$.

Точность поверхностей детали соответствует служебному назначению.

1.2.2 Качественный анализ технологичности

1.2.2.1 Технологичность заготовки

Конфигурация наружного контура детали «Фланец» не вызывают трудностей при получении заготовки, заготовка изготавливается из чугуна СЧ20 ГОСТ 1412-85, методом литья в керамические формы.

Заготовку можно считать технологичной.

1.2.2.2 Технологичность конструкции детали в целом

Чертеж фланца содержит всю необходимую графическую информацию для полного представления о его конструкции, присутствуют все размеры, отклонения, проставлены шероховатости поверхностей.

Для деталей данного типа разработан типовой технологический процесс, деталь «Фланец» не содержит никаких конструктивных особенностей и может быть обработан по типовому ТП. Все поверхности доступны для обработки и контроля.

Деталь может быть обработана на универсальном оборудовании, с помощью стандартного режущего инструмента и не требует специальных СТО

Исходя из общей конфигурации детали будем считать ее технологичной.

1.2.2.3 Технологичность базирования и закрепления

В качестве черновых баз на первой токарной операции возможно использовать пов. 14 и торец пов. 16., в дальнейшем при токарной обработке за базы принимаем: при обработке правого конца – отверстие, пов. 22 и торец пов. 1, при обработке левого – пов. 14 и торец, пов. 16.

При протяжной обработке за базы принимаем - торец пов. 16. , при фрезерной обработке - отверстие, пов. 22 и торец пов. 20.

При долбежной обработке базы - отверстие 22 и торец, пов. 20., на внутри-

шлифовальной операции - наружная поверхность 18 и торец 20.

При круглошлифовальной обработке правого конца необходимо использовать отверстие 22 и торец, пов. 1, при обработке левого конца – отверстие 22 и торец, пов. 20.

Т. е., обработку цилиндрических поверхностей фланца можно вести от одних и тех же баз. При закреплении детали возможно надежно обеспечить ее установочное положение.

С точки зрения, базирования и закрепления деталь можно считать технологичной.

1.2.2.4 Технологичность обрабатываемых поверхностей

Самые точные поверхности детали имеет следующие параметры: качество точности IT7 – на пов. 4,22,27; шероховатость поверхности Ra 0,8 мкм на пов. 18,4,22,32,27. Несмотря на жесткие требования их возможно обеспечить на станках нормальной точности. Протяженность поверхностей и их параметры определяются компоновкой самого узла, элементом которого является деталь.

Для нормальной работы детали заданная точность и шероховатость поверхностей являются оптимальными, их повышение приведет к росту затрат на обработку, а снижение приведет к снижению работоспособности, неправильной работе узла или его поломке.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что конструкция детали технологична.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Рассмотрим базовый технологический процесс, выявим его недостатки и наметим пути их устранения.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Порядок и содержание операций базового маршрута приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Характеристика базового техпроцесса

Операция		Средства технического оснащения			Тшт, мин
№оп	Наименование оп, номера об- раб. пов.	Оборудование	Приспособле- ние	Инструмент (материал режущей части)	
1	2	3	4	5	6
005	Заготовительная				
010	Токарная черно- вая	16К20	Патрон 3-х ку- лачковый	Резец проходной ВК8 Резец подрезной ВК8 Резец расточной ВК8 Резец канавочный ВК8	45
015	Токарная чисто- вая	16К20	Патрон 3-х ку- лачковый	Резец проходной ВК6 Резец подрезной ВК6 Резец расточной ВК6 Резец канавочный ВК6	30
020	Внутришлифо- вальная	3К228В	Патрон цанго- вый	Шлифовальный круг	12
025	Сверлильная	2Р135	Тиски	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5	6
030	Долбежная	7Д430	Приспособле- ние специаль- ное	Резец долбежный Р6М5	10
035	Фрезерная	6Р11	Тиски	Фреза концевая Р6М5	18
040	Координатно- расточная	2Е450АФ30	Тиски	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5 Зенкер Р6М5 Развертка Р6М5	50
045	Слесарная			Метчик машинный Р6М5 Шкурка	5
050	Внутришлифо- вальная	3К228В	Патрон цанго- вый	Шлифовальный круг	14
055	Круглошлифо- вальная	3Б153Т	Патрон цанго- вый	Шлифовальный круг	25
060	Координатно- шлифовальная	32К83СФ4	Приспособле- ние специаль- ное	Шлифовальный круг	18
065	Моечная	КММ			1
070	Контрольная				
075	Гальваническая				
080	Маркировочная				

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования ТП

1.4.1 Недостатки базового ТП

Недостатки базового ТП: используемое оборудование, оснастка не достаточно производительны и пригодны лишь для использования в единичном и мелкосерийном производстве.

Факторы мешающие росту производительности и снижению себестоимости в базовом технологическом процессе:

1. Неоптимально выбрано оборудование (низкопроизводительные универсальные станки), неоптимальная структура фрезерных, сверлильных и координатно-расточных операций; низкопроизводительный универсальный инструмент;
2. Увеличенные припуски на обработку, не оптимальные режимы обработки и как следствие большое штучное время на токарных операциях;
3. Завышенное штучное время на операциях вследствие применения универсальной оснастки с ручным зажимом.

1.4.2 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

Учитывая указанные выше недостатки базового техпроцесса, сформулируем задачи работы и определим пути устранения недостатков ТП:

1. Определить оптимальный метод получения заготовки (отливки) с минимальными припусками под обработку, рассчитанными аналитическим методом;
2. применить высокопроизводительные станки, в основном с ЧПУ или полуавтоматы;
3. Оптимизировать структуру операций: сверлильные и фрезерные переходы выполнять на одной горизонтально-фрезерной операции с ЧПУ, с одного станка, резьбу нарезать на этой же операции. Применить, самоцентрирующиеся приспособления с зажимом по базовому отверстию, использовать высокоточные инструменты для получения все отверстий без последующего координатного шлифования;
4. Применить специальную и специализированную высокопроизводительную оснастку с гидро- и пневмоприводом;

5. Спроектировать патрон 3-х кулачковый с автоматизированным приводом на токарную операцию;
6. Определить возможность возникновения опасных и вредных факторов, принять меры по их устранению или защите от их действия;
7. Определить экономическую эффективность изменений, внесенных в тех-процесс.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Тип производства характеризуется величиной коэффициента закрепления операций, для его определения необходимо знать трудоёмкость изготовления детали, последовательность обработки и количество станков.

Тип производства определим упрощенно в зависимости от массы детали (8,7 кг) и годовой программы выпуска ($N_{г} = 10000$ шт/год) по методике изложенной в [9, с. 24, табл. 31]- тип производства среднесерийное.

Определим подходы к организации технологического процесса, исходя из определенного типа производства.

Таким образом, форма организации техпроцесса поточная или переменноточная. Оборудование используем- универсальное и специальное, станки-автоматы, механизированную оснастку, специальный режущий и мерительный инструмент, оборудование размещать по ходу технологического процесса.

2.2 Выбор и проектирование заготовки

Деталь «Фланец» изготавливается из чугуна, заготовкой может быть выбрана отливка. 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 – 8.

В зависимости от отношения наименьшего размера отливки к наибольшему выбираем степень коробления отливки по таблице Б.1 [8, с. 29], принимаем: 6.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и ее материала выбираем степень точности поверхности отливки по таблице Г.1 [8, с. 32], принимаем: 14 (шероховатость Ra40 мкм).

Объем заготовки (V , мм^3), определим разбив заготовку на элементарные части радиусами, фасками, штамповочными уклонами пренебрегаем:

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

где V_i - объем i -го элемента заготовки, мм^3 ;

Объем цилиндрических элементов заготовки V , мм^3 , определяем по формуле:

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4, \quad (2.2)$$

где d - диаметр элемента, мм;

l - длина элемента, мм.

Подставим определенные данные в формулы (2.2):

$$V = 3,14/4 \cdot (69,2^2 \cdot 16,7 + 73,8^2 \cdot 12,3 + 128,4^2 \cdot 23,9 + 73,4^2 \cdot 46,3 + 203,4^2 \cdot 30,1 + 83,8^2 \cdot 6,3 - 46,2^2 \cdot 135,6) = 1403890 \text{ мм}^3.$$

Массу отливки m_3 , кг, определим по формуле:

$$m_3 = V \cdot \gamma, \quad (2.3)$$

где V – объем заготовки, мм^3 ;

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

Подставим определенные данные в формулы (2.3):

$$m_3 = 1403890 \cdot 7,1 \cdot 10^{-6} = 10 \text{ кг}.$$

Коэффициент использования материала на литую заготовку, вычисляется по формуле:

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 \quad (2.4)$$

Подставим определенные данные в формулы (2.4):

$$\text{КИМ} = 8,7/10 = 0,87.$$

2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки

2.3.1 Выбор схем базирования

В качестве черновых баз на первой токарной операции возможно использовать пов. 14 и торец пов. 16.

