

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обуче-
ния

Направление подготовки 15.03.01 «Машинострое-
ние»

Кафедра Технология автоматизированного машиностроительного производ-
ва

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| | |
|--|--|
| Тема работы | |
| Проектирование технологического процесса изготовления штока и оснастки | |

УДК 621

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| 3-8Л11 | Осипенко Константин Николаевич | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Охотин И.С. | к.т.н. доцент | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент | Шулинина Ю.И. | - | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент | Кырмакова О.С. | - | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Арляпов А.Ю. | к.т.н. доцент | | |

Томск – 2016 г.

| | |
|--|--|
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p> | <p>Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута, размерный анализ технологического процесса, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и нормирование операций технологического процесса, конструирование станочного приспособления.</p> |
| <p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p> | <p>Чертеж детали, чертеж заготовки, размерный анализ технологического процесса, карта технологического процесса, чертеж приспособления, схема сборки.</p> |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p> | |
| <p style="text-align: center;">Раздел</p> | <p style="text-align: center;">Консультант</p> |
| <p>Технологический, конструкторский</p> | <p>Охотин И.С.</p> |
| <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p> | <p>Шулинина Ю.И.</p> |
| <p>Социальная ответственность</p> | <p>Кырмакова О.С.</p> |
| <p> </p> | <p> </p> |
| <p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p> | |
| <p> </p> | |
| <p> </p> | |
| <p> </p> | |

| | |
|--|----------|
| <p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p> | <p> </p> |
|--|----------|

Задание выдал руководитель:

| | | | | |
|------------------|--------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <p>Должность</p> | <p>ФИО</p> | <p>Ученая степень, звание</p> | <p>Подпись</p> | <p>Дата</p> |
| <p>Доцент</p> | <p>Охотин И.С.</p> | <p>к.т.н. доцент</p> | <p> </p> | <p> </p> |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|---------------------------------------|----------------|-------------|
| <p>Группа</p> | <p>ФИО</p> | <p>Подпись</p> | <p>Дата</p> |
| <p>3-8Л11</p> | <p>Осипенко Константин Николаевич</p> | <p> </p> | <p> </p> |

Реферат

Выпускная квалификационная работа 109 с., 14 рис., 26 табл., 10 источников.

Ключевые слова: размерный анализ, инструмент, Технологический процесс, деталь и размер.

Объектом исследования является «шток» и технологический процесс его изготовления.

Цель работы: разработка наиболее эффективного технологического процесса с экономической и технологической точки зрения.

В процессе исследования проводились расчеты припусков и межпереходных размеров, режимов резания и расчет времени.

В результате исследования получили наиболее оптимальные для применения показатели.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: деталь «шток» представляет собой длинный цилиндр с наличием шести граней. Масса детали 4,1 кг. В качестве материала для изготовления детали «шток» используется конструкционная легированная сталь 40х. Деталь имеет высокую твердость НВ 241-285 что благоприятно сказывается на ее эксплуатационных свойствах.

Содержание

| | |
|---|-----|
| 1. Техническое задание..... | 6 |
| 2. Анализ технологичности конструкции детали | 7 |
| 3. Определение типа производства | 11 |
| 4. Выбор исходной заготовки..... | 13 |
| 5. Разработка маршрутной технологии изготовления «штокаа»..... | 17 |
| 6. Построение размерной схемы технологического процесса и графа технологических размерных цепей..... | 19 |
| 7. Расчет припусков..... | 22 |
| 8. Расчет режимов резания..... | 36 |
| 9. Выбор средств технологического оснащения..... | 50 |
| 10. Расчет основного времени..... | 54 |
| 11. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления..... | 56 |
| 12. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..... | 62 |
| 13. Социальная ответственность..... | 91 |
| 14. Список литературы..... | 109 |

2 Анализ технологичности конструкции детали.

Шток - это деталь, соединяющая между собой ползун и поршень. Он представляет собой сплошной или полый стержень цилиндрической формы и используется в паровых машинах, поршневых насосах и в поршне автомобиля.

Шток имеет наименьшую шероховатость в местах посадки подшипников $R_a=0.63$ мкм.

Длина штока выполнена по h12.

Сталь 45 ГОСТ 4543-71 легко поддается обработке резанием.

Химический состав сталь 40х ГОСТ 4543-71

Таблица 1

| C,% | Mn,% | Si,% | Cr,% | S,% | P,% | Ni |
|----------|---------|-----------|------|---------|----------|---------|
| 0,42-0,5 | 0,5-0,8 | 0,17-0,37 | 0.25 | до 0.04 | до 0.035 | до 0.25 |

Механические свойства сталь 40х ГОСТ 4543-71

Таблица 2

| Предел текучести σ_T , Мпа | Предел прочности σ_B , Мпа | Относительное удлинение δ_3 ,% | Ударная вязкость a_n , КДж/м ² |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--|--|
| 320-800 | 570-940 | 13-17 | 400-850 |

Таблица 3

| № пп | Требования технологичности | Характеристика технологичности |
|---------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Возможность использования наиболее рациональных методов получения заготовок | Конструкция детали технологична, т.к. в качестве заготовки используется поковка |
| 2 | Свойства материала детали должны соответствовать существующей технологии изделия. | сталь 40х ГОСТ 4543-71 конструкционная. хорошо и производительно обрабатывается. |
| 3 | Конструкция детали должна обеспечивать применение типовых технологических процессов | Изготовление детали производится с применением стандартных технологических процессов и оборудования. |
| 4 | Убывание диаметральных размеров шеек к концам штока. | Конструкция детали технологична, т.к. диаметральные размеры убывают к концам штока |
| 5 | Возможность обработки максимального количества диаметров высокопроизводительными методами и инструментами | Конструкция детали технологична, т.к. можно использовать высокопроизводительный метод многорезцовой обработки |

Требования технологичности детали по большинству элементов выполнены, следовательно деталь «шток» можно назвать технологичной.

Анализ детали «шток» по параметрам шероховатости

Таблица 4

| № пп | Наименование КЭД | Общее кол-во КЭД | Кол-во КЭД, имеющих следующую шероховатость Ra (Rz), мкм | | | |
|---------|--|------------------------|---|--------|----------|-----------|
| | | | 40-20 | 20-10 | 2,5-1,25 | 1,25-0,63 |
| 1 | Наружные цилиндрические поверхности (ГОСТ 6639-69) | 5 | | | 2 40% | 3 60% |
| 2 | Торцевые поверхности (ГОСТ 6639-69) | 4 | | | 4 100% | |
| 3 | Фаски наружные (ГОСТ 10948-64) | 5 | | 5 100% | | |

| | | | | | |
|-------|----|--|-------|-------|-------|
| Итого | 24 | | 5 40% | 5 40% | 3 20% |
|-------|----|--|-------|-------|-------|

Анализ детали «шток» по наличию стандартных конструктивных элементов детали (КЭД)

Таблица 5

| № | Наименование КЭД (ГОСТ, ТУ и | Общее кол-во КЭД | Кол-во Стандартных КЭД | Степень Стандартизации |
|---|--------------------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| | | | | |
| 2 | Торцевые поверхности | 4 | 4 | 100% |
| 3 | Фаски наружные (ГОСТ 10948-64) | 4 | 4 | 100% |
| | Итого: | 16 | 16 | 100% |

Анализ детали «шток» по точности

Таблица 6

| № | Наименование КЭД | Общее КЭД | Кол-во КЭД, обрабатываемым по следующим качествам | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------------------------------|-----------|---|---|---|---|----|----------------------------|----|----|---|-------------------|----|----|-----|
| | | | Высокая точность обработки | | | | | Средняя точность обработки | | | | Свободные размеры | | | |
| | | | 6 | 7 | 8 | 9 | % | 10 | 11 | 12 | % | 13 | 14 | % | |
| 1 | Наружные цилиндрические поверхности | 5 | 1 | 1 | | | 40 | | | | | | | 3 | 60 |
| 2 | Торцевые поверхности | 4 | | | | | | | | | | | | 4 | 100 |
| 3 | Фаски наружные | 4 | | | | | | | | | | | | 4 | 100 |
| Итого | | 16 | 1 | 1 | | | 19 | | | | | | | 11 | 81 |

Общий вывод по таблицам 3... 6.

Исходя из анализа технологичности по всем параметрам изложенным в таб-

лицах для детали «шток» делаем вывод, что деталь технологична, т.к. выполняются все требования технологичности

3 Определение типа производства.

Тип производства определяется по годовому выпуску и массе деталей (табл. 5) [1, стр 20].

Таблица 7 – Выбор типа производства по годовому выпуску и массе деталей (в штуках):

| Производство | Число обрабатываемых деталей одного типа размера в год | | |
|----------------|--|-------------------------|---------------------|
| | Тяжелые $m > 100$ кг | Средние $m > 10-100$ кг | Легкие m до 10 кг |
| Единичное | до 5 | до 10 | до 100 |
| Мелкосерийное | 5-100 | 100-200 | 100-500 |
| Среднесерийное | 100-300 | 200-500 | 500-5000 |
| Крупносерийное | 300-1000 | 500-5000 | 5000-50000 |
| Массовое | >1000 | >5000 | >50000 |

Объём выпуска – 35000 шт;

Масса деталей – 4,1 кг.

Из исходных данных выбираем тип производства по таблице 5 – крупносерийное производство.

Тип производства по ГОСТ 14.004–74 характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$, который показывает отношение всех различных технологических операций, выполняемых в течение месяца, к числу рабочих мест,

$$K_{з.о} = \frac{\sum Q_i}{\sum P_i}$$

где Q_i – количество операций, необходимых для изготовления данной детали;

P_i – количество рабочих мест, на которых изготавливается данная деталь.

а) Определяем такт выпуска деталей

$$t_g = F_d \cdot 60 / N$$

где F_d – действительный годовой фонд времени рабочего оборудования (для односменного режима $F_d = 4140$ ч [2]);

N – объем выпуска деталей в год, $N = 35000$ шт/г;

$$t_g = 4140 \cdot 60 / 35000 = 7 \text{ мин.}$$

б) Определяем коэффициент загрузки оборудования

$$\eta_{3.oi} = T_{um} / t_g$$

где T_{um} – штучное время на каждой операции для изготовления детали, мин.

Если $\eta_{3.oi} > 0,5$, то $Q_i = 1$.

Если $\eta_{3.oi} < 0,5$, то $Q_i = 1 / \eta_{3.oi}$.

Q_i округляется в меньшую сторону до целого числа.

Данные по существующему заводскому технологическому процессу о T_{um} , P_i и расчетные данные $\eta_{3.oi}$ и Q_i .

в) Определим коэффициент закрепления операции

$$K_{3.o} = \sum Q_i / \sum P_i = 4,1 / 4,75 = 0,86.$$

Для крупносерийного производства рассчитывается оптимальное количество деталей партии для одновременного запуска:

$$n = N \cdot a / F$$

где N – объем выпуска;

a – необходимый запас на складе, $a = 10$ дней;

F – число рабочих дней в году, $F = 255$ дней;

$$n = 35000 \cdot 10 / 255 = 1373 \text{ шт.}$$

4 Выбор исходной заготовки.

Исходные данные:

деталь – шток;

материал - сталь 40Х ГОСТ 4543-71

масса – 4,1 кг;

годовая программа выпуска – 35000 шт;

Согласно рекомендациям [7]. Для определения возможных методов получения заготовки по таблицам 7-11 определяем коды показателей:

по таблице 7 для стали марки 40Х определяем код материала – 6;

по таблице 8 определяем код конструктивной формы – 4;

по таблице 9 определяем: для заготовок, полученных давлением, и для штамповки при программе выпуска 35000 шт и массе 4,1 кг код серийности производства – 3;

по таблице 10 определяем код массы заготовки – 2 или (по таблице 11) код диаметра проката – 4.

По таблице 13 определяем коды возможных способов получения заготовки для данной детали: 7...10.

В соответствии с таблицей 12 к числу возможных способов относятся:

7 – штамповка на молотах и прессах;

8 – штамповка на горизонтально-ковочных машинах;

9 – свободная ковка;

10 – прокат.

Выбираем варианты получения заготовок:

1. горячая объемная штамповка на горизонтально-ковочных машинах

2. получение заготовки из проката.

Наиболее рациональными методами получения заготовки, являются горя-

чая объемная штамповка на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ)

Себестоимость тонны заготовок после предварительной механической обработки можно определить по формуле:

$$C_{зпр} = \frac{C_3}{K_{импр}} + \left(\frac{1}{K_{импр}} - 1 \right) \cdot A - \left(\frac{1}{K_{импр}} - 1 \right) \cdot mB$$

где: $C_{зпр}$ - Себестоимость тонны заготовок после предварительной механической обработки, тыс. руб.

C_3 — Себестоимость тонны заготовок, тыс. руб.

$K_{им}$ - коэффициент использования материала при изготовлении детали:

$$K_{им} = M_д / M_3$$

$M_{зпр}$ - масса заготовки после предварительной обработки, кг

M_3 — масса заготовки, кг

$K_{импр}$ - Коэффициент использования материала при изготовлении заготовки с предварительной обработкой.

$$K_{импр} = M_{зпр} / M_3$$

A — Стоимость снятия тонны стружки при предварительной обработке заготовки, тыс. руб.

$$A \approx 2C_3$$

m - Коэффициент полноты сдачи стружки.

B - Заготовительная цена на тонну стружки, тыс. руб.