При последующей токарной обработке в качестве баз возможно использовать: при обработке правого конца – отверстие, пов. 22 и торец пов. 1, при обработке левого – пов. 14 и торец, пов. 16.

При протяжной обработке в качестве баз возможно использовать торец пов. 16. При фрезерной обработке в качестве баз возможно использовать отверстие, пов. 22 и торец пов. 20.

При долбежной обработке в качестве баз возможно использовать отверстие 22 и торец, пов. 20.

В качестве баз при внутришлифовальной обработке необходимо использовать наружную поверхность 18 и торец 20.

При круглошлифовальной обработке правого конца необходимо использовать отверстие 22 и торец, пов. 1, при обработке левого конца – отверстие 22 и торец, пов. 20.

2.3.2 Выбор методов обработки поверхностей

Выбор маршрута обработки поверхностей, определяется в зависимости от точности и шероховатости поверхностей.

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

Т- обтачивание черновое;

Тч-обтачивание чистовое;

Р- растачивание черновое;

Рч- растачивание чистовое;

Ш- шлифование;

П- протягивание;

Ф-фрезерование черновое; Фч- фрезерование чистовое;
С-сверление; З-зенкерование черновое;
Зч- зенкерование чистовое; Раз- развертывание;
Д-долбление.

Таблица 2.1 - Последовательность обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Маршруты обработки	IT	Ra
3,6,8,10,11,12,14,20	Т, Тч,	14	6,3
2,5,7,9,13,15,17,19	Тч,	14	6,3
4	Т, Тч, Ш	7	0,8
18		9	0,8
6,16,1		9	1,6
21,23	Рч, ТО	14	6,3
22	Р, Рч, П,Ш	7	0,8
24	П	12	6,3
25		9	1,6
29,26,33,28	С	14	6,3
32	С, З, Раз	8	0,8
27	С, З, Зч, Раз	7	0,8

2.3.2 Технологический маршрут обработки детали

Для промежуточной обработки отверстия вместо внутреннего шлифования, применяемого в базовом варианте, применим протягивание. Это существенно снизит штучное время и себестоимость обработки.

Для обработки отверстий и пазов применим горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н с инструментальным магазином на 32 инструмента, что позволит обработать все отверстия и пазы на одном станке.

Обработку отверстия 29 будем производить на этом же станке при повороте стола на 90°. Ось отверстия 29 располагается горизонтально. Это высвободит один вертикально-сверлильный станок, применяемый в базовом варианте.

Фаски в отверстиях, пов. 33,28,35 будем обрабатывать комбинированным

сверлом одновременно с обработкой отверстий 32,27,34. В базовом варианте эти отверстия сверлятся, потом зенковкой снимаются фаски.

Обработку пов. 4,6, и 16,18 будем производить на торцекруглошлифовальном станке ЗБ153Т. Шлифовальным кругом, установленным под углом, производится врезное шлифование одновременно шейки и торца.

Операционные размеры задаются от технологических баз. При окончательной обработке заготовка базируется по базовым поверхностям детали – пов. 22, что позволяет обеспечить технические требования чертежа.

В таблице 2.2 проведем подробное описание технологического маршрута обработки детали.

Таблица 2.2 - Технологический маршрут обработки детали.

№ оп	Наименование операции	Оборудование	Содержание операции
1	2	3	4
000	Заготовительная	-	Отлить заготовку, термообработать до твердости 200 НВ
005	Токарная (черновая)	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Установить, снять заготовку Точить поверхности 1,3,6,8 начерно Расточить отв. 22 начерно
010	Токарная (черновая)	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Установить, снять заготовку Точить поверхности 20,16,14 начерно Точить канавку, пов. 10,11,12 начерно
015	Токарная (чистовая)	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Установить, снять заготовку Точить поверхности 1, фаску 2, пов. 4,6, фаску 7, пов. 8 начисто. Точить канавку, пов. 5 начисто Расточить отв. 22, фаску 23 начисто
020	Токарная (чистовая)	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Установить, снять заготовку Точить пов. 20, фаску 19, пов. 18,16, фаску 15, пов. 14, фаски 13,9 начисто Расточить фаску 21 начисто Точить канавку, пов. 10,11,12 начисто Расточить канавку 17 начисто
025	Протяжная	Вертикально-протяжной СНИ-360	Установить, снять заготовку Протянуть отв. 22 начисто
030	Фрезерная	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н	Установить, снять заготовку Центровать отв. 26,27 начисто Сверлить отв. 26 начисто Сверлить отв. 27 со снятием фаски 28 начерно

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
			Зенкеровать отв. 27 начерно Зенкеровать отв. 27 начисто Развернуть отв. 27 начисто Фрезеровать пов. 30,31 начерно Фрезеровать пов. 30,31 начисто Центровать отв. 34 начисто Сверлить отв. 32 со снятием фаски 33 начерно Зенкеровать отв. 32 начисто Развернуть отв. 32 начисто Сверлить отв. 34 со снятием фаски 35 начисто Нарезать резьбу 36 начисто Сверлить отв. 29 начисто
035	Долбежная	Вертикально-долбежный станок 7Д430	Установить, снять заготовку Долбить паз, пов. 24,25 начисто
040	Круглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 18 с подшлифовкой торца 16 начисто
045	Круглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 4 с подшлифовкой торца 6 начисто
050	Внутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Установить, снять заготовку Шлифовать отв. 22 начисто Шлифовать торец 1 начисто
055	Моечная	Камерная моечная машина	Промыть, обдуть горячим воздухом
060	Контрольная		Окончательно контролировать основные параметры
065	Гальваническая		Химическое оксидирование промасливанием
070	Маркировочная		Маркировать номер чертежа на бирке

2.3.3 План изготовления детали

План изготовления детали "Фланец" представлен в графической части выпускной квалификационной работы.

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

Во втором столбце вычерчиваем операционный эскиз обработки с указанием обрабатываемых поверхностей, теоретической схемы базирования и операционных размеров.

В третьем столбце указываются операционные допуски и технические требования.

2.4 Выбор средств технологического оснащения

2.4.1 Обоснование выбора оборудования

Данные по выбору оборудованию занесены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Выбор оборудования

№ оп.	Наименование операции	Станок
005 010	Токарная (черновая)	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC
015 020	Токарная (чистовая)	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC
025	Протяжная	Вертикально-протяжной станок СНИ-360
030	Фрезерная	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н
035	Долбежная	Вертикально-долбежный станок 7Д430
040 045	Круглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т
050	Внутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В
055	Моечная	Камерная моечная машина

2.4.2 Обоснования выбора приспособлений

Данные по выбору приспособлений сведены в таблицу 2.4

Таблица 2.4 - Выбор приспособлений

№ оп	Наименование операции	Приспособление
005 010	Токарная (черновая)	Токарный 3-х кулачковый самоцентрирующий патрон с пневмоприводом.
015 020	Токарная (чистовая)	Токарный 3-х кулачковый самоцентрирующий патрон с пневмоприводом.
035	Протяжная	Приспособление специальное с плавающей опорой
030	Фрезерная	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом
035	Долбежная	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом
040 045	Круглошлифовальная	Патрон цанговый
050	Внутришлифовальная	Патрон мембранный

2.4.3 Выбор режущего инструмента

Выбранные инструменты представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Выбор режущего инструмента

№ оп	Наименование операции	Режущий инструмент
1	2	3
005 010	Токарная (черновая)	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением пластин. Пластина 3х гранная, СМП Томал-10 $\varphi=97^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$, $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 Резец токарный расточной сборный с механическим

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
		<p>креплением пластин. Пластина 3х гранная, СМП Томал-10 $\varphi=92^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ Резец токарный канавочный сборный с механическим креплением пластин. Пластина канавочная, СМП Томал-10 $\varphi=90^\circ$ $h=20$ $b=20$ $L=140$</p>
015 020	Токарная (чистовая)	<p>Резец токарный проходной сборный с механическим креплением пластин. Пластина 3х гранная, СМП Томал-10. $\varphi=97^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, СМП Томал-10 $\varphi=93^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=20$ $b=20$ $L=140$ Резец токарный канавочный сборный с механическим креплением пластин. Пластина канавочная, СМП Томал-10 $\varphi=90$ $h=25$ $b=25$ $L=125$</p>
035	Протяжная	<p>Протяжка круглая переменного резания $\varnothing 49,88$ ГОСТ 26479-85 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C.</p>
030	Фрезерная	<p>Сверло центровочное $\varnothing 2$ тип А ГОСТ 14952-75 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C. Сверла спиральные ГОСТ 10903-77 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C. Сверла спиральные комбинированные ОСТ 2И21-1-76 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Зенкеры цельные ГОСТ 12489-71 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C</p>

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
		Развертки машинные цельные ГОСТ 1672-80 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Фрезы концевые ГОСТ 17025-71 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Метчик машинный ГОСТ 3266-81 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C
035	Долбежная	Резец долбежный В=14, P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C
040 045	Круглошлифовальная	Круг шлифовальный 3 600x40x305, 3 600x35x305 91A 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007
050	Внутришлифовальная	Круг шлифовальный 5 40x35x8 91A 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Круг шлифовальный 6 55x25x12 91A 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007

2.4.4 Обоснование выбора средств контроля

Результаты выбора средств контроля представлены в табл. 2.6

Таблица 2.6 - Выбор средств контроля

№ оп	Наименование операции	Мерительный инструмент
1	2	3
005 010	Токарная (черновая)	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Шаблон ГОСТ 2534-79
015 020	Токарная (чистовая)	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Шаблон ГОСТ 2534-79
025	Протяжная	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
030	Фрезерная	Шаблон ГОСТ 2534-73 Калибр-пробка ГОСТ 14807-69
035	Долбежная	Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором
040 045	Круглошлифовальная	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором
050	Внутришлифовальная	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором

2.5 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров

2.5.1 Расчет промежуточных припусков аналитическим методом

Рассчитаем припуски на $\varnothing 40H7^{(+0,025)}$: растачивание черновое - растачивание чистовое- протягивание - шлифование чистовое.

Данные исходных приведены в таблице 2.7

Таблица 2.7 - Расчет припуска

№ пер	Технологический переход	Элементы припуска, мкм				2Z min мм	Операц допуск Td/JT	Предельн. размеры мм		Предельн. припуски мм	
		Rz ⁱ⁻¹	h ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹	ε _{уст} ⁱ⁻¹			D ⁱ max	D ⁱ min	2Z max	2Z min
1	Отлить	160	200	532	-	-	1200 15	47.280	46.080	-	-
2	Расточить начерно	50	50	32	500	2,180	390 13	49.331	48.941	2.861	2.051
3	Расточить начисто	25	25	21	120	0,428	100 10	49.759	49.659	0.718	0.428
4	Протянуть	10	20	11	0	0,142	39 8	49.901	49.862	0.203	0.142
5	Шлифовать начисто	5	10	5	30	0,124	25 7	50.025	50.000	0.138	0.124

Элементы припуска - Rz и h назначаем по таблицам [5, с. 66] и [9, с. 69].

Суммарное отклонение ρ₀ и погрешность ε_{уст} определяем по формуле:

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{\text{ДЕФ}}^2 + \rho_{\text{О.С.}}^2}, \quad (2.5)$$

где $\rho_{\text{деф}}$ - деформация заготовки, мм;

$\rho_{\text{О.С.}}$ - величина отклонения стержня при формовке, мкм.

$$\rho_{\text{ДЕФ}} = \Delta_y \cdot L, \quad (2.6)$$

где Δ_y - величина удельной деформации литых заготовок, мкм/мм;

L - длина заготовки, мм.

Подставив данные в формулу (2.6), получим:

$$\rho_{\text{ДЕФ}} = 1 \cdot 132 = 132 \text{ мкм.}$$

Определим величину отклонения расположения заготовки центровки:

$$\rho_{\text{экс}} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.7)$$

где δ_3 - допуск, мм; $\delta_3 = 1,2$ мм.

Подставив данные в формулу (2.7), получим:

$$\rho_{\text{экс}} = 0,25 \sqrt{1,8^2 + 1} = 0,515 \text{ мм} = 515 \text{ мкм.}$$

Определим суммарное отклонение расположения, подставив значения в формулу (2.5), получим:

$$\rho_o = \sqrt{132^2 + 515^2} = 532 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки $\varepsilon_{\text{уст1}} = 400$ мкм [5, с. 75];

$\varepsilon_{\text{уст2}} = 120$ мкм;

$\varepsilon_{\text{уст3}} = 0$ мкм;

$\varepsilon_{\text{уст4}} = 30$ мкм.

Остаточное суммарное расположение $\rho_{\text{ост}}$ вычисляем по формуле:

$$\rho_{\text{ост}} = K_y \cdot \rho_o \quad (2.8)$$

где K_y - коэффициент уточнения (для пер. 2: $K_y = 0,06$; для пер. 3: $K_y = 0,04$; для пер. 4: $K_y = 0,02$; для пер. 5: $K_y = 0,01$).

Определим $\rho_{ост}$, подставив определенные значения K_y в формулу (2.8), получим:

$$\rho_2 = 532 \cdot 0,06 = 32 \text{ мкм};$$

$$\rho_3 = 532 \cdot 0,04 = 21 \text{ мкм};$$

$$\rho_4 = 532 \cdot 0,02 = 11 \text{ мкм};$$

$$\rho_5 = 532 \cdot 0,01 = 5 \text{ мкм}.$$

Min припуск на черновую обработку:

$$2Z_{\min} = 2(Rz+h+2\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (2.9)$$

$$2Z_{\min\text{растчерн}} = 2(160+200+\sqrt{532^2 + 400^2}) = 2051 \text{ мкм};$$

Минимальный припуск на чистовые операции:

$$2Z_{\min\text{растачист}} = 2(50+40+\sqrt{32^2 + 120^2}) = 428 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min\text{протяг}} = 2(25+25+\sqrt{21^2}) = 142 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min\text{шлифчист}} = 2(10+20+\sqrt{11^2 + 30^2}) = 124 \text{ мкм}.$$

Промежуточные размеры:

$$D_{\max}^{i-1} = D_{\max}^i - 2Z_{\min} \quad (2.10)$$

$$D_{\max\text{шлифчист}} = 50,025 \text{ мм};$$

$$D_{\max\text{протяг}} = 50,025 - 0,124 = 49,901 \text{ мм};$$

$$D_{\max\text{растачист}} = 49,901 - 0,142 = 49,759 \text{ мм};$$

$$D_{\max\text{растаччерн}} = 49,759 - 0,428 = 49,331 \text{ мм};$$

$$D_{\max\text{заготов}} = 49,331 - 2,051 = 47,280 \text{ мм}.$$

$$D_{\min}^i = D_{\max}^i - Td^i \quad (2.11)$$

$$D_{\min\text{шлифчист}} = 50,025 - 0,025 = 50,000 \text{ мм};$$

$$D_{\min\text{протяг}} = 49,901 - 0,039 = 49,862 \text{ мм};$$

$$D_{\min\text{растачист}} = 49,759 - 0,100 = 49,659 \text{ мм};$$

$$D_{\min\text{растаччерт}} = 49,331 - 0,39 = 48,941 \text{ мм};$$

$$D_{\min\text{заготов}} = 47,280 - 1,2 = 46,080 \text{ мм}.$$

Мах припуски $2Z_{\max}$, мм, определяем по формуле:

$$2Z_{\max} = D_{\min}^{i-1} - D_{\min}^i \quad (2.12)$$

Подставив значения в формулу (2.12), получим:

$$2Z_{\max\text{шлифчист}} = 50,000 - 49,862 = 0,138 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max\text{протяг}} = 49,862 - 49,659 = 0,203 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max\text{растачист}} = 49,659 - 48,941 = 0,718 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max\text{растаччерт}} = 48,941 - 46,080 = 2,861 \text{ мм}.$$

Значения min припусков $2Z_{\min}$, мм, определяем по формуле:

$$2Z_{\min} = D_{\max}^{i-1} - D_{\max}^i \quad (2.13)$$

$$2Z_{\min\text{шлифчист}} = 50,025 - 49,901 = 0,124 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min\text{протяг}} = 49,901 - 49,759 = 0,142 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min\text{растачист}} = 49,759 - 49,331 = 0,428 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min\text{растаччерт}} = 49,331 - 47,280 = 2,051 \text{ мм}.$$