$C_{шт}$ - себестоимость одной заготовки

$$C_{шт} = \frac{C_3 \cdot M_3}{1000}$$

Производим вычисления:

$$M_{31} = 4.75 \text{ кг}; \quad M_{32} = 4.94 \text{ кг}; \quad M_д = 4.1 \text{ кг}; \quad m = 0.85; \quad B = 4500.$$

$$K_{им1} = M_д / M_3 = 4.1 / 4.94 = 0.83$$

$$K_{им2} = M_д / M_3 = 4.1 / 4.75 = 0.86$$

$$C_{31} = 82000 \text{ руб.}, \quad C_{32} = 32500 \text{ руб.},$$

$$A_1 = 2 \cdot C_{31} = 82000 \cdot 2 = 164000 \text{ руб.} \quad A_2 = 2 \cdot C_{32} = 32500 \cdot 2 = 65000 \text{ руб.}$$

$$C_{зпр1} = \frac{C_3}{K_{имп}} + \left(\frac{1}{K_{имп}} - 1 \right) \cdot A - \left(\frac{1}{K_{имп}} - 1 \right) \cdot mB =$$

$$= \frac{82000}{0,8} + \left(\frac{1}{0,8} - 1 \right) \cdot 164000 - \left(\frac{1}{0,8} - 1 \right) \cdot 0,85 \cdot 4500 = 142544 \text{ руб.}$$

$$C_{зпр2} = \frac{32500}{0,5} + \left(\frac{1}{0,5} - 1 \right) \cdot 65000 - \left(\frac{1}{0,5} - 1 \right) \cdot 0,85 \cdot 4500 = 126175 \text{ руб.}$$

$$C_{ум1} = \frac{C_{з1} \cdot M_{з1}}{1000} = \frac{142544 \cdot 4,94}{1000} = 704 \text{ руб.}$$

$$C_{ум2} = \frac{C_{з2} \cdot M_{з2}}{1000} = \frac{126175 \cdot 4,75}{1000} = 599 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по данной зависимости представлены в таблице 8.

Технико-экономическое обоснование способа получения заготовки

Таблица 8

| № | Показатель | Обозначение | Единицы измерения | Вариант | |
|---|--|----------------------|-------------------|---------|--------|
| | | | | 1 | 2 |
| 1 | Масса заготовки | M_3 | кг | 4,94 | 4,75 |
| 2 | Коэффициент использования материала | $K_{им} = M_д / M_3$ | | 0,83 | 0,86 |
| 3 | Себестоимость тонны заготовок | C_3 | тыс.руб. | 82000 | 32500 |
| 4 | Стоимость снятия тонны стружки при предварительной обработке заготовки | A | тыс.руб. | 164000 | 65000 |
| 5 | Коэффициент полноты сдачи стружки | M | | 0,85 | 0,85 |
| 6 | Заготовительная цена на тонну стружки | B | тыс.руб. | 4500 | 4500 |
| 7 | Себестоимость тонны заготовок после предварительной обработки | $C_{зпр}$ | тыс.руб. | 142544 | 126175 |

| | | | | | |
|---|-------------------------------|----------|------|-----|-----|
| 8 | Себестоимость одной заготовки | $C_{шт}$ | руб. | 704 | 599 |
|---|-------------------------------|----------|------|-----|-----|

Метод получения заготовки поковка на горячая объемная штамповка на горизонтально-ковочных машин, т.к. Себестоимость одной заготовки $C_{шт}$, ниже и лучше коэффициент использования материала $K_{им}$; класс точности поковки T_4 , группа материала $M1$, степень сложности $C1$, индекс 9.

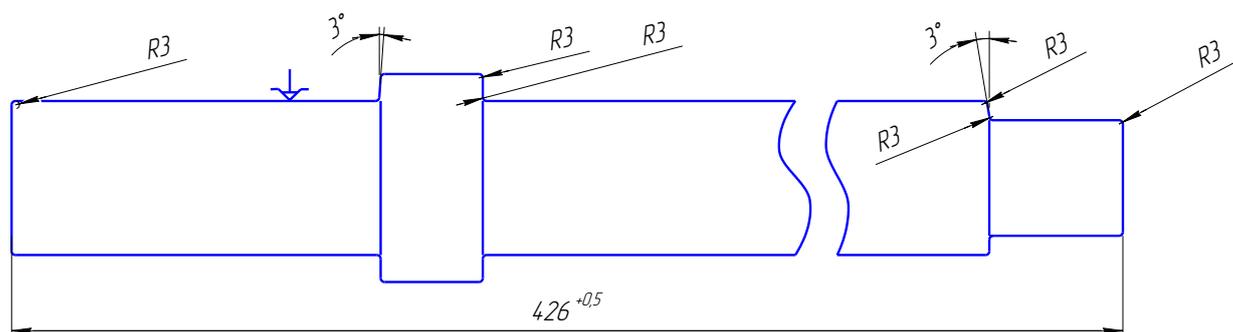
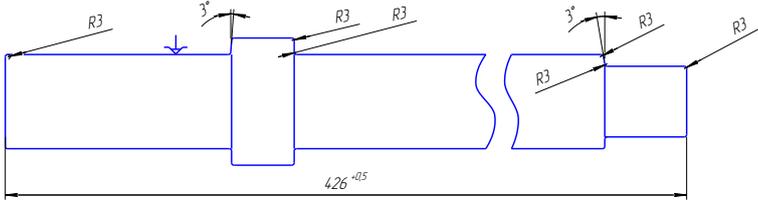
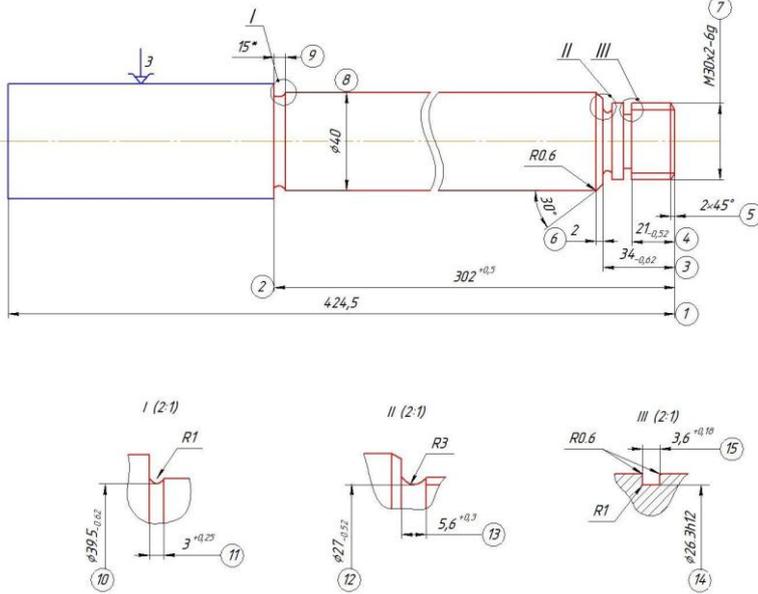
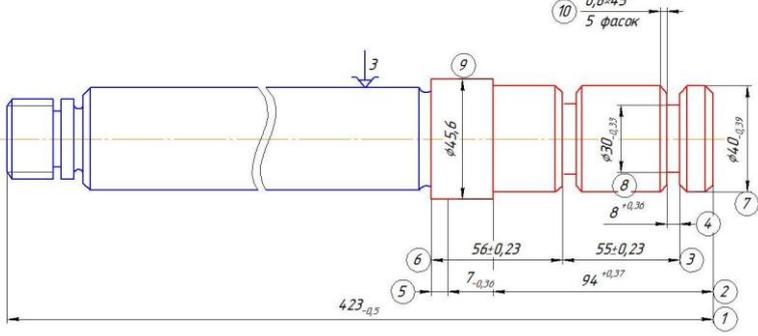
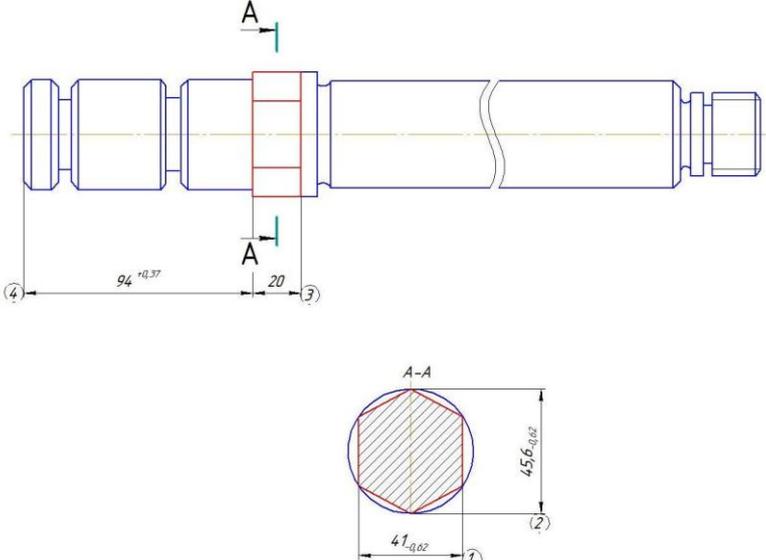
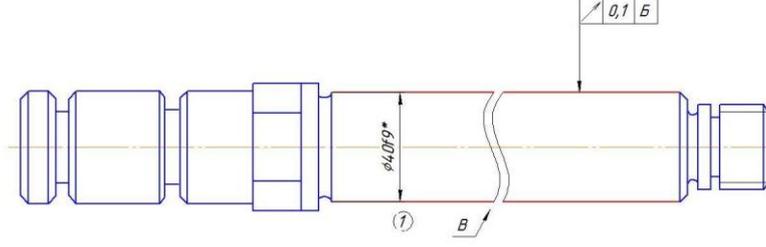
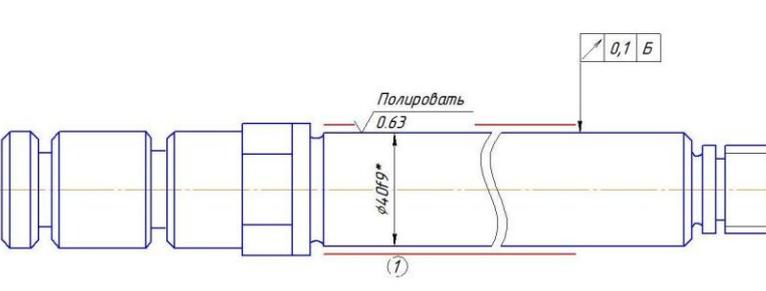


Рисунок 2 – Заготовка

5. Разработка маршрутной технологии изготовления штока

Таблица 9 - Маршрутная технология предлагаемого технологического процесса

| Номер операции | Наименование операции | Оборудование |
|----------------|-----------------------------|--|
| 001 | Заготовительная (штамповка) |  |
| 005 | Токарная с ЧПУ |  |
| 010 | Токарная с ЧПУ |  |

| | | |
|-----|---------------|--|
| 015 | Фрезерный |  |
| 018 | Шлифовальная |  |
| 020 | Полировальная |  |
| 025 | Контроль | Стол контрольный |

6 Построение размерной схемы технологического процесса и графа технологических размерных цепей

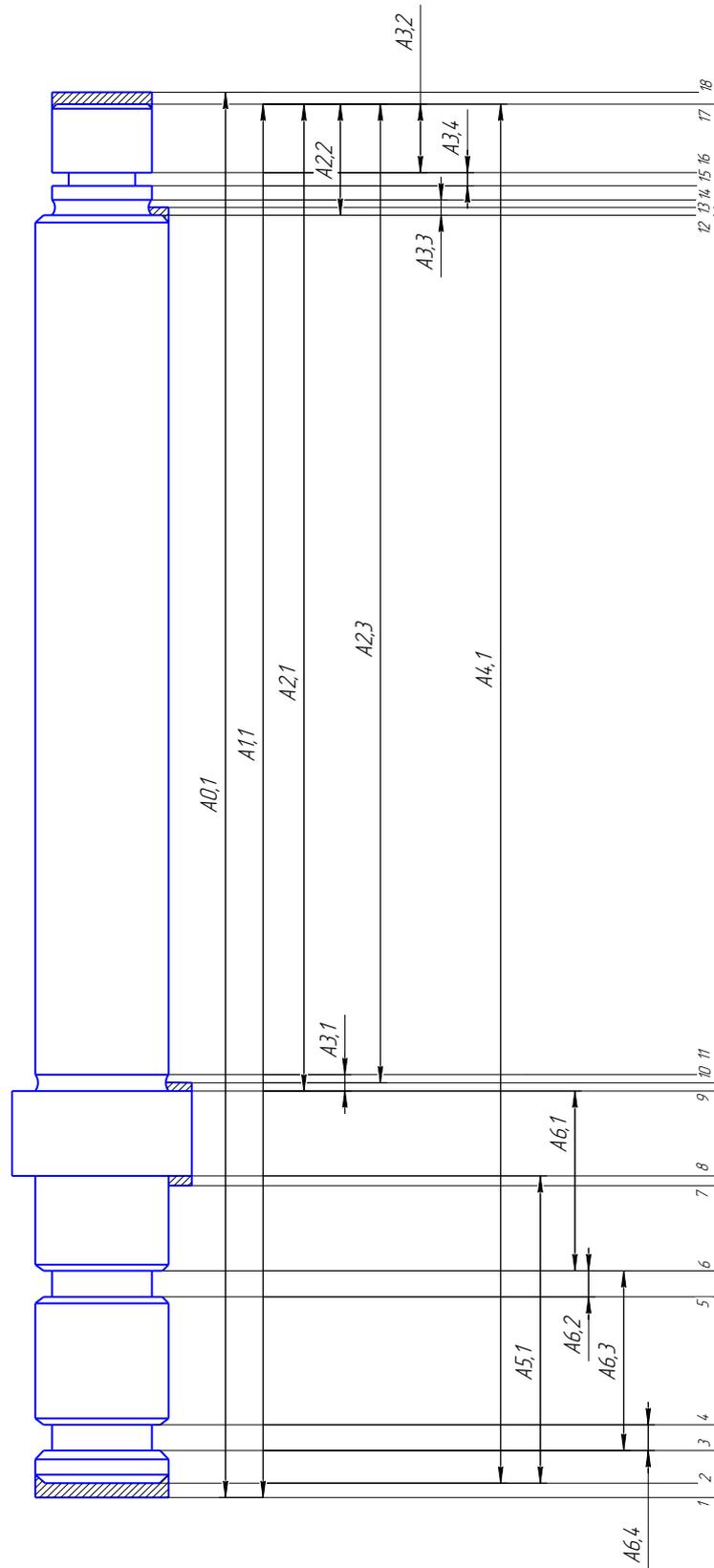


Рис. 3. Размерная схема технологического процесса (осевое направление)

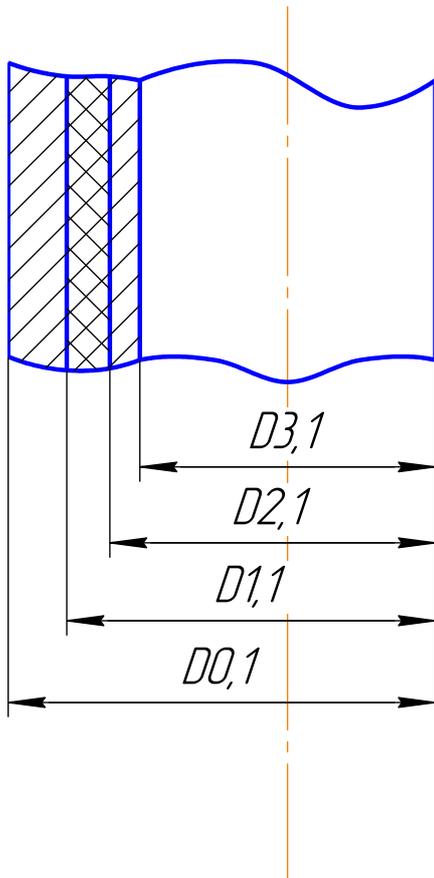


Рис. 4. Размерная схема технологического процесса (диаметральное направление)

Правильность построения размерной схемы проверяется так:

- число технологических размеров должно быть не единицу меньше числа поверхностей;

Число технологических размеров $A = 17$;

Число поверхностей 18.

- сумма конструкторских размеров и размеров припусков должно быть равно числу технологических размеров;

Сумма конструкторских размеров и припусков равна 17;

Число технологических размеров $A = 17$.

Построение графа технологических размерных цепей

Для облегчения решения этой задачи целесообразно построить граф-дерево технологических размерных цепей.

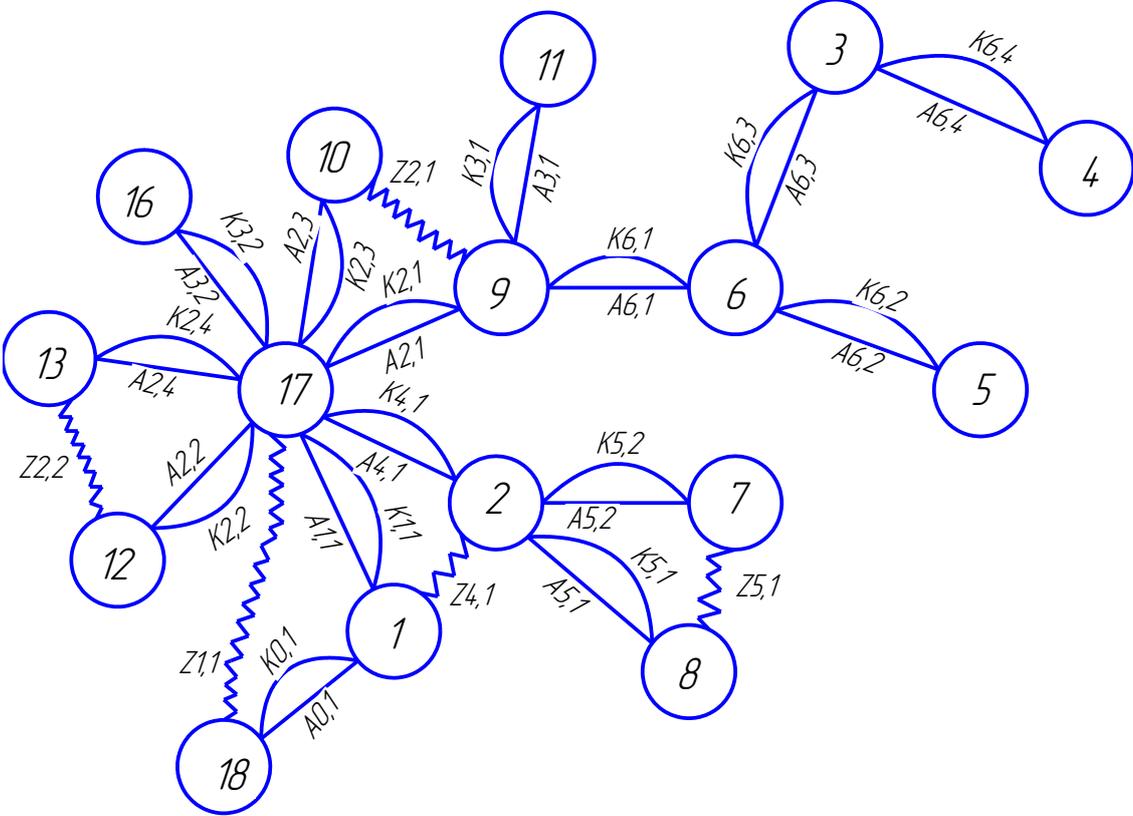


Рис. 5. Граф технологических размерных цепей (осевое направление)

7 Определение допусков на конструкторские и технологические размеры

Допуски на конструкторские размеры:

$$TK_1 = 0,5 \text{ мм};$$

$$TD_{31} = 0,062 \text{ мм};$$

$$TK_{21} = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_{22} = 0,5 \text{ мм};$$

$$TK_{31} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{32} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_{33} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_{34} = 0,18 \text{ мм};$$

$$TK_{41} = 0,5 \text{ мм};$$

$$TK_{51} = 0,37 \text{ мм};$$

$$TK_{61} = 0,23 \text{ мм};$$

$$TK_{62} = 0,36 \text{ мм};$$

$$TK_{63} = 0,23 \text{ мм};$$

$$TK_{64} = 0,36 \text{ мм};$$

Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными стати-

стической погрешности [1, с. 38]:

$$TD_i = \omega_c;$$

где ω_c – статистическая погрешность, мм.

Тогда назначаем допуски на, руководствуясь [1, с. 73 П1].

$$TD_{31} = \omega_c = 0,062 \text{ мм};$$

Допуск на прокат назначаем по ГОСТ 859-2001, в зависимости от диаметра и точности изготовления проката.

5.1.1. Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры принимаем равными из [1, с. 36]:

$$TA_i = \omega_c + \rho_u;$$

где ω_c – статистическая погрешность, мм;

ρ_u – пространственное отклонения измерительной (технологической базы).

$$TA_{11} = \omega_c + \rho_u = 0,2 + 0,48 = 0,68 \text{ мм};$$

Допуски на расстояния между поверхностями, обработанными с одной установки, могут быть приняты равными статистической погрешности;

$$TA_{01} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{11} = \omega_C = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{21} = \omega_C = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{22} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{23} = \omega_C = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{31} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{32} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{33}^* = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{34} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{41} = \omega_C + \varepsilon_y = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм};$$

$$TA_{52} = \omega_C = 0,17 \text{ мм};$$

$$TA_{61} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{62} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{63} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{64} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

Проверяем условия $TK \geq TA$;

Конструкторские размеры, которые выдерживаются непосредствен-

но:

$$TK_1 = 0,5 \text{ мм} \geq TA_{01} = \omega_C = 0,2 \text{ мм};$$

$$TK_{21} = 0,62 \text{ мм} \geq TA_{21} = \omega_C = 0,2 \text{ мм};$$

$$TK_{22} = 0,5 \text{ мм} \geq TA_{22} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_{31} = 0,25 \text{ мм} \geq TA_{31} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_{32} = 0,52 \text{ мм} \geq TA_{32} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_{33} = 0,3 \text{ мм} \geq TA_{33}^* = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_{34} = 0,18 \text{ мм} \geq TA_{34} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_{41} = 0,5 \text{ мм} \geq TA_{41} = \omega_C + \varepsilon_y = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм};$$

$$TK_{61} = 0,23 \text{ мм} \geq TA_{61} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_{62} = 0,36 \text{ мм} \geq TA_{62} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_{63} = 0,23 \text{ мм} \geq TA_{63} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_{64} = 0,36 \text{ мм} \geq TA_{64} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

Расчет припусков

Определим минимальный припуск $z_{11 \min}$ на обработку

$$z_{11 \min} = R_z + h + \rho_i; \quad (1)$$

Принимаем $R=200$; $h=300$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_\pi; \quad (2)$$

Принимаем: $\rho_\phi = 50$; $\rho_\pi = 100$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_\pi = 100 + 25 = 150 \text{ мкм};$$

$$z_{11 \min} = R_z + h + \rho_i = 200 + 300 + 150 = 650 \text{ мм};$$

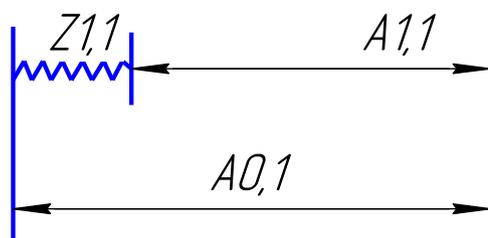


Рис. 6. Технологическая размерная цепь

Определим максимальный припуск $z_{11 \max}$ из технологической раз-

мерной цепи представленной на рис. 6:

$$z_{11 \max} = z_{11 \min} + TA_{11} + TA_{11} = 1,25 \text{ мм};$$

$$z_{11}^c = \frac{z_{21 \max} + z_{21 \min}}{2} = \frac{1,25 + 375}{2} = 0,95 \text{ мм};$$

Определим минимальный припуск $z_{21 \min}$ на обработку

$$z_{21 \min} = R_z + h + \rho_i;$$

Принимаем $R=200$; $h=300$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_\pi;$$

Принимаем: $\rho_\phi = 25$; $\rho_\pi = 75$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_\pi = 25 + 75 = 100 \text{ мкм};$$

$$z_{21 \min} = R_z + h + \rho_i = 200 + 300 + 100 = 0,6 \text{ мм};$$

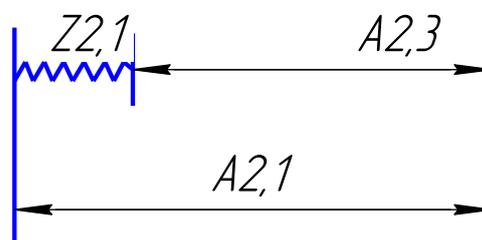


Рис. 7. Технологическая размерная цепь

Определим максимальный припуск $z_{21 \max}$ из технологической раз-

мерной цепи представленной на рис.7:

$$z_{21 \max} = z_{21 \min} + TA_{11} + TA_{01} = 1,2 \text{ мм};$$

$$z_{11}^c = \frac{z_{11 \max} + z_{11 \min}}{2} = \frac{1,2 + 0,6}{2} = 0,9 \text{ мм};$$

Определяем минимальный припуск $z_{12 \min}$ на обработку по формуле (1):

$$z_{22 \min} = R_z + h + \rho_i;$$

Принимаем $R=200$; $h=300$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_\pi;$$

Принимаем: $\rho_\phi = 50$; $\rho_\pi = 100$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_\pi = 50 + 100 = 150 \text{ мкм};$$

$$z_{22 \text{ min}} = R_z + h + \rho_i = 200 + 300 + 150 = 0,65 \text{ мм};$$

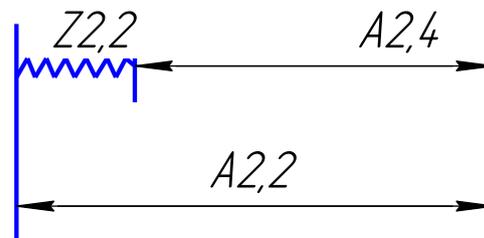


Рис. 8. Технологическая размерная цепь

Определим максимальный припуск $z_{22 \text{ max}}$ из технологической размерной цепи представленной на рис. 8:

$$z_{22 \text{ max}} = z_{22 \text{ min}} + TA_{18} + TA_{13} = 0,364 \text{ мм};$$

$$z_{22}^c = \frac{z_{22 \text{ max}} + z_{22 \text{ min}}}{2} = \frac{1,25 + 0,65}{2} = 0,95 \text{ мм};$$

Определим минимальный припуск $z_{41 \text{ min}}$ на обработку

$$z_{41 \text{ min}} = R_z + h + \rho_i;$$

Принимаем $R=200$; $h=300$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_\pi;$$

Принимаем: $\rho_\phi = 50$; $\rho_\pi = 100$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_\pi = 50 + 100 = 150 \text{ мкм};$$

$$z_{51 \text{ min}} = R_z + h + \rho_i = 200 + 300 + 150 = 0,65 \text{ мм};$$

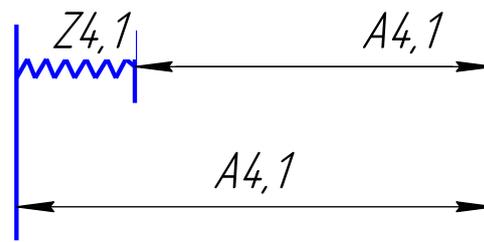


Рис. 9. Технологическая размерная цепь

Определим максимальный припуск $Z_{41 \max}$ из технологической размерной цепи представленной на рис. 9:

$$Z_{41 \max} = Z_{41 \min} + TA_{114} + TA_{113} = 1,25 \text{ мм};$$

$$Z_{41}^c = \frac{Z_{41 \max} + Z_{41 \min}}{2} = \frac{0,65 + 1,25}{2} = 0,95 \text{ мм}.$$

Определим минимальный припуск $Z_{51 \min}$ на обработку

$$Z_{51 \min} = R_z + h + \rho_i;$$

Принимаем $R=200$; $h=300$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_\pi;$$