Проверка результатов расчёта,

$$2Z_{\max}^i - 2Z_{\min}^i = TD^{i-1} - TD^i - \text{условие проверки} \quad (2.14)$$

$$2Z_{\max}^4 - 2Z_{\min}^4 = 0,203 - 0,142 = 0,06;$$

$$TD^i - TD^{i-1} = 0,100 - 0,039 = 0,061.$$

$$2Z_{\max}^4 - 2Z_{\min}^4 = TD^i + TD^{i-1} = 0,061$$

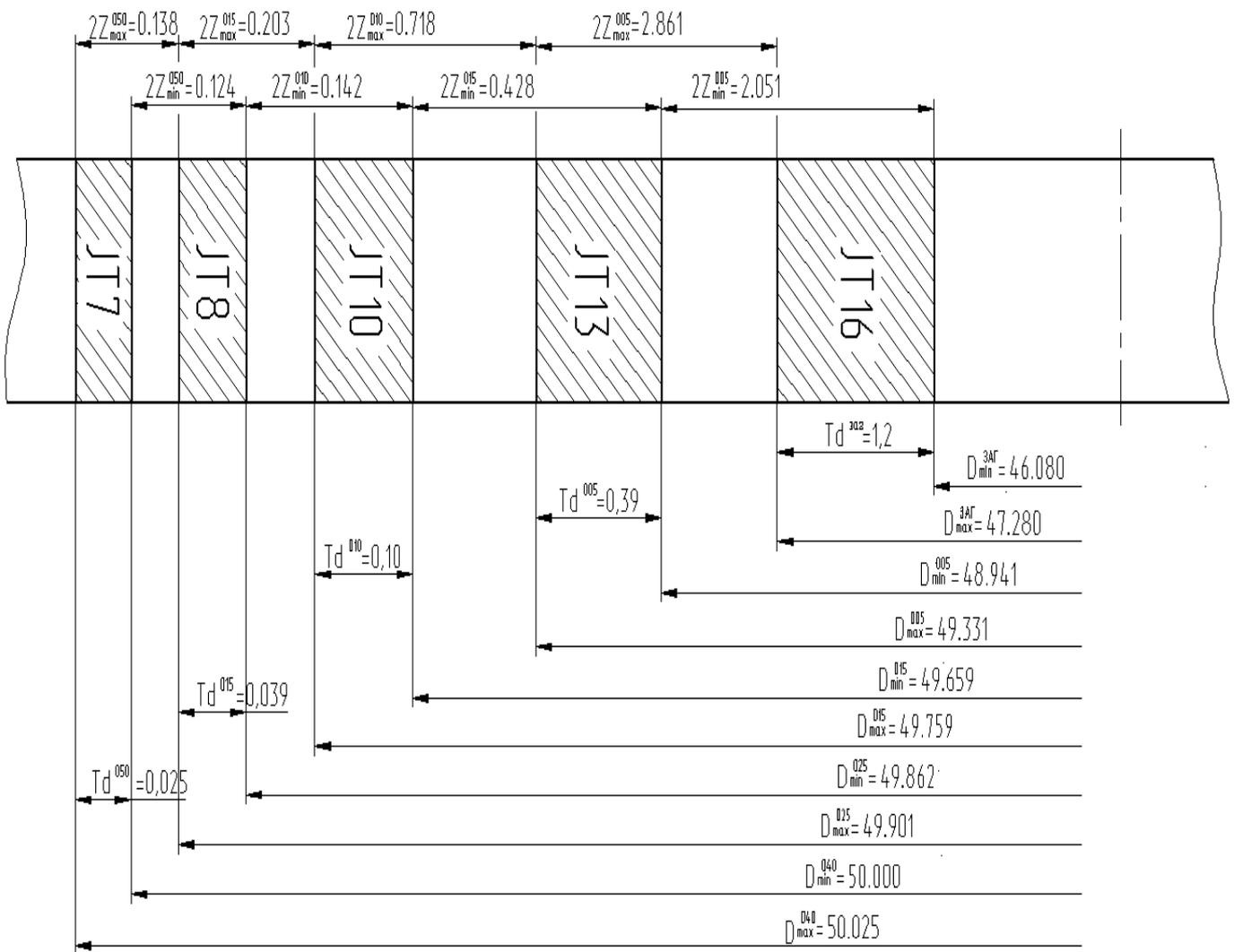


Рисунок 2.2 – Схема припусков и размеров на $\varnothing 50H7$

2.5.2 Расчет промежуточных припусков табличным методом

Результаты расчетов припусков табличным методом приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 - Припуски на обработку поверхностей фланца

№ оп	Наименование оп.	№ обраб. поверхн.	Припуск на сторону, мм
005	Токарная (черновая)	22,1,3,6,8	1,4
010	Токарная (черновая)	10,11,12,14,16,18,20	1,4
015	Токарная (чистовая)	22,1,3,6,8	0,35
020	Токарная (чистовая)	10,11,12,14,16,18,20	0,35
035	Протяжная	22	0,14
040	Круглошлифовальная	16,18	0,15
045	Круглошлифовальная	4,6	0,15
050	Внутришлифовальная	22	0,06
		1	0,15

2.6 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на 015 токарную операцию.

2.6.1 Исходные данные

- Деталь- фланец
- Материал- чугун СЧ20 НВ = 200
- Заготовка- штамповка
- Приспособление- патрон 3-х кулачковый
- Закрепление заготовки- по наружной поверхности с опорой на торец
- Жесткость – средняя

2.6.2 Структура операции (последовательность переходов)

Оп 05 Токарная (черновая)

Переход 1: Точить поверхности, выдержать размеры $\varnothing 71_{-0,46}$; $\varnothing 125_{7-0,63}$; 15° ;

98,9±0,27; 122,95±0,27; 127,95±0,32

Переход 2: Расточить отверстие, выдержать размеры $\varnothing 48,9^{+0,39}$

2.6.3 Выбор режущих инструментов

Переход 1: Резец проходной. Пластина 3х гранная, СМП Томал-10 $\varphi=97^\circ, \varphi_1=8^\circ, \lambda=0 \alpha=11^\circ h=25 b=25 L=125$

Переход 2: Резец расточной. Пластина 3х гранная, СМП Томал-10 $\varphi=93^\circ, \lambda=0 \alpha=11^\circ h=20 b=20 L=140$

2.6.4 Выбор оборудования

Станок - Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC

2.6.5 Расчет режимов резания

2.6.5.1. Глубина резания t , мм

Переход 1: $t = 2,0$ мм max.

Переход 2: $t = 2,0$ мм max.

2.6.5.2. Подача S , мм/об

$S = 0.5$ мм/об [16, с.268].

2.6.5.3 Расчётная скорость резания V , м/мин

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.15)$$

где C_U - коэффициент; $C_U = 243$ [16, с.270];

T - стойкость, мин; $T = 60$ мин

t - глубина резания, мм;

m, x, y - показатели степени; $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.40$, [16, с.270];

K_U - коэффициент [16, с.282];

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ} , \quad (2.16)$$

где K_{MU} - коэффициент, [16, с.261];

$K_{ПУ}$ - коэффициент $K_{ПУ} = 0.9$ [16, с.263];

$K_{ИУ}$ - коэффициент; для сплава Томал-10 $K_{ИУ} = 1,3$ [16, с.263];

$$K_{MU} = \left(\frac{190}{HB} \right)^n , \quad (2.17)$$

где n - показатель степени. $n = 1,25$ [16, с.264];

HB- твердость

$$K_{MU} = \left(\frac{190}{200} \right)^{1,25} = 0,94.$$

$$K_U = 0,9 \cdot 1,3 \cdot 0,94 = 1,1.$$

$$V_T = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 2,0^{0,15} \cdot 0,5^{0,40}} \cdot 1,1 = 140,1 \text{ м/мин.}$$

$$V = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 2,0^{0,15} \cdot 0,5^{0,40}} \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 126,1 \text{ м/мин.}$$

2.6.5.4 Частота вращения шпинделя n , мин^{-1}

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} , \quad (2.18)$$

где V - расчётная скорость резания, м/мин.

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 140,1}{3,14 \cdot 71} = 628 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 140,1}{3,14 \cdot 125,7} = 355 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 126,1}{3,14 \cdot 48,9} = 821 \text{ мин}^{-1}$$

2.6.5.5 Корректировка по паспорту станка:

Принимаем

$$n_1 = 560 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = 355 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_3 = 710 \text{ мин}^{-1}$$

Тогда пересчитываем V , м/мин:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 71 \cdot 560}{1000} = 124.8 \text{ м/мин}$$

$$V_2 = \frac{3.14 \cdot 125.7 \cdot 355}{1000} = 140.1 \text{ м/мин}$$

$$V_3 = \frac{3.14 \cdot 48.9 \cdot 710}{1000} = 109.0 \text{ м/мин}$$

2.6.5.6 Расчёт сил резания

Главная составляющая силы резания: P_z , Н

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.19)$$

где C_p - коэффициент; $C_p = 92$ [16, с.273];

x, y, n - показатели степени; $x = 1.0, y = 0.75, n = 0$ [16, с.273];

K_p - коэффициент

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\lambda, p} \cdot K_{\text{гр}}, \quad (2.20)$$

K_{MP} - коэффициент [16, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (2.21)$$

где n - показатель $n = 0,4$ [16, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{200}{190} \right)^{0.4} = 1.02$$

$K_{\text{фр}}, K_{\text{гр}}, K_{\lambda\text{р}}, K_{\text{гр}}$ - поправочные коэффициенты

$K_{\text{фр}} = 0,89 \quad K_{\text{гр}} = 1,0 \quad K_{\lambda\text{р}} = 1,0 \quad K_{\text{гр}} = 1,0$ [16,с.275];

$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 2,0^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 140,1^0 \cdot 1,02 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 993 \text{ Н.}$

2.6.5.7 Мощность резания N , кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{993 \cdot 140,1}{1020 \cdot 60} = 2,27 \text{ кВт} \quad (2.22)$$

Проверка по мощности. У станка мощность

$N_{\text{штп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}; \quad 2,27 < 7,5$, т. е. обработка возможна.