Принимаем: $\rho_\phi = 25$; $\rho_\pi = 75$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_\pi = 25 + 75 = 100 \text{ мкм};$$

$$Z_{51 \min} = R_z + h + \rho_i = 200 + 300 + 100 = 0,6 \text{ мм};$$

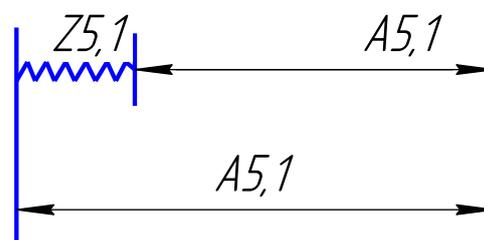


Рис. 10. Технологическая размерная цепь

Определим максимальный припуск $Z_{41 \max}$ из технологической размерной цепи представленной на рис. 10:

$$Z_{51 \max} = Z_{51 \min} + TA_{114} + TA_{113} = 1 \text{ мм};$$

$$z_{51}^c = \frac{z_{51 \max} + z_{51 \min}}{2} = \frac{0,6 + 1}{2} = 0,8 \text{ мм.}$$

Определяем минимальный припуск $z_{1 \min}$ на обработку в диаметральной
направлении

$$z_{1 \min} = 2 \left(Rz + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2} \right) = 2 \left(200 + 300 + \sqrt{0,36^2 + 420^2} \right) = \\ = 1,2 \text{ мм.}$$

$$z_{1 \max} = TD_{01} + TD_{11} + z_{1 \min} = 1,2 + 0,2 + 0,2 = 1,6 \text{ мм}$$

$$z_1^c = \frac{z_{1 \max} + z_{1 \min}}{2} = \frac{1,6 + 1,2}{2} = 1,4 \text{ мм}$$

Определяем минимальный припуск $z_{2 \min}$ на обработку в диаметральной
направлении

$$z_{2 \min} = 2 \left(Rz + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2} \right);$$

$$z_{2 \min} = 2 \left(Rz + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2} \right) = 2(0,05 + 0,05 + 0,01) = \\ = 0,2 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \max} = TD_{11} + TD_{12} + z_{2 \min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм}$$

$$z_2^c = \frac{z_{2 \max} + z_{2 \min}}{2} = \frac{0,2 + 0,26}{2} = 0,23 \text{ мм}$$

Определяем минимальный припуск $z_{3 \min}$ на обработку в диаметральной
направлении

$$z_{3 \min} = 2 \left(Rz + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2} \right);$$

$$z_{3 \min} = 2 \left(Rz + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2} \right) = 2(0,01 + 0,02) = \\ = 0,06 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = TD_{21} + TD_{31} + z_{3 \min} = 0,06 + 0,08 = 0,14 \text{ мм}$$

$$z_3^c = \frac{z_{3 \max} + z_{3 \min}}{2} = \frac{0,06 + 0,18}{2} = 0,07 \text{ мм}$$

Определим технологические размеры

Рассматриваем размерные цепи с одним неизвестным технологическим размером и используем способ средних значений, в итоге определяем его номинальное значение и предельные отклонения.

Определим из размерной цепи №6, технологический размер A_{114} . Для этого рассчитаем его среднее значение

$$A_{11}^c = A_{01}^c - z_{11}^c = 426 - 0,95 = 425,05 \text{ мм};$$

Окончательно запишем $A_{11} = 425 \pm 0,25 \text{ мм}$ (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Определим из размерной цепи, технологический размер A_{18} . Для этого рассчитаем его среднее значение

$$A_{23}^c = A_{21}^c - z_{22}^c = 301,5 - 0,9 = 300,6 \text{ мм};$$

Окончательно запишем $A_{23} = 300,6 \pm 0,1 \text{ мм}$ (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

$$D_{31}^c = 39,969 \text{ мм};$$

$$D_{21}^c = D_{31}^c + z_3^c = 39,969 + 0,07 = 40,039 \text{ мм};$$

Окончательно запишем $D_{21} = 40,04_{-0,052} \text{ мм}$ (размер относится к ва-

лам).

$$D_{11}^c = D_{21}^c + z_2^c = 40,15 + 0,23 = 40,4 \text{ мм};$$

Окончательно запишем $D_{18} = 40,5_{-0,15}$ мм (размер относится к ва-

лам).

$$D_{01}^c = D_{11}^c + z_1^c = 40,5 + 1,4 = 41,9 \text{ мм};$$

Окончательно запишем $D_{18} = 42,4_{-0,5}$ мм (размер относится к ва-

лам).

Расчет припусков на обработку операционных и исходных размеров заготовки.

Произведем расчет припусков расчетно-аналитическим методом для поверхности: $\phi 40f9_{+0.02}^{+0.021}$.

Базирование осуществляется в кулачках.

Заготовка – штамповка: IT 10, Rz + h = 40+60=100 мкм

1 Технологический маршрут обработки поверхности $\phi 40f9_{+0.02}^{+0.021}$ по переходам:

1-й переход: черновое точение, IT 12, Rz = 100 мкм, h = 100 мкм;

2-й переход: получистовое точение, IT 10, Rz = 50 мкм, h = 50 мкм;

3-й переход: чистовое точение, IT 9, Rz = 25 мкм, h = 25 мкм;

2 Пространственное отклонение формы поверхности заготовки

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2};$$

где $\rho_{см}$ - смещение оси шейки относительно общей оси;

$$\rho_{см} = 0,5 \text{ мм}; \text{ (таблица П5);}$$

$\rho_{кор}$ - коробление (кривизна) поковки;

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot l;$$

где Δ_k - удельная кривизна заготовки, $\Delta_k = 4$ мкм/мм;

L – толщина заготовки ($l=L/2=14/2=7$ т.к. максимальная кривизна

возможна посреди заготовки):

$$p_{кор} = 4 \cdot 7 = 28 \text{ мкм}$$

$\rho_{ц}$ - погрешность центрирования:

$$\rho_{ц} = \sqrt{\left(\frac{\delta_3}{2}\right)^2 + 0,25^2};$$

где δ_c - допуск на диаметральный размер поверхности поковки, используемой в качестве базовой на токарной операции, $\delta_c = 2,4$ мм;

$$p_{ц} = \sqrt{\left(\frac{2,4}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 1,26 \text{ мм}$$

$$p_{кор} = \sqrt{0,5^2 + 0,120^2 + 1,26^2} = 1,36 \text{ мм}$$

Остаточное пространственное отклонение после каждого перехода

$$\rho_{ост} = K_y \times \rho_3$$

где K_y – коэффициент уточнения формы на рассматриваемом переходе;

1-й переход: $K_y = 0,06$, $p_{ост} = 0,06 \cdot 1360 = 81,6 \text{ мкм}$;

2-й переход: $K_y = 0,05$, $p_{ост} = 0,05 \cdot 1360 = 68 \text{ мкм}$;

3-й переход: $K_y = 0,04$, $p_{ост} = 0,04 \cdot 1360 = 54,4 \text{ мкм}$

Термообработка: $\rho_{\delta} = \sqrt{\rho_E^2 + \rho_{\delta-1}^2}$;

где ρ_k - коробление детали после ТО;

$\rho_{\delta-1}$ - отклонение детали на операции, предшествующей термообработке;

$$p_{то} = \sqrt{81,6^2 + 54,4^2} = 98 \text{ мкм}$$

3 Погрешность установки детали на каждом переходе

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}$$

где ε_{δ} – погрешность базирования;

$\varepsilon_{\delta} = 0$ (технологическая и измерительная базы совпадают);

ε_3 – погрешность закрепления;

1-й переход: $\varepsilon_3 = 80 \text{ мкм}$, $\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 80^2} = 80 \text{ мкм}$;

2-й переход: $\varepsilon_j = 0,06 \cdot 80 = 5 \text{ мкм}$, $\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 5^2} = 5 \text{ мкм}$;

3-й переход: $\varepsilon_j = 0,05 \cdot 80 = 4 \text{ мкм}$, $\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 4^2} = 4 \text{ мкм}$

4 Минимальное значение межоперационного припуска

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1});$$

где i – выполняемый переход;

1-й переход: $2Z_{1 \min} = 2 \cdot (100 + 1360) = 2 \cdot 1460 \text{ мкм}$;

2-й переход: $2Z_{1 \min} = 2 \cdot (100 + 100 + 81,6) = 2 \cdot 281,6 \text{ мкм}$;

3-й переход: $2Z_{1 \min} = 2 \cdot (50 + 50 + 98) = 2 \cdot 198 \text{ мкм}$;

Результаты заносим в таблицу №9.

1-й переход: $d_{p3} = 40,021 \text{ мм}$;

2-й переход: $d_{p2} = 40,021 + 2 \cdot 198 = 40,435 \text{ мм}$;

1-й переход: $d_{p1} = 40,435 + 2 \cdot 281,6 = 40,998 \text{ мм}$;

заготовка: $d_{p0} = 40,998 + 2 \cdot 1460 = 43,918 \text{ мм}$;

3-й переход: $d_{\min 3} = 40,021 \text{ мм}$, $d_{\max 3} = 40,021 + 0,16 = 40,199 \text{ мм}$;

2-й переход: $d_{\min 2} = 40,43 \text{ мм}$, $d_{\max 2} = 40,43 + 0,25 = 40,68 \text{ мм}$;

1-й переход: $d_{\min 1} = 40,99 \text{ мм}$, $d_{\max 1} = 40,99 + 0,62 = 40,61 \text{ мм}$;

заготовка: $d_{\min 0} = 43,91 \text{ мм}$, $d_{\max 0} = 43,91 + 2,5 = 46,41 \text{ мм}$;

3-й переход: $2Z_{\max 3}^{\text{пп}} = 40,68 - 40,19 = 0,49 \text{ мм}$;

$2Z_{\min 3}^{\text{пп}} = 40,43 - 40,021 = 0,391 \text{ мм}$;

2-й переход: $2Z_{\max 2}^{\text{пп}} = 41,61 - 40,68 = 0,93 \text{ мм}$;

$2Z_{\min 2}^{\text{пп}} = 40,99 - 40,43 = 0,56 \text{ мм}$;

1-й переход: $2Z_{\max 1}^{\text{пп}} = 46,41 - 40,61 = 4,8 \text{ мм}$;

$2Z_{\min 1}^{\text{пп}} = 43,91 - 40,99 = 2,92 \text{ мм}$;

Общий минимальный припуск определяем как сумму минимальных промежуточных припусков:

$2Z_{\min}^{\circ} = 0,391 + 0,56 + 2,92 = 3,871 \text{ мм}$;

Общий максимальный припуск определяем как сумму максимальных про-

межуточных припусков:

$$2Z^{\circ}_{\max} = 0,49 + 0,93 + 4,8 = 6,22 \text{ мм};$$

Общий номинальный припуск

$$2Z^{\circ}_{\text{ном}} = 2Z^{\circ}_{\min} + H_3 - H_D;$$

где H_3 – нижнее отклонение допуска заготовки;

$$H_3 = 0,8 \text{ мм};$$

H_D – нижнее отклонение допуска детали = 0 мм;

$$2Z^{\circ}_{\text{ном}} = 3,871 + 0,8 = 4,671 \text{ мм};$$

Номинальный диаметр заготовки определяем как сумму номинального диаметра детали и общего номинального припуска

$$d_{\text{ном0}} = 40 + 4,671 = 44,671 \text{ мм}$$

Проверяем правильность выполненных расчетов

$$2Z_{\max i}^{\text{пр}} - 2Z_{\min i}^{\text{пр}} = \delta d_{i-1} - \delta d_i$$

$$1\text{-й переход: } 4,8 - 2,92 = 2,5 - 0,62 \text{ или } 1,88 = 1,88 \text{ (верно);}$$

$$2\text{-й переход: } 0,93 - 0,56 = 0,62 - 0,25 \text{ или } 0,37 = 0,37 \text{ (верно);}$$

$$3\text{-й переход: } 0,49 - 0,391 = 0,25 - 0,16 \text{ или } 0,09 = 0,09 \text{ (верно);}$$

$$2Z^{\circ}_{\max} - 2Z^{\circ}_{\min} = \delta d_0 - \delta d_3$$

$$6,22 - 3,871 = 2,5 - 0,16 \text{ или } 2,34 = 2,34 \text{ (верно);}$$

Так как условия уравнений выполняются, то расчет межоперационных припусков произведен правильно.

Таблица 11 – Расчет припусков для наружной поверхности $\phi 40f9^{(+0.021)}_{+0.02}$.

| Технологические переходы обработки поверхности $\phi 40f9^{(+0.021)}_{+0.02}$ | Элементы припуска, мкм | | | | Расчетный припуск $2Z_{\min}$ мкм | Расчетный размер d_p мм | Допуск на размер d_i мм | Предельный размер, мм | | Предельные значения припусков, мм | |
|--|------------------------|-----|--------|------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-----------------------------------|-------------|
| | Rz | h | ρ | ϵ | | | | d_{\min} | d_{\max} | $2Z_{\min}^{\text{п}}$ | $2Z_{\max}$ |
| Заготовка | 100 | | 1460 | 0 | - | 46,41 | 2,5 | 43,91 | 46,41 | - | - |
| Черновое точение | 100 | 100 | 81,6 | 80 | 2 · 1460 | 41,61 | 0,62 | 40,99 | 41,61 | 2,92 | 4,8 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----|----|------|---|---------|-------|------|--------|-------|-------|------|
| Получистовое точечное | 50 | 50 | 68 | 5 | 2·281,6 | 40,68 | 0,25 | 40,43 | 40,68 | 0,56 | 0,93 |
| Чистовое точечное+ТО | 25 | 25 | 54,4 | 4 | 2·198 | 40,19 | 0,16 | 40,021 | 40,19 | 0,391 | 0,49 |
| Общий припуск $2Z_0$ | | | | | | | | | | 3,871 | 6,22 |

8 Расчет режимов резания.

Деталь крепится в трехкулачковом патроне.

Материал– сталь 40х.

Базирование: по торцу - установочная база и по наружному диаметру с центрированием и закреплением в кулачках - двойная опорная база.

Исходные данные:

станок – токарный с ЧПУ Hyundai L300LA

инструменты - резцы токарные, геометрические параметры: $f = 94^\circ$, $a = 5$, $g = 12^\circ$,

материал - твердый сплав T15K6;

приспособление – патрон трехкулачковый с пневматическим приводом клиновой;

обработка производится за один проход, с охлаждением.

1 Чистовая подрезка торца

Глубина резания $t = z_{11} = 1$ мм.

Припуск z_{11} делим на два прохода $t_1 = 0,5$ мм, $t_2 = 0,5$ мм.

Подача при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (табл. 14) [3, с.366].

Назначаем подачу на подрезку торца: $s = 0,25$ мм/об, шероховатость получаемая на данной операции $Rz = 20$.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с.178] – твердый сплав T15K6

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном поперечном точении рассчитывается по эмпирическим формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S_y} * K_v,$$

где C_v -коэффициент $C_v = 182$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 4) [3. с.360], состояние поверхности $K_{pv} = 0,9$ (табл. 5) [3. с.361], материал инструмента $K_{nv} = 1$ (табл. 6) [3. 361].

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{nv} = 1 * 0,9 * 1 = 0,9,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{182}{30^{0,23} * 0,5^{0,12} * 0,25^{0,3}} * 0,9 = 123,401 \text{ М/МИН};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 123,401}{3,14 * 32} = 1230 \frac{\text{об}}{\text{МИН}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 2000 \frac{\text{об}}{\text{МИН}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 32 * 2000}{1000} = 201 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}.$$

Определяем силы резания;

$$P_{z,x,y} = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp}K_{фp}K_{γp}K_{λp}K_{гp}$), учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp}K_{фp}K_{γp}K_{λp}K_{гp} = 1,7 * 1 * 1,15 * 1 * 0,93 = 2,65$$

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p =$$

$$= 10 * 55 * 0,5^1 * 0,25^{0,66} * 201^0 * 2,65 = 603 \text{ Н};$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{603 * 201}{1020 * 60} = 1,98 \text{ кВт.}$$

2 токарная обработка по контуру.

Режущий инструмент: пластина 196613-0362-120612 T15K6 ГОСТ 19048-80.

Глубина резания $t=1,2$ мм .

Подача на оборот $S_o=0,4$ мм/об, принимаем согласно рекомендациям [8] для черного точения углеродистых сталей.

Стойкость инструмента $T=50$ мин.

Скорость резания при точении определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где C_v , m , x , y – эмпирические коэффициенты.

Значения коэффициентов и показателей степени определяем по [5]:

$C_v = 290$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,2$; $T = 50$ мин.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пv} \cdot K_{ив},$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n = 1 \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,77,$$

где $K_{MV}=0,77$ – коэффициент, учитывающий марку обрабатываемого материала (сталь 45);

$K_{PV}=0,9$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности, в данном случае это поперечно-клиновой прокат;

$K_{IV}=1$ – коэффициент, показывающий, что Сталь 45 обрабатываем инструментом из твердого сплава.

$$K_v = 0,77 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,7;$$

$$V = \frac{290}{50^{0,2} \cdot 1,2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,7 = 124 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 124}{3,14 \cdot 40} = 987 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем ближайшую меньшую частоту согласно паспорта станка $n=2000 \text{ мин}^{-1}$.

Определим действительную скорость резания:

$$V_d = \frac{\pi \cdot n \cdot D}{1000},$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 1000 \cdot 30}{1000} = 94,2 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача:

$$S_M = S_o \cdot n = 0,4 \cdot 1000 = 400 \text{ мм/мин.}$$

Длина рабочего хода:

$$L_{p.x.}=l_1+L+l_2,$$

где l_1 – длина врезания инструмента, мм;

l_2 – длина перебега инструмента, мм;

L – длина, мм.

$$L_{p.x.}= 2+65+2=69 \text{ мм.}$$

Основное время:

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot S} = \frac{69}{1000 \cdot 0.26} = 0.4 \text{ мин}$$

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z, P_y, P_x).

При наружном продольном точении:

$$P_{z, y, x} = C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P, \text{ [Н]}, \quad (6.3)$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{M_p} \times K_{\varphi_p} \times K_{\gamma_p} \times K_{\lambda_p} \times K_{R_p}, \quad (6.4)$$

где K_{M_p} - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания. Для стали 45 предел прочности на растяжение $\sigma_B=42 \text{ кГ/мм}^2$, поэтому K_{M_p} [1, табл. 21];

K_{φ_p} - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания;

K_{γ_p} - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания;

K_{λ_p} - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей

кромки λ на силу резания;

K_{Rp} - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания;

Для рассматриваемого чернового точения наружной поверхности $\text{Ø}50\text{h}14$ наибольшая глубина резания $t = t_{\max} = 1,2$ мм. Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 20 [1]

$$P_z = 10 \times 300 \times 3^{-1} \times 0,5^{0,75} \times 145^{-0,15} \times 0,66 = 1674,2 \text{ Н};$$

$$P_y = 10 \times 243 \times 3^{0,9} \times 0,5^{0,6} \times 145^{-0,3} \times 0,492 = 476,378 \text{ Н};$$

$$P_x = 10 \times 339 \times 3^{-1} \times 0,5^{0,5} \times 145^{-0,4} \times 0,87 = 854,629 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}] \quad (6.5)$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

В нашем случае при черновой обточке $\text{Ø}50\text{h}14$:

$$N = \frac{1674,2 \cdot 94,2}{1020 \cdot 60} = 2,58 \text{ кВт}.$$

Мощность главного привода движения станка 7,5 кВт. Мощность электродвигателя станка достаточна для выполнения операции.

3 токарная обработка по контуру.

Режущий инструмент: пластина 196613-0362-120612 T15K6 ГОСТ 19048-80.

Глубина резания $t=1$ мм .

Подача на оборот $S_o=0,5$ мм/об, принимаем согласно рекомендациям [8] для точения углеродистых сталей.

Стойкость инструмента $T=60$ мин.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где C_v , m , x , y – эмпирические коэффициенты.

Значения коэффициентов и показателей степени определяем по [5]:

$$C_v = 290; x = 0,15; y = 0,35; m = 0,2; T = 50 \text{ мин.}$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV},$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n = 1 \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,77,$$

где $K_{MV}=0,77$ – коэффициент, учитывающий марку обрабатываемого материала (сталь 40х);

$K_{PV}=0,9$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности, в данном случае это горячая штамповка;

$K_{IV}=1$ – коэффициент, показывающий, что Сталь 40х обрабатываем инструментом из твердого сплава.

$$K_v = 0,77 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,7;$$

$$V = \frac{290}{50^{0,2} \cdot 1,2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,7 = 124 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 124}{3,14 \cdot 30} = 987 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем ближайшую меньшую частоту вращения согласно паспорта станка $n=2000 \text{ мин}^{-1}$.

Уточняем действительную скорость резания:

$$V_d = \frac{\pi \cdot n \cdot D}{1000},$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 1000 \cdot 40}{1000} = 125,6 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача:

$$S_M = S_o \cdot n = 0,4 \cdot 1000 = 400 \text{ мм/мин.}$$

Длина рабочего хода:

$$L_{p.x.} = l_1 + L + l_2,$$

где l_1 – длина врезания инструмента, мм;

l_2 – длина перебега инструмента, мм;

L – длина, мм.

$$L_{p.x.} = 2 + 302 + 2 = 306 \text{ мм.}$$

Основное время:

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot S} = \frac{306}{1000 \cdot 0,26} = 1,18 \text{ мин}$$

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z, P_y, P_x).

При наружном продольном точении:

$$P_{z, y, x} = C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P, \text{ [Н]}, \quad (6.3)$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{fp} \times K_{yp} \times K_{lp} \times K_{Rp}, \quad (6.4)$$

где $K_{Mр}$ - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания. Для стали 45 предел прочности на растяжение $\sigma_b=42 \text{ кГ/мм}^2$, поэтому $K_{Mр}$ [1, табл. 21];

$K_{\phiр}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане ϕ на силу резания;

$K_{\gammaр}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания;

$K_{\lambdaр}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания;

$K_{Rр}$ - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания;

Для рассматриваемого чернового точения наружной поверхности $\text{Ø}40\text{h}14$ наибольшая глубина резания $t = t_{\max} = 1,2 \text{ мм}$. Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 20 [1]

$$P_z = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,5^{0,75} \times 145^{-0,15} \times 0,66 = 1674,2 \text{ Н};$$

$$P_y = 10 \times 243 \times 3^{0,9} \times 0,5^{0,6} \times 145^{-0,3} \times 0,492 = 476,378 \text{ Н};$$

$$P_x = 10 \times 339 \times 3^1 \times 0,5^{0,5} \times 145^{-0,4} \times 0,87 = 854,629 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}] \quad (6.5)$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

В нашем случае при черновой обточке $\text{Ø}50\text{h}14$:

$$N = \frac{1674,2 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 3,44 \text{ кВт}.$$

Мощность главного привода движения станка 7,5 кВт. Мощность электродвигателя станка достаточна для выполнения операции.

4 Точение канавки до $\phi 40$ мм

1. Выбираем значение подачи $s = 0,16$ мм/об, (табл. 15), [3. с.366].
2. Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * S^y} * K_v,$$

где C_v -коэффициент $C_v = 290$;

m, y – показатели степени $m = 0,23$; $y = 0,25$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 4) [3. с.360], состояние поверхности $K_{pv} = 0,9$ (табл. 5) [3. с.361], материал инструмента $K_{nv} = 1$ (табл. 6) [3. 361].

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{nv} = 1 * 0,9 * 1 = 0,9,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * S^y} * K_v = \frac{182}{30^{0,23} * 0,5^{0,25}} * 0,9 = 192,589 \text{ М/МИН};$$

3. Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 192,589}{3,14 * 39} = 1573 \frac{\text{об}}{\text{МИН}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 2000 \frac{\text{об}}{\text{МИН}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 39 \cdot 2000}{1000} = 251 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

5 Шлифование

Требуется провести чистовое шлифование цилиндрического вала размером $\varnothing 40 \times 260$ мм ($d_3 \times L_{\text{шл}}$) из стали, используя шлифовальный круг $\varnothing 500 \times 80$ мм ($D_k \times B_k$).

определяем фактическую рабочую скорость резания (Частота вращения шлифовального круга берется из паспортных данных станка):

$$V_k = 3,14 \cdot 500 \cdot 1200 / 1000 \cdot 60 = 31,4 \text{ м/с}$$

выбирается припуск на обработку $2Z = 0,2$ мм.

в) Определяем круговую подачу $S_{кр} = 48$ и/мин и продольную минутную подачу $S_{пр} = 2500$ мм/мин. Частота вращения заготовки

$$n_3 = 1000 \cdot 48 / 3,14 \cdot 78 \approx 196 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по станку (из паспортных данных) ближайшую к расчетной частоту вращения заготовки $n_3 = 150$ об/мин.

Определяем поперечную подачу $S_n = 0,008$ мм/ход.

Основное время рассчитываем по формуле

$$T_0 = (350 + 80 + 30) \cdot 0,25 / 2500 \cdot 0,008 = 5,75 \text{ мин.}$$

6 Фрезерная операция

1. Глубина резания $t = 0.5$ мм.
2. Подача на зуб $s_z = 0,08$ мм/об. (табл. 77), [3. с. 404].
3. Определяем скорость резани м/мин – окружная скорость фрезы:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} * K_v;$$

где C_v -коэффициент $C_v = 103$;

D – диаметр фрезы, мм;

s_z – подача на зуб, мм/об;

z – число зубьев;

B – ширина фрезы, мм;

m, x, y, q, u – показатели степени $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$; $q = 0,45$; $p = 0,1$;

$u = 0,1$.

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 80 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$, состояние поверхности $K_{pv} = 0,9$, материал инструмента $K_{iv} = 1$.

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} = 1 * 0,9 * 1 = 0,9,$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} * K_v = \frac{103 * 12^{0,45}}{80^{0,23} * 0,5^{0,3} * 0,08^{0,2} * 12^{0,1} * 4^{0,1}} * 0,9 =$$

$$= 92,525 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 92,525}{3,14 * 12} = 2456 \frac{\text{об}}{\text{МИН}},$$

Принимаем частоту вращения шпинделя $n = 2000$ об/мин;

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 12 * 2000}{1000} = 75,36 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}.$$

Сила резания. Главная составляющая силы резания при фрезеровании –

окружная сила, Н.

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y V^{n_z}}{D^{q_n w}} * K_{MP} = \frac{10 * 22,6 * 0,5^{0,86} * 0,1^{0,72} * 12^0 * 4}{12^{0,86} * 1500^0} = 11.199 \text{ Н};$$

Крутящий момент, Н*м, на шпинделе

$$M_z = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{11.199 * 12}{2 * 100} = 0.672 \text{ Н * м};$$

Мощность резания, кВт.

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{11.199 * 56.52}{1020 * 60} = 0.01 \text{ кВт.}$$

7 Нарезание резьбы М30х1,5

1. Глубина $t = 1,5$ мм.
2. Подача $s = 1,5$ мм.
3. Скорость резания, м/мин, при нарезании метрической резьбы резцом из быстрорежущей стали:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} * K_v;$$

где C_v -коэффициент $C_v = 41,8$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,13$; $x = 0,45$; $y = 0,3$;

T – среднее значение периода стойкости 80 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 4) [3. с.360], коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента $K_{nv} = 1$ (табл. 6) [3. с.361], коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы (резьба нарезается одним чистовым резцом) $K_{cv} = 0,75$ [3. 431].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{cv} = 1 * 1 * 0,75 = 0,75$$

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} s^y} * K_v = \frac{41,8}{80^{0,13} 1,5^{0,45} 1,5^{0,3}} * 0,75 = 13,085 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 * 13,085}{3,14 * 30} = 138,9 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем частоту вращения $n=100$ об/мин

Тогда

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 * 30 * 100}{1000} = 9,42 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

9 Выбор средств технологического оснащения

Выбор оборудования

Токарный центр с ЧПУ Hyundai L300LA.