2.7 Расчет режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1].

Выполним расчет на внутришлифовальную операцию 050

2.7.1 Исходные данные

- Деталь- фланец
- Материал- СЧ 20 ГОСТ 1412-85
- Заготовка- отливка
- Обработка- торцевнутришлифовальная
- Тип производства- серийное
- Приспособление- патрон мембранный
- Закрепление заготовки- по наружной поверхности с упором в торец, с поджимом люнетом.
- Смена детали- ручная
- Жесткость станка – средняя

2.7.2 Структура операций (последовательность переходов)

Оп 40 Внутришлифовальная

Переход 1: Шлифовать отверстие Ø50H7

Переход 2: Шлифовать торец в размер 125,5±0,05

2.7.3 Выбор режущих инструментов

Переход 1: Круг шлифовальный 5 40x35x8 91А 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2
кл. ГОСТ Р 52781-2007

Переход 2: Круг шлифовальный 6 55x25x12 91А 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2
кл. ГОСТ Р 52781-2007

2.7.4 Расчет режимов резания

2.7.4.1 Глубина резания t , мм.

Переход 1: $t = 0,06$ мм.

Переход 2: $t = 0,15$ мм.

2.7.4.2 Поперечная минутная продольная $S_{м пр}$, мм/мин

$$S_{м пр} = S_m \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.23)$$

где S_m – минутная подачи по таблице, мм/мин [1, с. 214]

K_1 – коэффициент;

K_2 – коэффициент

$$S_m = 7000 \cdot 0,77 \cdot 1,0 = 5400 \text{ мм/мин}$$

Рекомендуемая минутная подача может быть установлена на станке 3К227В с бесступенчатым регулированием в пределах 1000-7000 мм/мин

2.7.4.3 Подача минутная поперечная $St_{дв.ход}$, мм/дв.ход

$$St_{дв.ход} = St \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (2.24)$$

где St – минутная подачи по таблице, мм/дв.ход [1, с. 214];

K_{1-7} – коэффициенты

$$\text{Переход 1: } St_{\text{дв.ход}} = 0,005 \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,005 \text{ мм/дв.ход}$$

$$\text{Переход 2: } St_{\text{дв.ход}} = 0,008 \cdot 1,1 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,010 \text{ мм/дв.ход}$$

2.7.4.4 Скорость круга, V , м/с

$$V = 35 \text{ м/с}$$

2.7.4.5 Скорость вращения детали, м/мин

$$v_3 = 45 \text{ м/мин}$$

2.7.4.6 Частота вращения шпинделя n , мин⁻¹

$$\text{Переход 1: } n_{31} = 1000 v_3 / \pi d = 1000 \cdot 45 / 3.14 \cdot 50 = 286 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{Переход 2: } n_{32} = 1000 \cdot 45 / 3.14 \cdot 60 = 238 \text{ мин}^{-1}$$

2.7.4.7 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Т.к. на шлифовальном станке применяется бесступенчатое регулирование, принимаем фактическую частоту вращения шпинделя

$$\text{Переход 1: } n_1 = 286 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{Переход 2: } n_2 = 238 \text{ мин}^{-1}.$$

Определим режимы резания на остальные операции техпроцесса, пользуясь [1]. Результаты расчета в таблице 2.9

Таблица 2.9 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	Наименование оп.	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов V_t , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости, /мин ⁻¹	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$ мин ⁻¹	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Токарная (черновая)	Точить Ø 71	2,0	0,5	140	628	560	124,8
		Точить Ø 125,7	2,0	0,5	140	355	355	140,1
		Расточить Ø 48,9	2,0	0,5	126	821	710	109,0
10	Токарная (черновая)	Точить Ø 81	2,0	0,5	140	550	560	142,4
		Точить Ø 200,7	2,0	0,5	140	222	200	126,0
		Подрезать торец канавки 200,7/70,7	2,0	0,5	130	206/585	250	157/55
		Подрезать торец канавки 125,7/70,7	2,0	0,5	130	329/585	355	140/78
		Точить Ø 70,7	2,0	0,5	140	630	560	124,3
15	Токарная (чистовая)	Точить Ø 70,3	0,35	0,25	242	1099	1120	247,2
		Точить Ø 125	0,35	0,25	242	618	560	219,8
		Точить канавку 2x2	2,0	0,15	120	543	560	123,6
		Расточить Ø 48,9	0,35	0,25	218	1401	1400	218,0
20	Токарная (чистовая)	Точить Ø 80,3	0,35	0,25	242	959	990	249,6
		Точить Ø 200	0,35	0,25	242	385	355	222,9
		Подрезать торец канавки 200/70	0,35	0,25	230	366/1046	355	222/78
		Подрезать торец канавки 125/70	0,35	0,25	230	585/1046	560	220/123
		Точить Ø 70	0,35	0,25	230	1046	990	217,6
		Точить канавку 2x2	2,0	0,15	120	475	450	113,0
25	Протяжная	Протянуть отв. Ø 49,88	0,14	-	8	-	-	8
30	Фрезерная	Центровать Ø 2	2	0,15	18	2866	2500	15,7
		Сверлить отв Ø 11	5,5	0,30	36	1042	1000	34,5
		Сверлить Ø 9	4,5	0,25	33	1167	1000	28,2
		Зенкеровать Ø 9,6	0,3	0,7	22	729	630	19,0
		Зенкеровать Ø 9,9	0,15	0,8	25	804	800	24,9
		Развернуть Ø 10	0,05	1,1	12	382	400	12,5
		Фрезеровать Ø 39	12	0,6	32	261	250	30,6
		Фрезеровать Ø 40	0,5	0,2	48	382	400	50,2
		Сверлить Ø 3,5	1,75	0,15	20	1819	1600	17,5
		Нарезать резьбу М4	0,5	0,5	8	254	250	7,9
		Сверлить Ø 15	7,5	0,35	34	721	630	29,7
		Зенкеровать Ø 15,8	0,4	0,7	24	483	400	19,8
		Зенкеровать Ø 16	0,1	0,8	27	537	500	25,1
		Сверлить Ø 20	10	0,5	38	605	630	39,5
35	Долбежная	Долбить шпоночный паз	3,8	0,2*	48	346	305	42,5

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	Круг-лошлифовальная	Шлифовать Ø80/200	0,15	1,0/0,2* ⁴	45	71	71	45
45	Круг-лошлифовальная	Шлифовать Ø70/125	0,15	1,3/0,3* ⁴	45	114	114	45
50	Внутришлифовальная	Шлифовать Ø50	0,06	5400** 0,005***	45	286	286	45
		Шлифовать торец	0,15	5400** 0,010***	45	238	238	45

*-подача в мм/дв.ход;

** -подача в мм/мин;

***-подача радиальная (врезание) в мм/дв.ход;

*⁴-подача черновая/чистовая в мм/мин.

2.8 Определение норм времени на все операции

Штучно-калькуляционное время вычисляем по формуле [5]:

Расчет норм времени на токарную операцию 005

Основное время T_o , мин определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{px} \cdot i}{nS}, \quad (2.25)$$

где L_{px} - рабочий ход, мм:

$$L_{px} = L_{рез} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.26)$$

где $L_{рез}$ – длина резания, мм;

l_1 – длина подвода, мм;

l_2 - длина врезания, мм;

l_3 - длина перебега, мм;

i - число проходов.

Подставив определенные значения в формулу (2.31), получим:

$$T_o = \frac{42}{560 \cdot 0,5} + \frac{51}{355 \cdot 0,5} + \frac{137}{710 \cdot 0,5} = 0,150 + 0,287 + 0,386 = 0,823 \text{ мин.}$$

$$T_v = (0,12 + 0,01 + 0,05 \cdot 8 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,388 \text{ мин.};$$

$$T_{оп} = 0,823 + 0,388 = 1,211 \text{ мин.}$$

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 1,211 = 0,073 \text{ мин.}$$

$$T_{п-з} = 20 \text{ мин.};$$

$$T_{шт} = 1,211 + 0,073 = 1,284 \text{ мин.};$$

$$T_{шт-к} = 1,284 + 20/472 = 1,326 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени на 050 внутришлифовальную операцию

Основное время на внутришлифовальную операцию определим по формуле:

$$T_o = \frac{2Lh}{S_t \cdot S} K, \quad (2.27)$$

где L- длина хода стола, мм;

h- припуск на сторону, мм;

S_t – продольная подача, мм/мин;

S – поперечная подача в мм/дв. ход;

K- коэффициент точности, учитывающий выхаживание.