Таблица 10 - Технические характеристики токарного станка с ЧПУ L300LA

| Параметры | Единица измерения | Величина |
|---|-------------------|----------|
| Мах диаметр обрабатываемой детали над станиной | мм | Ø400 |
| Мах диаметр обрабатываемой детали над суппортом | мм | Ø260 |
| Мах длина обрабатываемой детали | мм | 400 |
| Мах диаметр обраб. детали | мм | Ø285 |
| Мах диаметр прутка | мм | Ø42 |
| Диаметр гидравлического патрона | мм | Ø165 |
| Тип переднего конца шпинделя | | A2-5 |
| Диаметр отверстия в шпинделе | мм | Ø57 |
| Скорость вращения шпинделя | Об/мин | 70-3000 |
| Мощность привода шпинделя | кВт | 7.5 |
| Диаметр пиноли задней бабки | мм | Ø70 |
| Ход пиноли задней бабки | мм | 80 |
| Конус пиноли | | №.4 |
| Угол наклона станины | ° | 45 |
| Перемещения X/Z | мм | 165/410 |
| Скорость перемещений X/Z | м/мин | 12/16 |

| | | |
|---|-----|---|
| Число резцов, одновременно устанавливаемых в резцедержателе | шт. | 8 |
|---|-----|---|

Универсальный сверлильно-фрезерный DMF 30/800

Станок предназначен для черновой и чистовой обработки сверлом, либо фрезой незакаленных деталей различной формы и конфигурации. Полуавтомат имеет компоновку с горизонтальной осью изделия.

Таблица 11-Технические характеристики 6P13

| | |
|---|-----------|
| Наибольший диаметр обработки, мм | 60 |
| Наибольшая длина заготовки, мм | 800 |
| Наибольшая ширина венца, мм | 250 |
| Модуль, мм | 8 |
| Наибольший номинальный делительный диаметр, мм | 250 |
| Наибольшая ширина, мм | 40 |
| Посадочный диаметр, мм | 63,5 |
| Наибольший угол поворота головки от среднего положения, град | 30 |
| Наибольшее продольное перемещение стола, мм | 250 |
| Наибольшее поперечное перемещение стола, мм | 65 |
| Наибольшее вертикальное перемещение стола, мм | 225 |
| Расстояние между осями шпинделей инструмента и изделия, мм | 120 285 |
| Наибольший угол поворота направляющих стола от среднего положения, град | -30...+90 |

| | |
|--|----------------|
| Наибольшая величина перемещения копира от нулевого положения, мм | 15 |
| Наибольший угол поворота копира, град | 45 |
| Диапазон частоты вращения шпинделя инструмента, мин-1 | 56... 60 |
| Диапазон скорости горизонтальных перемещений стола, мм/мин | 15...300 |
| Значения радиальных подач стола, мм | 0,02, 0,04 |
| » Наибольшее значение снимаемого припуска, мм | |
| при обычном шевинговании | 0,4 |
| при врезном шевинговании | ,3 |
| Величины разгружающего отскока мм | 0,02, 0,04 |
| Суммарная мощность, кВт | 6,7 |
| Габариты, мм (длина x ширина x высота) | 1750x2200x2120 |
| Масса, кг | 4700 |

Станка ОШ-660.1.Ф2

Универсальный круглошлифовальный станок ОШ-660.1.Ф2 предназначен для шлифования наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей и прилегающих к ним и торцовых поверхностей. На станке можно обрабатывать заготовки деталей типа валов, колец, втулок и т.д.

Таблица 12-Техническая характеристика станка ОШ-660.1.Ф2:

| Параметр | Значение |
|----------|----------|
|----------|----------|

| | |
|---|-----------------|
| Наибольшие размеры шлифования (длина / диаметр), мм: | |
| ОШ-660.1.Ф2 | 1100 / 240 |
| ОШ-660.1.Ф2*01 | 1000 / 50...400 |
| ОШ-660.1.Ф2*17 | 2000 / 50...400 |
| Размеры шлифовального круга (наружный диаметр x ширина x внутренний диаметр), мм: | |
| ОШ-660.1.Ф2 | 500x203x50 |
| ОШ-660.1.Ф2*01 | 500x203x23...50 |
| ОШ-660.1.Ф2*17 | 600x305x80 |
| Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт: | |
| ОШ-660.1.Ф2 | 5,0 (3,0) |
| ОШ-660.1.Ф2*01, ОШ-660.1.Ф2*17 | 11,0 (2,2) |
| Наибольшее продольное перемещение (Z), мм: | |
| ОШ-660.1.Ф2 | 1380 |
| ОШ-660.1.Ф2*01 | 2100 |
| ОШ-660.1.Ф2*17 | 2100 |
| Наибольшее поперечное перемещение (X), мм: | |
| ОШ-660.1.Ф2 | 340 |
| ОШ-660.1.Ф2*01 | 400 |
| ОШ-660.1.Ф2*17 | 340 |
| Масса станка с приставным оборудованием, кг: | |
| ОШ-660.1.Ф2 | 8000 |
| ОШ-660.1.Ф2*01 | 12000 |
| ОШ-660.1.Ф2*17 | 12000 |

10 Расчет основного времени

Расчет штучного времени и нормирование работ для операции 005 (1-й переход)

Определяем штучное время

$$T_{шт} = T_0 + T_v + T_{об} + T_{от},$$

где T_0 - основное время, мин.;

T_v - вспомогательное время, мин.;

$T_{об}$ - время на обслуживание рабочего места, мин.;

$T_{от}$ - время перерывов на отдых личные надобности.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$T_{вм} = T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из},$$

где $T_{ус}$ - время на установку и снятие детали, мин.;

$T_{зо}$ - время на закрепление и открепление детали, мин.;

$T_{уп}$ - время на приемы управления, мин.;

$T_{из}$ - время на измерение детали, мин.

$$T_{оп} = T_0 + T_v, \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места состоит:

$$T_{об} = T_{орг} + T_{тех}, \text{ мин.}$$

где $T_{орг}$ - время на организационное обслуживание рабочего места, мин. ;

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание рабочего места, мин.

Время на техническое обслуживание определяется по формуле:

$$T_{об.от} = \frac{T_{оп} \cdot P_{об.от}}{100}$$

где $P_{об.от}$ - процент затрат времени на обслуживание и отдых.

Основное время на операцию $T_0 = 0,2$ мин.

$T_{ус} = 0,07$ мин. [табл. 5.3; 3];

$T_{зо} = 0,015$ мин. [табл. 5.7; 3];

$$T_{уп} = 0,045 \text{ мин. [табл. 5.8, 5.9; 3];}$$

$$T_{из} = 0,031 \text{ мин. [табл. 5.12; 3];}$$

$$T_B = (0,07 + 0,015 + 0,045 + 0,031) = 0,161 \text{ мин.}$$

$$T_{оп} = 1,2 + 0,161 = 1,361 \text{ мин.}$$

$$T_{тех} = \frac{T_o \cdot T_{см}}{T} = \frac{1,2 \cdot 2,4}{30} = 0,096 \text{ мин}$$

$$T_{орг} = \frac{T_{оп} \cdot П_{орг}}{100} = \frac{1,361 \cdot 1}{100} = 0,013 \text{ мин}$$

$$T_{обсл} = 0,096 + 0,013 = 0,11 \text{ мин.}$$

$$T_{ом} = \frac{T_{оп} \cdot П_{ом}}{100} = \frac{1,361 \cdot 6}{100} = 0,081 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 1,2 + 0,096 + 0,11 + 0,081 = 1,49 \text{ мин.}$$

В состав подготовительно-заключительного времени входит:

- время на наладку станка и установки приспособлений - 4,2 мин [3, стр. 216];

- время на дополнительные приемы - 2,4 мин [3, стр. 217].

$$T_{п.з.} = 4,2 + 2,4 = 6,6 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к.} = 6,6/6000 + 0,403 = 0,404 \text{ мин.}$$

Остальные данные рассчитываем и сводим их в таблицу 13.

Таблица 13 - Нормы времени

| Операция | T_o | T_B | $T_{шт}$ |
|--------------------|-------|-------|----------|
| 005 Токарная с ЧПУ | 4,4 | 1,89 | 6,29 |
| 010 Токарная с ЧПУ | 2,8 | 1,69 | 4,49 |
| 015 Фрезерная | 5,21 | 0,65 | 5,86 |
| 020 Полировальная | 2,1 | 0,5 | 2,6 |
| Итого | 14,51 | 4,73 | 19,24 |

11. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления

Анализ исходных данных и разработка технического задания.

Приспособление применяется при фрезеровании шестигранника на фрезерном станке модели 6Р13 и предназначено для базирования заготовки.

Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления.

(рисунок 11) цилиндрическими поверхностями (направляющая база, которая лишает заготовку двух поступательных перемещений и двух вращений: опорные точки 1, 2, 3, 4), с упором в торец М (опорная база: опорная точка 5), опорная точка 6 служит для фиксации углового положения детали. Закрепление происходит при помощи сил W . Данное приспособление является универсальным.

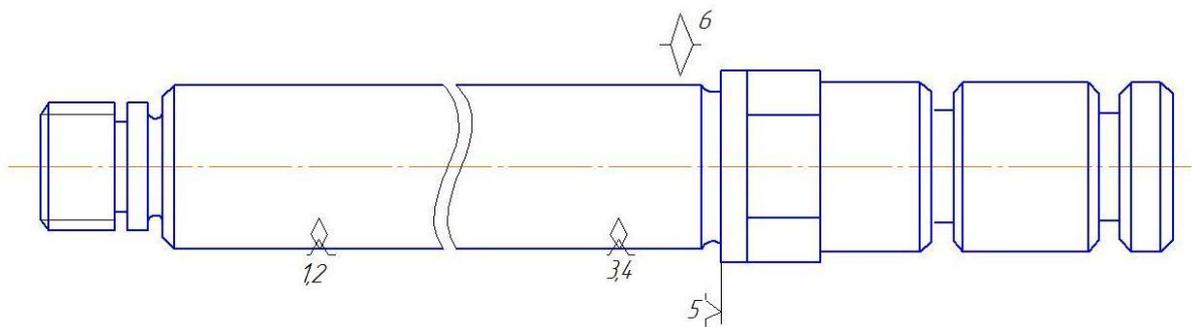


Рисунок 11 - Схема базирования заготовки.

Описание конструкции и принципа работы приспособления

В сборном корпусе, состоящем из станины и плиты, смонтирован шпиндель, на одном конце которого крепится зажимной трехлачковый патрон, а на дру-

гом фланец с пружинным фиксатором. Шпиндель фиксируется в осевом направлении гайкой. В станине имеется 6 равномерно расположенных отверстий.

При делении оттягивают рукоятку фиксатора и производят необходимый поворот, пружина досылает плунжер фиксатора в очередное отверстие.

Приспособление закрепляется на столе станка болтами и призмами входящими в пазы.

Определение сил закрепления.

Цилиндрическая заготовка радиусом R установлена на оправку и находится под действием момента сил обработки M_p . Создаваемые силой Q

$$W = \frac{K}{f} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{3}\right) \cdot P, \text{ Н,}$$

где k – коэффициент запаса;

f – коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов, для гладких поверхностей $f = 0,25$;

P – составляющие силы резания;

Определим коэффициент запаса:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

где $K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса зажимной силы;

$K_1 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий непостоянство снимаемого припуска при обработке;

$K_2 = 1,54$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления режущего инструмента в процессе обработки;

$K_2 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при обработке прерывистых поверхностей;

$K_4 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий постоянство зажимной силы,

развиваемой приводом приспособления;

$K_5 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах;

$K_6 = 1,0$ – коэффициент, учитываемый при наличии моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую заготовку на базовой плоскости.

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 2,31.$$

Произведем расчет окружной силы резания P_2 при фрезеровании шпоночно-го паза по следующей формуле:

$$P = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \text{ Н}$$

Значение подачи S_z , глубины резания t , диаметра D , частоты вращения фрезы n берем из таблицы 1.10.

Коэффициенты и показатели степеней определяем по таблице 83 [5]:

$$C_p = 68,2; x=0,86; y = 0,72; u=0,1; q = 0,86; w=0.$$

Коэффициент, учитывающий условия обработки: K_{MP} ;

K_{MP} определяется по формуле:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22;$$

$$P = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 4,5^{0,86} \cdot 0,05^{0,72} \cdot 5,1^{0,1} \cdot 16}{70^{0,86} \cdot 150^0} \cdot 1,22 = 148 \text{ Н}.$$

$$W = \frac{2,31}{0,25} \cdot \sin\left(\frac{120}{3}\right) \cdot 148 = 1189 \text{ Н}$$

Расчет приспособления на точность.

На операции фрезерной, для которой используется проектируемое приспособление, фрезеруется шестигранник, при этом выдерживаются размер $41_{-0,62}$ мм.

В курсовом проекте расчет приспособления на точность ведем как проектный для размера $41_{-0,62}$ мм. При этом пользуемся упрощенной формулой, где по-

грешность изготовления приспособления по выбранному параметру, зависящая от погрешности изготовления и сборки установочных и других элементов приспособления ($\varepsilon_{пр}$) будет:

$$\varepsilon_{пр} \leq \delta - K_T \times \sqrt{(K_{T1} \times \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{nu}^2 + (K_{T2} \times \omega)^2},$$

где $\delta=200$ мкм – допуск выполняемого при обработке размера заготовки;

$K_T=1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонения рассеивания значений составляющих величин от закона нормального распределения;

$K_{T1}=0,85$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках;

$K_{T2}=0,7$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, независимыми от приспособления;

$\omega=0,2$ мм – экономическая точность обработки по таблице П5 [10] для однократного фрезерования (11 качество);

$\varepsilon_{\delta}=0$ – погрешность базирования, так как соблюдается принцип единства баз;

$\varepsilon_3=0$ – погрешность закрепления, так как силы зажима приложенные в направлении выдерживаемого размера отсутствуют;

$\varepsilon_y=0$ – погрешность установки приспособления на станке, в рассматриваемом случае не оказывает влияние на точность выдерживаемого размера;

$\varepsilon_u=0$ – погрешность положения рабочих поверхностей рабочих элементов в результате их изнашивания в процессе эксплуатации приспособления, так как происходит равномерный износ всех элементов;

$\varepsilon_{\text{пн}}=0$ – погрешность от перекоса инструмента из-за неточности изготовления направляющих элементов приспособления, так как в приспособлении нет направляющих элементов.

$$\varepsilon_u = \frac{u}{n}, \text{ мкм},$$

где n – количество смен опор в течение года. Принимаем $n=2$;

u – величина износа.