Подставим значения в формулу (2.41), получим:

$$T_o = \frac{2 \cdot 128 \cdot 0,06}{5400 \cdot 0,005} \cdot 1,2 + \frac{2 \cdot 7 \cdot 0,15}{5400 \cdot 0,010} \cdot 1,2 = 0,683 + 0,047 = 0,730 \text{ мин.}$$

$$T_v = (0,15 + 0,01 + 0,09 \cdot 4 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,429 \text{ мин.};$$

$$T_{оп} = 0,730 + 0,429 = 1,159 \text{ мин.}$$

$$T_{тех} = 1,0 \cdot 0,730 / 20 = 0,036 \text{ мин.}$$

$$T_{орг} = 0,017 \cdot 1,159 = 0,020 \text{ мин.}$$

$$T_{от} = 0,06 \cdot 1,159 = 0,069 \text{ мин.}$$

$$T_{п-з} = 19 \text{ мин.}; \quad T_{шт} = 1,159 + 0,036 + 0,020 + 0,069 = 1,284 \text{ мин.};$$

$$T_{шт-к} = 1,284 + 19/472 = 1,311 \text{ мин.}$$

Так же рассчитаем нормы времени на остальные операций, результаты расчетов занесем в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 - Нормы времени

№ оп	Наименование оп	То, мин	Тв, мин	Топ, мин	Тоб.от, мин	Тп-з, мин	Тшт, мин	п	Тшт-к мин
05	Токарная (черновая)	0,823	0,388	1,211	0,073	20	1,284	472	1,326
10	Токарная (черновая)	1,607	0,370	1,977	0,118	20	2,095	472	2,137
15	Токарная (чистовая)	0,975	0,407	1,382	0,083	23	1,465	472	1,514
20	Токарная (чистовая)	2,164	0,425	2,589	0,155	23	2,744	472	2,793
25	Протяжная	0,096	0,189	0,285	0,017	15	0,302	472	0,334
30	Фрезерная	2,397	0,518	2,915	0,175	48	3,090	472	3,192
35	Долбежная	0,066	0,299	0,365	0,022	17	0,387	472	0,423
40	Круглошлифовальная	0,554	0,429	0,983	0,125	19	1,108	472	1,148
45	Круглошлифовальная	0,413	0,429	0,842	0,102	19	0,944	472	0,984
50	Внутришлифовальная	0,730	0,429	1,159	0,125	19	1,284	472	1,324

3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На 005 токарной операции для закрепления детали применяется 3-х кулачковый клиновый патрон.

Недостатком используемого патрона является низкая точность установки заготовки типа диск, т.к при зажиме торец заготовки может отходить от базового торца кулачка.

Главной задачей является проектирование нового клинового патрона с торцовым поджимом, в котором кулачки при зажиме заготовки подтягивают ее до торцовых опор, гарантированно прижимая к ним.

3.1.2 Расчет усилия резания

Для расчета патрона необходимо определить силу резания P_z , она была определена нами в п. 2.6: $P_z = 993 \text{ Н}$.

3.1.3 Расчет усилия зажима

Усилие зажима, определяется исходя из условия равновесия моментов сил резания, которая стремится повернуть заготовку в установочных кулачках, и сил зажима, препятствующей этому, с учетом коэффициента запаса.

Схема действий сил резания и сил зажима показана на рисунке 3.1.

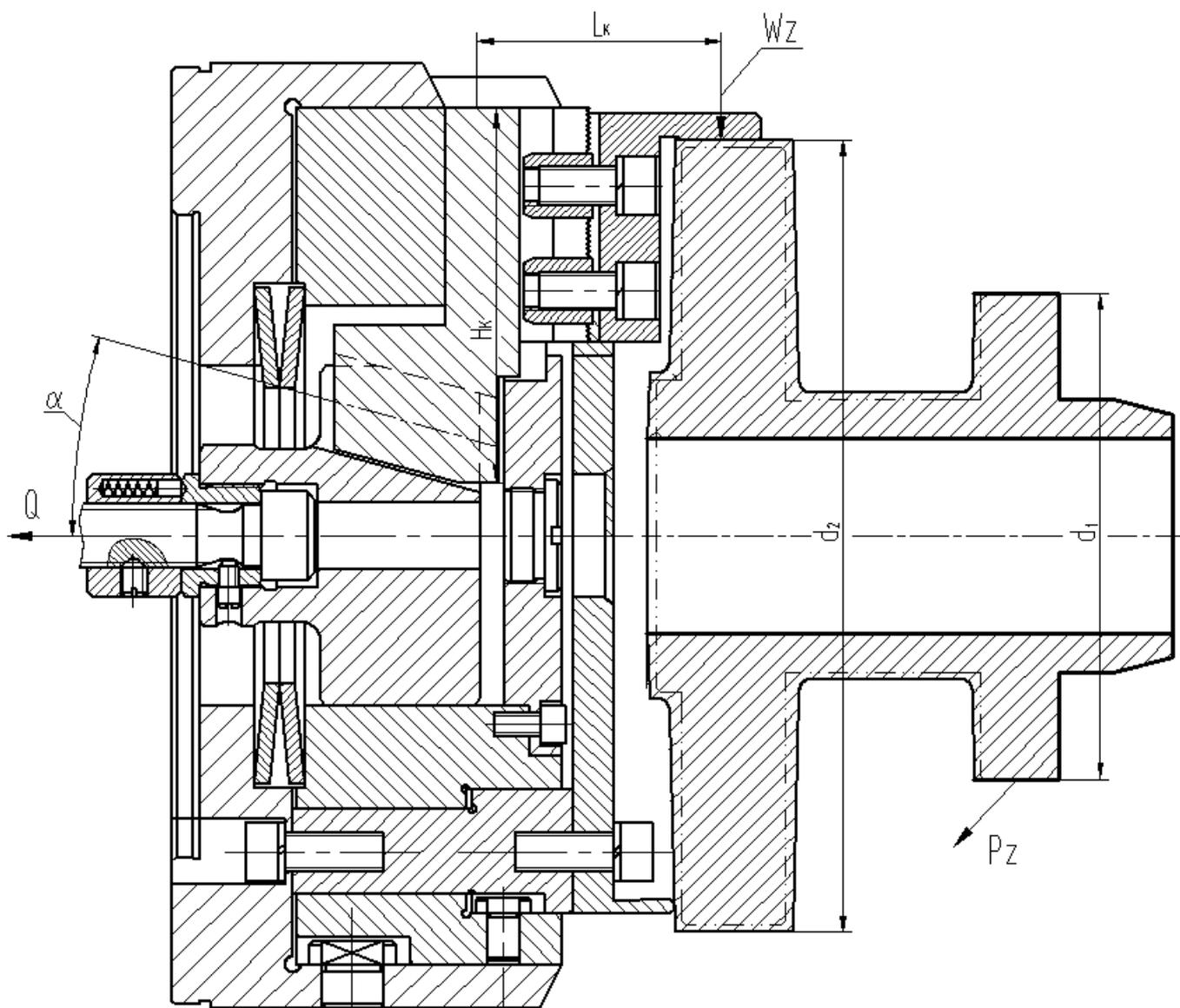


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Вычислим силу зажима при действии тангенциальной составляющей силы резания P_z [17, с.35]:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}, \quad (3.1)$$

где K – коэффициент;

P_z – сила резания, Н;

d_1 – диаметр обработки, мм; $d_1 = 125,7$ мм;

f – коэффициент трения, $f = 0,2$ (при гладких поверхностях кулачков);

d_2 – диаметр зажима, мм; $d_2 = 203,4$ мм.

Коэффициент K рассчитываем по формуле [17, с.382]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.2)$$

где K_0 - гарантированный коэффициент запаса. $K_0 = 1.5$ [17, с.382];

K_{1-6} – коэффициенты

Подставим определенные значения коэффициентов в формулу (3.2), получим:

$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16$, тогда при $K < 2,6$ принимаем $K = 2,5$.

Тогда силу зажима, определим подставив значения в формулу (3.1):

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 993 \cdot 125,7}{0,2 \cdot 203,4} = 7670 \text{ Н.}$$

Величина усилия зажима W_1 , рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot \frac{L_K}{H_K}}, \quad (3.3)$$

где f_1 – коэффициент трения; $f_1 = 0,1$;

L_K – расстояние вылета кулачка, мм; $L_K = 62$ мм;

H_K – длина контакта кулачка, мм; $H_K = 96$ мм.

Подставим определенные значения в формулу (3.3):

$$W_1 = \frac{7670}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{62}{96}} = 9513 \text{ Н.}$$

Определим усилие Q :

$$Q = W_1 \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.4)$$

где α - угол скоса направляющих;

φ - угол трения.

Подставим определенные значения в формулу (3.4), получим:

$$Q = 9513 \cdot \operatorname{tg}(15 + 5^{\circ}43') = 3598 \text{ Н.}$$

3.1.4 Выбор конструкции и расчет силового привода

Привод - пневмоцилиндр с давлением 0,4 МПа.

Тянущая сила на штоке для привода двухстороннего действия определяется по формуле:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (3.5)$$

где Q – тянущая сила на штоке, Н;

D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм;

p - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода.

Приняв приближенно $d = 0.2D$ и подставив выражение в формулу (3.5), получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2(1 - 0.2^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.96 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.6)$$

Выразив D , получим:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.96 \cdot p \cdot \eta}} = 1.15 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.7)$$

Подставим определенные значения в формулу (3.7):

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{3598}{0,4 \cdot 0,9}} = 116,9 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартный размер пневмоцилиндра, присоединяемого к фланцевому концу шпинделя $D = 200$ мм.

3.1.5 Расчет суммарных погрешностей приспособления

При установке заготовки в патрон измерительная база совпадает с технологической, следовательно $\varepsilon_B = 0$, так как рабочие поверхности кулачков патрона и торцовые опоры обрабатываются в сборе, то $\varepsilon_V = 0$.

3.1.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Приспособление состоит из патрона и пневмопривода.

Патрон стоит на фланце шпинделя и крепится винтами 37 с шайбами 48.

Патрон состоит из корпуса 12, в отверстии которого на тарельчатых пружинах 22 с помощью стойки 23 установлена втулка 6. Стойка 22 крепится к корпусу 12 винтами 35 с шайбами 47. Под действием тарельчатых пружин 22 у втулки есть возможность перемещения в корпусе 12 на величину поджима 0,5 мм.

Чтобы кулачки 6 не поворачивали во втулке 6, в ее паз входит головка шпонки 27, которая установлена в корпусе патрона 12.

Чтобы стойки 23 не проворачивались, в ее паз входит головка шпонки 26, которая установлена во втулке 6.

В Т-образных направляющих втулки 6 установлены подкулачники 17. К подкулачникам винтами 34 с шайбами 47 с помощью сухарей 24 крепятся сменные кулачки 15. В центральном отверстии втулки 6 патрона установлен клин 8. В Т-образный наклонный паз клина входит подкулачник 17. Отверстие втулки 6 закрывает крышка 13 с пробкой 20.

Винт 2, установленный в отверстии клина 8 во втулке 3, фиксируется с помощью втулки 4 с винтом 31, фиксатором 29 и пружиной 21.

Винт 2 с помощью гайки 39 соединен с тягой 25, которая, в свою очередь соединена со штоком 28 пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр содержит корпус 11, в котором с помощью винтов 36 с шайбами 47 установлена крышка 14. В пневмоцилиндре установлен поршень 18, который с помощью гайки 38 с шайбой 46 крепится к штоку 28. В штоке установлена втулка 5 с кольцами 9 и 10. В отверстие втулки 5 входит трубка муфты 1 для подвода воздуха.

Муфта 1 установлена в корпусе 9 с помощью гайки.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 40,41,42,43,44,45.

Чтобы поршне не ударялся о стенки корпуса 11 с крышкой 14 на поршне 18 установлены демпферы 7.

Пневмоцилиндр стоит на заднем конце шпинделя на фланце, который крепится болтами 30 с шайбами 47.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка упирается до упора в опору 16. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра клин 8 отходит влево, подкулачники 17 скользят по наклонному пазу вниз, кулачок опускается, закрепляя заготовку. Если заготовка не доходит своим торцом до опоры 16, то при ходе клина 8 назад втулка 6, преодалевая сопротивление тарельчатых пружин 22 тянет подкулачники 17 с кулачками 15 назад на величину поджима, прижимая заготовку к опоре 16.

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра клин 8 отходит влево, подкулачники скользят по наклонному пазу вверх и кулачок поднимается, раскрепляя заготовку.

3.2 Проектирование контрольного приспособления

3.2.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На контрольной операции происходит выборочный контроль геометрических параметров фланца.

После шлифовальной операции происходит контроль биения торца и наружного диаметра относительно базового отверстия. Спроектируем приспособление для контроля биения, взяв за основу приспособления для аналогичных деталей.

В базовом варианте контроль производится механическим индикатором с ценой деления 0,005 мм.

3.2.2 Описание сущности усовершенствований

В отличие от базового варианта с механическим индикатором с ценой деления 0,001 мм применим электронный индикатор TESA DIGICO 11 со следующими параметрами:

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

Дополнительные функции:

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

3.2.3 Описание конструкции приспособления

Приспособление содержит основание 4, к которому винтами 12 крепится базовая плита 5, на которую устанавливаются индикаторы 2 и 3. В отверстие основания 4 устанавливается фланец 6, закрепленный винтами 11. В отверстие фланца установлена самоцентрирующая оправка 1. На плите также установлена стой-

ка 7 с опорой 8, закрепленная винтами 10.

Для установки приспособления на контрольном столе на базовой плите установлены пальцы 9.

Приспособление работает следующим образом:

1) Контроль биения торца

Заготовка устанавливается в оправке 1 с упором в опору 8. Клино-плунжерная оправка 1 зажимается, центрируя заготовку по базовому отверстию. На плиту 5 устанавливается индикатор 2. В контролируемый торец упирается головка винта, установленного на рычаге, в торец которого упирается ножка индикатора. Вращая деталь, головка винта повторяет неровности профиля детали, угольник отклоняется и с индикатора снимают показания о биении торца относительно базовой поверхности.

2) Контроль биения наружного диаметра

Заготовка устанавливается в оправке 1 с упором в опору 8. Клино-плунжерная оправка 1 зажимается, центрируя заготовку по базовому отверстию. На плиту 5 устанавливается индикатор 3. В контролируемый диаметр торец упирается головка ножки индикатора. Вращая деталь, головка ножки индикатора повторяет неровности профиля детали и с индикатора снимают показания о биении наружной поверхности относительно базового отверстия.

У индикаторов 2 и 3 есть возможность ввода предельных контролируемых значений полей допусков и годность детали можно определять не по разнице показаний индикатора, а по светодиодной индикацией:

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

3.2.4 Расчет точности приспособления

Определим допустимую погрешность контроля.

$$[\varepsilon] = (0,2 \dots 0,4)Td \quad (3.8)$$

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

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

В нашем случае для контроля соосности $R0.01=\text{Ø}0,02$:

$$[\varepsilon] = 0,3 \times 0,02 = 0,006 \text{ мм.}$$

Фактическое значение погрешности контроля:

$$\varepsilon_{\text{факт}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{прибора}}^2 + \varepsilon_{\text{эталона}}^2}, \quad (3.9)$$

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.

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{баз}}^2 + \varepsilon_{\text{закрепл}}^2 + \varepsilon_{\text{полож.заг.}}^2}, \quad (3.10)$$

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;

$$\varepsilon_{\text{полож.заг.}} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}, \quad (3.11)$$

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

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

$$\varepsilon_{\text{полож.заг.}} = \sqrt{2^2 + 5^2} = 5,3 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{\text{уст.}} = \sqrt{0^2 + 0^2 + \varepsilon_{\text{полож.заг.}}^2} = 5,3 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{\text{факт}} = \sqrt{0,5^2 + 5,3^2} = 5,4 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_{\text{факт.}} < [\varepsilon]$: 0,0054 мм < 0,006 мм, таким образом, контрольное приспособление обеспечивает необходимую точность контроля.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 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 4.1

Таблица 4.1 - 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	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC	Металл, СОЖ
3	Протягивание	Протяжная операция	Протяжник	Вертикально-протяжной СНИ-360	Металл, СОЖ
4	Сверление, фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н	Металл, СОЖ
5	Долбление	Долбежная операция	Долбежник	Вертикально-долбежный станок 7Д430	Металл, СОЖ
6	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Торцекруглошлифовальный п/а ЗБ153Т	Металл, СОЖ
7	Внутреннее шлифование	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Торцевнутришлифовальный п/а ЗК227В	Металл, СОЖ

4.2 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 4.2

Таблица 4.2 – 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	2	3	4
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте	Печь литейная
2	Токарная 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)	Токарно-винторезный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC
3	Протяжная операция Долбежная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте	Вертикально-протяжной ШН-360 Вертикально-долбежный станок 7Д430
4	Фрезерная 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)	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н
5	Круглое шлифование Внутреннее шлифование	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Круглошлифовальный п/а 3Б153Т Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В

4.3 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 4.3 – 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
3	Подвижные части производственного оборудования; передвижающиеся 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

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
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

4.4 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).

4.4.1 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);

б) 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 токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;
- 5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – 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	Токарно-винторезный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC Вертикально-протяжной СНИ-360 Вертикально-долбежный станок 7Д430 Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н	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
3	Участок абразивной обработки	Круглошлифовальный п/а 3Б153Т Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	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

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (ВКР)

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводятся в таблице 4.5

Таблица 4.5 - 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

4.4.3 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 4.6).

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н	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 недопущенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 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.