Так как установка происходит на опору с большой площадью контакта:

$$u = \beta_1 \cdot N^{0,8}, \text{ мкм},$$

где β – постоянная, зависящая от вида установочного элемента и условия контакта ($\beta_1 = 0,002$ мкм);

N – количество контактов заготовки с опорой (установок в приспособление, снятий с него), в год. В нашем случае равна годовой программе выпуска: $N_f=35000$ шт.

$$u = 0,002 \cdot 35000^{0,8} = 27,7 \text{ мкм}.$$

$$\varepsilon_u = \frac{27,7}{2} = 13,85 \text{ мкм}.$$

Произведение $K_{T2} \times \omega$ характеризует суммарную погрешность обработки, вызываемую факторами не связанными с приспособлением, а именно: упругими отжатиями технологической системы под действием сил резания (Δu), погрешность настройки станка (Δn), размерным износом инструмента (Δi), тепловыми деформациями системы (Δt), геометрическими погрешностями станка и деформацией заготовки при обработке ($\Delta \phi$).

Тогда

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq 200 - 1,2 \times \sqrt{(0,85 \times 0)^2 + 0^2 + 0^2 + 13,85^2 + 0^2 + (0,7 \times 200)^2} = 47,9 \text{ мкм}.$$

Принимаем $\varepsilon_{np} = 50\text{мкм} = 0,05\text{мм}$

Полученное отклонение указываем в технических требованиях на изготовление приспособления.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| | |
|------------------|---------------------------------------|
| Группа 3-8Л11 | ФИО Осипенко Константин Николаевич |
|------------------|---------------------------------------|

| | | | |
|---------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Институт Уровень образования | ИнЭО бакалавриат | Кафедра Направление/специальность | ТАМП 15.03.01 Машиностроение |
|---------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------|

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|--|---|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Рассчитана стоимость материальных затрат Рассчитаны затраты на специальное оборудование Рассчитаны затраты на оплату труда Рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды Рассчитаны накладные расходы |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | Страховые взносы 30% |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|--|---|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | Составлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок) |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований | Составлен план реализации проекта, построен график Ганта, сформирован бюджет |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования | Определена эффективность на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| | |
|---|--|
| 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ | |
|---|--|

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Ассистент | Шулинина Ю.И. | - | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 3-8Л11 | Осипенко Константин Николаевич | | |

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности научной разработки обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки. Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта. Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «штука включения»

С целью анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «шток» был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование.

Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – шток, используемый тип производства – серийное.

На основании этих критериев сформирована карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «шток» представленная на рисунке 14.



Рисунок 14 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «шток»:



В ходе исследования выявлено, что предложения на рынке услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «шток» основаны на совершенствовании технологического процесса изготовления детали «шток» при мелкосерийном производстве. Несмотря на наличие на данной нише высокого уровня конкуренции, разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «шток» ориентирован на реализацию в машиностроительных компаниях с мелкосерийным производством. Преимущество разработанного технологического процесса перед уже существующими на рынке заключается в низкой металлоемкости и трудоемкости, в финансовой эффективности разработанного технологического процесса.

В будущем при совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия оставшихся ниш (машиностроительные компании со среднесерийным и крупносерийным производством).

Определение качества технологического процесса изготовления детали «втулка включения» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD

С целью измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющих принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект, применена технология QuaD. Результаты применения указанной технологии представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки | Вес с критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение (3/4) | Средневзвешенное значение (5x2) |
|--|----------------|-------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Показатели оценки качества разработки | | | | | |
| 1. Энергоэффективность | 0,05 | 75 | 100 | 0,75 | 0,037 |
| 2. Надежность | 0,03 | 70 | 100 | 0,7 | 0,021 |
| 3. Унифицированность | 0,01 | 50 | 100 | 0,5 | 0,005 |
| 4. Уровень материалоемкости разработки | 0,2 | 80 | 100 | 0,8 | 0,16 |
| 5. Уровень шума | 0,04 | 40 | 100 | 0,4 | 0,016 |
| 6. Безопасность | 0,02 | 50 | 100 | 0,2 | 0,004 |

| | | | | | |
|--|----------|--------|---------|------|--------------------|
| 7. Простота эксплуатации | 0,0 4 | 5 0 | 10 0 | 0,2 | 0,008 |
| 8. Повышение производительности труда | 0,1 3 | 8 0 | 10 0 | 0,8 | 0,08 |
| Показатели оценки коммерческого потенциала разработки | | | | | |
| 9. Конкурентоспособность продукта | 0,2 5 | 8 5 | 10 0 | 0,85 | 0,17 |
| 10. Уровень проникновения на рынок | 0,0 3 | 3 0 | 10 0 | 0,3 | 0,009 |
| 11. Перспективность рынка | 0,0 1 | 6 0 | 10 0 | 0,6 | 0,006 |
| 12. Цена | 0,1 5 | 8 5 | 10 0 | 0,85 | 0,127 5 |
| 13. Финансовая эффективность научной разработки | 0,1 5 | 8 5 | 10 0 | 0,85 | 0,085 |
| 14. Срок выхода на рынок | 0,0 2 | 3 0 | 10 0 | 0,3 | 0,006 |
| Итого | 1 | | | | 0,734 5 |

Значение $P_{cp} = 78,95$ показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали «шток» на рынке выше среднего.

Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «шток» посредством SWOT-анализа

С целью исследования внешней и внутренней среды проекта применен SWOT–анализ. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Матрица SWOT

| | | |
|--|---|--|
| | Сильные стороны научно-исследовательского проекта: | Слабые стороны научно-исследовательского проекта: |
| | С1. Заявленная эко- | Сл1. Узкоспециали- |

| | | |
|---|--|--|
| | <p>номичность и энергоэффективность технологического процесса.</p> <p>С2. Низкая металлоемкость.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами.</p> <p>С4. Высокая производительность труда.</p> <p>С5. Конкурентоспособность проекта.</p> | <p>зорованное назначение разработки.</p> <p>Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл3. Проект ориентирован на использование современного оборудования.</p> <p>Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В2. Финансовая поддержка государством отдельных потенциальных потребителей.</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью.</p> <p>В4. При совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия дополнительных ниш.</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> | | |
| <p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства.</p> <p>У3. Ограничения на экспорт технологии.</p> <p>У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны.</p> <p>У5. Наличие барьеров для входа на рынок.</p> | | |

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта

| Сильные стороны проекта | | | | | | |
|-------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Воз- можности про- екта | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| | B1 | + | + | 0 | + | - |
| | B2 | + | 0 | + | - | + |
| | B3 | + | + | + | 0 | - |
| | B4 | + | 0 | + | 0 | + |
| | B5 | + | 0 | + | - | + |
| Слабые стороны проекта | | | | | | |
| Воз- можности про- екта | | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 |
| | B1 | + | 0 | + | - | - |
| | B2 | + | + | + | - | 0 |
| | B3 | + | + | 0 | - | 0 |
| | B4 | + | + | + | - | 0 |
| | B5 | 0 | + | + | - | 0 |
| Сильные стороны проекта | | | | | | |
| Угрозы проекта | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| | У1 | + | + | + | 0 | - |
| | У2 | - | + | + | 0 | + |
| | У3 | - | - | + | 0 | + |
| | У4 | + | - | + | - | 0 |
| | У5 | + | + | + | 0 | + |
| Слабые стороны проекта | | | | | | |
| Угрозы проекта | | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 |
| | У1 | + | + | + | - | 0 |
| | У2 | + | + | + | - | 0 |
| | У3 | 0 | - | - | - | 0 |
| | У4 | + | + | + | - | 0 |
| | У5 | + | + | 0 | + | - |

Результаты третьего этапа SWOT-анализа приведены в таблице 15.

Таблица 15 – SWOT-анализ

| | Сильные стороны научно-исследовательского проекта: | Слабые стороны научно-исследовательского проекта: |
|--|---|---|
| | С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса. | Сл1. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл2. Ограниченный |

| | | |
|---|---|--|
| | <p>С2. Низкая металлоемкость.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами.</p> <p>С4. Высокая производительность труда.</p> <p>С5. Конкурентоспособность проекта.</p> | <p>круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл3. Проект ориентирован на использование современного оборудования.</p> <p>Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В2. Финансовая поддержка государством отдельных потенциальных потребителей.</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью.</p> <p>В4. При совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия дополнительных ниш.</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> | <p>В1С1С2С4</p> <p>В2С1С3С5</p> <p>В3С1С2С3</p> <p>В4В5С1С3С5</p> | <p>В1Сл1Сл3</p> <p>В2В4Сл1Сл2Сл3</p> <p>В3Сл1Сл2</p> <p>В5Сл2Сл3</p> |
| <p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства.</p> <p>У3. Ограничения на экспорт технологии.</p> <p>У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны.</p> <p>У5. Наличие барьеров для входа на рынок.</p> | <p>У1С1С2С3</p> <p>У2С2С3С5</p> <p>У3С3С5</p> <p>У4С1С3</p> <p>У5С1С2С3С5</p> | <p>У1У2У4Сл1Сл2Сл3</p> <p>У5Сл1Сл2Сл4</p> |

Анализ интерактивных таблиц выявил сильно коррелирующие стороны

и возможности, стороны и угрозы, каждая из представленных записей представляет собой направление реализации проекта.

Планирование научно-исследовательской работы

Важное значение для рациональной организации научно-исследовательской работы имеет ее планирование. Планирование научно-исследовательской работы заключается в определении структуры работы, ее трудоемкости, а также в формировании бюджета затрат.

Структура работы в рамках научного исследования

Реализация научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «стакан» состоит из 9 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | аб | Содержание работ | Должность исполнителя |
|--|----|---|-----------------------------------|
| Разработка технического задания | | Составление и утверждение технического задания | Руководитель темы |
| Выбор направления исследований | | Подбор и изучение материалов по теме | Инженер (дипломник) |
| | | Выбор направления исследований | Руководитель, инженер (дипломник) |
| | | Календарное планирование работ по теме | Инженер (дипломник) |
| Теоретические и экспериментальные исследования | | Проведение теоретических расчетов и обоснований | Инженер (дипломник) |
| | | Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов | Инженер (дипломник) |
| | | Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями | Инженер (дипломник) |
| | | Контроль результатов исследований | Руководитель темы |
| Обобщение и оценка результатов | | Оценка эффективности полученных результатов | Руководитель, инженер (дипломник) |

Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценена экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного сте-

чения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{\text{ож1}} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 3 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{\text{ож2}} = \frac{3*10 + 2*15}{5} = 12 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{\text{ож3}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы $t_{\text{ож}i}$ составило:

$$t_{\text{ож4}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{\text{ож5}} = \frac{3*30 + 2*40}{5} = 34 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{\text{ож6}} = \frac{3*20 + 2*30}{5} = 24 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{\text{ож}7} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{\text{ож}8} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{\text{ож}9} = \frac{3*2 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определена продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по формуле:

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность 1-й работы:

$$T_{p_1} = \frac{3}{1} = 3 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{p_2} = \frac{12}{1} = 12 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 3-й работы:

$$T_{p_3} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{p_4} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{p_5} = \frac{34}{1} = 34 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{p_6} = \frac{24}{1} = 24 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{p_7} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{p_8} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{p_9} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ раб.дн.}$$

Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2016 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 105 - 14} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к1}} = 3 \cdot 1,48 = 4$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к2}} = 12 \cdot 1,48 = 18$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к3}} = 0,7 \cdot 1,48 = 1$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к4}} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к5}} = 34 \cdot 1,48 = 50$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к6}} = 24 \cdot 1,48 = 36$$

| Название | Трудоёмкость работ | | | Исполнители | Длительность работ в рабочих днях, T_{pi} | Длительность работ в календарных днях, T_{ki} |
|---|--------------------|-------------|-------------|-----------------------------------|--|--|
| | min, ел-дни | max, ел-дни | ожі, ел-дни | | | |
| Составление и утверждение технического задания | | | | Руководитель темы | 3 | 4 |
| Подбор и изучение материалов по теме | 0 | 5 | 2 | Инженер (дипломник) | 12 | 18 |
| Выбор направления исследований | | | ,4 | Руководитель, инженер (дипломник) | 0,7 | 1 |
| Календарное планирование работ по теме | | | ,4 | Инженер (дипломник) | 1,4 | 2 |
| Проведение теоретических расчетов и обоснований | 0 | 0 | 4 | Инженер (дипломник) | 34 | 50 |
| Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов | 0 | 0 | 4 | Инженер (дипломник) | 24 | 36 |
| Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями | | | ,4 | Инженер (дипломник) | 1,4 | 2 |
| Контроль результатов исследований | | | ,4 | Руководитель темы | 2,4 | 4 |
| Оценка эффективности полученных результатов | | | ,4 | Руководитель, инженер (дипломник) | 0,7 | 1 |

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{к7} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{к8} = 2,4 \cdot 1,48 = 4$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{к9} = 0,7 \cdot 1,48 = 1$$

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Временные показатели проведения научного исследования

На основе таблицы 6 построен календарный план-график представленный в таблице 17.