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – 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.)
Фрезерная операция	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты, СОЖ	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (ВКР) согласно нормативных документов (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

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

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления фланца инструментального магазина, 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 инструментального магазина, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

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

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

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по

обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

5 Экономическая эффективность работы

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

Для выполнения данного раздела, будем использовать описанные условия и рассчитанные параметры технологического процесса изготовления детали «Фланец инструментального магазина». Особый интерес из этой информации для экономической эффективности работы представляют изменения, а точнее отличия между сравниваемыми вариантами. Поэтому считаем необходимым указать только эти изменения, которые, в конечном счете, и позволят сделать вывод о целесообразности описанных изменений. Краткое описание сравнений по вариантам представлено в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика вариантов ТП

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p>Операция 25 – Внутришлифовальная черновая</p> <p>Получистовая обработка отверстия производится черновым шлифованием.</p> <p><u>Оборудование</u> – внутришлифовальный п/а, модель 3К227В.</p> <p><u>Оснастка</u> – мембранный патрон.</p> <p><u>Инструмент</u> – круг шлифовальный 540×35×8 91А F46 L9 V А 35м/с. ГОСТ Р 52781-2007</p>	<p>Операция 25 – Протяжная</p> <p>Получистовая обработка отверстия производится протягиванием.</p> <p><u>Оборудование</u> – вертикально-протяжной станок, модель 7Б64.</p> <p><u>Оснастка</u> – мембранный патрон.</p> <p><u>Инструмент</u> – протяжка круглая переменного резания Ø49,88, Р6М5К5 ГОСТ 26479-85.</p>
<p>Масса детали М = 8,7 кг.</p> <p>Масса заготовки (отливка) Мз = 10 кг</p> <p>Материал- чугун СЧ 20 ГОСТ 1412-85</p>	
<p>Тип производства – среднесерийный</p> <p>Условия труда – нормальные.</p> <p>Форма оплата труда – повременно-премиальная.</p>	

Кроме представленных сравнительных параметров, для экономического обоснования нам понадобятся программа выпуска и трудоемкость выполнения операций, которые представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Краткое описание дополнительных исходных данных для экономического обоснования по сравниваемым вариантам

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проектный
1	Годовая программа выпуска	$P_G, шт.$	10000	10000
2	Норма штучного времени, в том числе и машинное время	$T_{шт}, мин.$	1,426	0,334
		$T_{маш}, мин.$	1,026	0,096

С учетом представленных изменений необходимо экономически обосновать целесообразность их внедрения, для этого, применяя методику «Экономического обоснования совершенствования технологического процесса механической обработки» [10], последовательно определим: капитальные вложения, полную себестоимость и экономическую эффективность.

Все экономические значения для проведения необходимых расчетов были получены на кафедре «Управление инновациями и маркетинг» от консультанта раздела.

Далее, применения программного обеспечение Microsoft Excel и имеющиеся данные, были получены следующие значения:

- капитальные вложения в проектируемый вариант, учитывающие приобретение нового оборудования, замену оснастки и инструмента, затраты на проектирование и многое другое, которые составляют $K_{ВВ.ПР} = 199111,31$ руб. Они учитывают только вложения применительно к заданной программе выпуска;

- полная себестоимость выполнения рассматриваемых операций по вариантам: $C_{ПОЛН(БАЗ)} = 19$ руб., $C_{ПОЛН(ПР)} = 4,6$ руб. Представленные значения не учитывают затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию, ни материал,

ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Все вышеперечисленное, является достаточным материалом для проведения завершающего этапа – экономического обоснования. Согласно представленной ранее методике [10] выполним этот этап по следующему алгоритму:

$$\Pi_{\text{Р.ОЖ}} = \Delta_{\text{УГ}} = (C_{\text{ПОЛ(АЗ)}} - C_{\text{ПОЛ(П)}}) \cdot \Pi_{\text{Г}} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{\text{Р.ОЖ}} = \Delta_{\text{УГ}} = (9 - 4,6) \cdot 10000 = 144000 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = \Pi_{\text{Р.ОЖ}} \cdot K_{\text{НАЛ}} \quad (5.2)$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = 144000 \cdot 0,2 = 28800 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = \Pi_{\text{Р.ОЖ}} - H_{\text{ПРИБ}} \quad (5.3)$$

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = 144000 - 28800 = 115200 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}}} + 1, \quad (5.4)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{199111,31}{115200} + 1 = 2,73 = 3 \text{ года}$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T \Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (5.5)$$

$$\begin{aligned} D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) &= 115200 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = \\ &= 242611,2 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\Delta_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 242611,2 - 199111,31 = 43499,89 \text{ руб.}$$

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ,ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \quad (5.7)$$

$$\text{ИД} = \frac{242611,2}{199111,31} = 1,22 \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операциям 025 технологического процесса изготовления детали «Фланец инструментального магазина». В результате чего предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль от снижения себестоимости, в размере 115200 руб., а также достичь экономического эффекта положительной величины – 43499,89 руб.

Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы были решены задачи сформулированные в первом разделе работы, также была достигнута главная цель поставленная в работе- снижение себестоимости изготовления и повышения качества готовой детали, для чего был спроектирован новый технологический процесс для условий среднесерийного типа производства.

В процессе работы в базовый ТП были внесены следующие изменения:

- спроектирована заготовка, полученная методом литья в керамические формы с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- в спроектированном ТП было применено высокопроизводительное оборудование - станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы, оснастка с механизированным приводом и инструмент с износостойкими покрытиями.
- спроектирован патрон 3-х кулачковый клиновый с торцовым поджимом, с пневмоприводом для токарной операции;
- спроектировано приспособление для контроля биения с электронными индикаторами TESA.

Данные мероприятия позволили достичь главной цели работы.

Экономический эффект от внедренных изменений составит 43499,89 руб-ля.

Список используемой литературы

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов, 1995.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений, 1980
- 3 Боровков В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки 2013
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса, 2013
- 5 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения, 2007
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки., 2004.
- 7 Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта», 2016
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные 1990. – 86 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" 1985
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей, 2015
- 11 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения, 2008.
- 12 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техниках, 1986
- 13 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту, 1990
- 14 Справочник технолога - машиностроителя Т. 1 / А.М.Дальский, 2003.
- 15 Справочник технолога - машиностроителя Т. 2 / А.М.Дальский 2003.
- 16 Станочные приспособления: Справочник Т. 1./ Б.Н. Вардашкин, 1984
- 17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент, 2008
- 18 Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности 1982
- 19 Промсервис – М. Справочник оборудования. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://promservis24.ru/Directory>

20 Станкокомпания «Гигант». Техническая документация на станки. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gig-ant.com/import/58/>

21 База нормативной технической документации. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru/>

Приложения

1. Маршрутная карта технологического процесса.
2. Операционные карты.
3. Спецификация к чертежу станочного приспособления.
4. Спецификация к чертежу контрольного приспособления.

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.543.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.543.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.543.60.002	Винт	1	
		3	16.07.ТМ.543.60.003	Втулка	1	
		4	16.07.ТМ.543.60.004	Втулка	1	
		5	16.07.ТМ.543.60.005	Втулка	1	
		6	16.07.ТМ.543.60.006	Втулка	1	
		7	16.07.ТМ.543.60.007	Демпфер	1	
		8	16.07.ТМ.543.60.008	Клин	1	
		9	16.07.ТМ.543.60.009	Кольцо	3	
		10	16.07.ТМ.543.60.010	Кольцо	1	
		11	16.07.ТМ.543.60.011	Корпус	1	
		12	16.07.ТМ.543.60.012	Корпус патрона	1	
		13	16.07.ТМ.543.60.013	Крышка	1	
		14	16.07.ТМ.543.60.014	Крышка	1	
		15	16.07.ТМ.543.60.015	Кулачок	3	
			16.07.ТМ.543.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.	Пушкарев				Лит.	Лист
Пров.	Распорзугев					Листов
						1 3
Н. Контр.	Виткалов				ТГУ, гр. ТМбз-1101	
Утв.	Бобровский					

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.543.61.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.543.61.100	Оправка	1	
		2	16.07.ТМ.543.61.200	Индикатор	1	
		3	16.07.ТМ.543.61.300	Индикатор	1	
				<u>Детали</u>		
		4	16.07.ТМ.543.61.004	Основание	1	
		5	16.07.ТМ.543.61.005	Плита	1	
		6	16.07.ТМ.543.61.006	Фланец	1	
		7	16.07.ТМ.543.61.007	Стойка	1	
		8	16.07.ТМ.543.61.008	Опора	1	
		9	16.07.ТМ.543.61.009	Палец	4	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 11738-72		
		10		М6х20.88	3	
		11		М6х30.88	4	
			16.07.ТМ.543.61.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.	Пушкарев					
Пров.	Расторгуев					
И. Контр.	Виткалов					
Утв.	Бобровский					
Приспособление контрольное					Лит.	Лист
						1
					ТГУ, гр. ТМбз-1101	