Таблица 17 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

| ра- бот | Вид ра- бот | Ис- полнители | ал. дн. | Продолжительность выполне- ния работ | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|-------------------------------|------------|---|--|-----|--|-------|--|-----|--|------|--|--|--|--|
| | | | | евр. | | арт | | прель | | май | | июнь | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Состав- ление и ут- верждение технического задания | Руко- водитель темы | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | |
| | Подбор и изучение материалов по теме | Ин- женер (ди- пломник) | 8 | | | | | | | | | | | | | |

Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ учтены следующие виды расходов:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат произведен по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi} ,$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «стакан», представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «шток».

| Наименование | Единица измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, (З _м), руб. |
|----------------|-------------------|------------|-------------------|---|
| Ручка | шт. | 2 | 25,0 | 50,0 |
| Карандаш | шт. | 2 | 10,0 | 20,0 |
| Ластик | шт. | 2 | 5,0 | 10,0 |
| Бумага офисная | л. | 500 | 0,4 | 200,0 |
| Итого | | | | 280,0 |

Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Для выполнения научно-технического исследования специальное оборудование не приобреталось, а использовалось оборудование, имеющееся в наличии. Амортизационные отчисления оборудования, используемого при выполнении научно-технического исследования инженером (дипломником) (персональный компьютер), определены линейным методом начисления амортизации основных средств по формуле:

$$A = \text{Стоимость ОС} * \text{Норма амортизации} / 100\%,$$

где А – амортизация основного средства;

Стоимость ОС – стоимость основного средства при принятии на учет;

Норма амортизации = 100%/ срок полезного использования.

Норма амортизации персонального компьютера, используемого в ходе выполнения научно-технического исследования, составляет 10% в год (норма амортизации = 100%/10).

Амортизация персонального компьютера, используемого в ходе выполнения научно-технического исследования, составила:

$$A \text{ годовая} = 40500 * 10\% / 100\% = 4050 \text{ руб.}$$

А в период выполнения НТИ = $4050/12*5=1687,5$ руб.

Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата руководителя темы и инженера (дипломника), непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» (включая премии, доплаты), включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя темы, инженера (дипломника) рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_{\text{м}} = 14584,32 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 30335,1$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$Z_{\text{м}} = 14584,32 \cdot (1 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,3 = 26543,5$$

Таблица 19 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени | Руководитель темы | Инженер (дипломник) |
|--|-------------------|---------------------|
| Календарное число дней | 366 | 366 |
| Количество нерабочих дней | | |
| - выходные дни | 105 | 105 |
| - праздничные дни | 14 | 14 |
| Потери рабочего времени | | |
| - отпуск | 48 | 28 |
| - невыходы по болезни | 10 | |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 189 | 219 |

Среднедневная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{30335,1 \cdot 10}{189} = 1605 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{26543,5 \cdot 11}{219} = 1333,2 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата руководителя темы составила:

$$Z_{\text{осн}} = 2560,3 * 10 = 25603 \text{руб.}$$

Основная заработная плата инженера (дипломника) составила:

$$Z_{\text{осн}} = 1333,2 * 75 = 99990 \text{руб.}$$

Расчёт основной заработной платы приведён в таблицах 10 и 11.

Таблица 20 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «стакан»

| Исполнители | $Z_{\text{тс}}$, руб. | k пр | d | p | Z м, руб | Z дн, руб. | T р, аб. дн. | $Z_{\text{осн}}$, руб. |
|--------------------------|---------------------------|-----------|-----|-----|------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|
| Руководитель темы | 145 84,32 | 0 ,3 | ,3 | ,3 | 3 0335,1 | 2 560,3 | 1 0 | 256 03 |
| Инженер (ди- пломник) | 145 84,32 | 0 ,2 | ,2 | ,3 | 2 6543,5 | 1 333,2 | 7 5 | 999 90 |
| Итого $Z_{\text{осн}}$ | | | | | | | | 125 593 |

Таблица 21 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «стакан» (поэтапный).

| Наименование этапов | Трудоемкость, чел.-дн. | Зарботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб. | Всего зар- ботная плата по та- рифу (окладам), тыс. руб. |
|---------------------|---------------------------|--|---|
|---------------------|---------------------------|--|---|

| /п | | Руководитель темы | Инженер (дипломник) | Руководитель темы | Инженер (дипломник) | Руководитель темы | Инженер (дипломник) |
|--------|--|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| | Разработка технического задания | 1,4 | | 2560,3 | 1333,2 | 3584,42 | |
| | Выбор направления исследований | 0,7 | 16,1 | 2560,3 | 1333,2 | 1792,21 | 21464,52 |
| | Теоретические и экспериментальные исследования | 2,4 | 63,4 | 2560,3 | 1333,2 | 6144,72 | 84524,88 |
| | Обобщение и оценка результатов | 1,2 | 1,2 | 2560,3 | 1333,2 | 3072,36 | 1599,84 |
| Итого: | | | | | | 14493,71 | 107589,24 |

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы произведен по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принят равным 0,12).

Дополнительная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$Z_{\text{доп}} = 0,12 * 14493,71 = 1739,2 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$Z_{\text{доп}} = 0,12 * 107589,24 = 12910,7 \text{ руб.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина обязательных отчислений по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников определена исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2016 год установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 12.

Таблица 22 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель | Основная заработная плата, руб. | Дополнительная заработная плата, руб. |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|
| Руководитель темы | 14493,71 | 1739,2 |
| Инженер (дипломник) | 107589,24 | 12910,7 |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | 30% | |
| Итого | 41019,8 | |

Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, электроэнергия, размножение материалов и т.д. Их величина определена по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов взята в размере 16%.

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = 186289,7 * 0,16 = 29316,8 \text{руб.}$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат НИИ

| Наименование статьи | Сумма, руб. | Примечание |
|--|----------------|-----------------------|
| 1. Материальные затраты НИИ | 280 | Пункт 2.4.1 |
| 2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ | 1687,5 | Пункт 2.4.2 |
| 3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 125593 | Пункт 2.4.3 |
| 4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 14649,9 | Пункт 2.4.4 |
| 5. Отчисления во внебюджетные фонды | 41019,8 | Пункт 2.4.5 |
| 6. Накладные расходы | 29316,8 | 16 % от суммы ст. 1-5 |
| 7. Бюджет затрат НИИ | 212547 | Сумма ст. 1-6 |

Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности произведено на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования. Интегральный финансовый показатель разработки определен как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Для определения интегрального показателя финансовой эффективности использована оценка бюджета затрат вариантов исполнения технологического процесса изготовления детали «шток» (базового технологического процесса, применяемого на машиностроительных предприятиях по изготовлению детали «стакан» в настоящее время, и технологического процесса, разработанного в рамках данного научного исследования). Экспертная оценка бюджета затрат исполнения базового технологического процесса составляет 289,0 тыс. руб.

Интегральный финансовый показатель составил:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{212547}{212547} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{289000}{212547} = 1,35$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает численное превышение бюджета затрат разработки в разгах базового технологического процесса.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определен следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го вариан-

та исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 14.

Таблица 24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Объект исследования Критерии | Весовой коэффициент параметра | Разработанный технологический процесс | Базовый технологический процесс |
|---|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Способствует росту производительности труда пользователя | 0,12 | 4 | 2 |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,17 | 5 | 3 |
| 3. Безопасность | 0,17 | 4 | 2 |
| 4. Энергосбережение | 0,19 | 4 | 3 |
| 5. Надежность | 0,22 | 5 | 4 |
| 6. Материалоемкость | 0,13 | 6 | 5 |
| ИТОГО | 1 | | |

$$I_{p-usc1} = 4 \cdot 0,12 + 5 \cdot 0,17 + 4 \cdot 0,17 + 4 \cdot 0,19 + 5 \cdot 0,22 + 6 \cdot 0,13 = 4,65;$$

$$I_{p-usc2} = 2 \cdot 0,12 + 3 \cdot 0,17 + 2 \cdot 0,17 + 3 \cdot 0,19 + 4 \cdot 0,22 + 5 \cdot 0,13 = 3,19;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (I_{uscni}) определен на основании интегрального показателя ресурсоэффектив-

ности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}}$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{1} = 4,65$$

$$I_{исп.2} = \frac{3,19}{1,35} = 2,36$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволило определить сравнительную эффективность проекта (таблица 15). Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

Таблица 25 – Сравнительная эффективность разработки

| /п | Показатели | Разработанный технологический процесс | Базовый технологический процесс |
|----|---|---------------------------------------|---------------------------------|
| | Интегральный финансовый показатель разработки | 1 | 1,35 |
| | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,65 | 3,15 |
| | Интегральный показатель эффективности | 4,65 | 2,36 |
| | Сравнительная эффективность вариантов исполнения | 2,6 | 0,57 |

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило выбрать более эффективный вариант исполнения научного исследования с позиции финансовой и ресурсной эффективности – разработанный в рам-

ках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «стакан».

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «стакан» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой металлоемкостью, высокой производительностью труда, в связи с чем, считаю, данный научно-исследовательский проект конкурентоспособным.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|-------------------------|--|
| Группа 3-8Л11 | ФИО Осипенко Константину Николаевичу |
|-------------------------|--|

| | | | |
|---|----------------------------|--|------|
| Институт Уровень об- разования | ИнЭО Бакалавриат | Кафедра Направле- ние/специальность | ТАМП |
|---|----------------------------|--|------|

| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
|--|--|
| <p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p> | <p>Рабочее место расположено в закрытом помещении механического цеха. На рабочем месте возникают шумы, вибрации, опасность поражения током, недостаточность освещения, а так же травмы механической природы от работы станков.</p> <p>Воздействие химических факторов. Оказывается негативное воздействие на природу (атмосферу, гидросферу, литосферу). Возможно возникновения ЧС техногенного, стихийного, экологического и социального характера.</p> |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| <p>1. Техногенная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профи- | <p>Опасные факторы Движущиеся машины и механизмы Электрический ток. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов. Взрывоопасность и пожароопасность</p> <p>Вредные факторы: Превышение уровня шума и вибрации. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. Возможность поражения электрическим током. Травмы вызванные механической природой.</p> |

| | |
|---|---|
| лактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). | |
| 2. Региональная безопасность: <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); | <p>Применение средств воздухоочистки</p> <p>Вывоз отходов не подвергающихся вторичному использованию. Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.</p> |
| 3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. | <p>Техногенные (пожары, взрывы с последующим горением, Внезапное обрушение сооружений, аварии не электроэнергетических системах, на очистных сооружениях. Природные (землетрясения, ураганы , бури, наводнения. Биолого – социальные (изменения состояния почвы, изменение свойств и состава воздушной и водной среды). Меры: Защитные сооружения. Мероприятия по рассредоточению и эвакуации персонала. Средства индивидуальной защиты.</p> |
| 4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. | <p>Правила по охране труда на предприятиях и организация машиностроения. Правила эксплуатации электрооборудования. Правила по охране труда</p> |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент | Кырмакова О.С. | - | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| 3-8Л11 | Осипенко Константин Николаевич | | |

Введение.

В данном разделе ВКР бакалавра рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия ЗАО «ТОМЗЭЛ», в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Предприятие размещается на двух промплощадках: 3 (основная) - ул. Причальная, 14а.

ЗАО «ТОМЗЭЛ» специализируется на выпуске электроприводов различного типа и направленности, в т. ч. во взрывоопасном и коррозионностойком исполнении.

Расстояние до ближайшей жилой зоны, составляет: 3000 м на восток от основной промплощадки, 8000 м на запад от вспомогательной площадки. Расстояние до ближайшего водного объекта (р. Томь) -30 м.

Основной целью данного раздела является создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

В связи с тем, что дипломная работа предусматривает разработку нормативной и технической документации, вопросы производственной и экологической безопасности рассматриваются с позиции разработчика комплекта документов. Производственная среда, организация рабочего места должна соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

Техногенная безопасность.

Администрация предприятий (учреждений) обязана обеспечивать надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие правилам охраны труда (правилам по технике безопасности, санитарным нормам и правилам и др.)[20].

Технологический процесс изготовления детали типа «Шкив» характеризуется наличием опасных и вредных производственных факторов характерных для машиностроительных предприятий.

На участке, где находится оборудование, могут быть следующие опасные и вредные факторы [1] :

Поражение электрическим током;

СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость);

Стружка;

Вращающиеся части станков;

Слабое и ненадежное крепление инструмента;

Все выше описанные опасные и вредные факторы представляют существенную опасность для рабочего персонала участка, а следовательно возникает потребность в проведении мероприятий снижающих или удаляющих влияние этих факторов на здоровье производственного персонала. Данные мероприятия должны быть согласованы с санитарно-гигиеническими и другими нормами охраны труда.

Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

Поражение электрическим током.

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции.

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1. 038-82 ССБТ [10] .

Согласно ПУЭ производственное помещение участка относится к категории помещений с повышенной опасности, т.к. в нашем помещении присутствуют такие факторы, как токопроводящий пол, так как он железобетонный, и токо-

проводящая пыль. Проблема токопроводящих полов решается оборудованием рабочих мест деревянными плитами (решетками). А токопроводящая пыль устраняется с помощью устройств местной вытяжной вентиляции.

Мероприятия по защите от поражения электрическим током [9]:

Обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением путем надежной изоляции, вывешивание плакатов и знаков и т.д.;

Электрическое разделение сети;

Устранение опасности поражения электрическим током при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, занулением и др.;

Применение специальных электротехнических средств;

Безопасная эксплуатация электроустановок.

В нашем случае производство «Штока» осуществляется на металлорежущих станках. А так как каждый металлорежущий станок имеет электропривод, все вышеперечисленные меры защиты от поражения электрическим током должны применяться на каждом рабочем месте.

Стружка.

При фрезеровании и точении деталей возможна вероятность отлета стружки в сторону рабочего места. В этом случае есть вероятность травмы глаз и открытых частей тела.

Мероприятия по устранению попадания стружки:

Для устранения возможности попадания стружки в глаза на станках, где есть такая возможность, необходимо установить защитные ограждения, а там, где установка невозможна по техническим причинам необходимо выдавать рабочим сиз (защитные очки) [3].

Вращающиеся части станков.

При работе на токарных, фрезерных станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват волос или элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма, и даже смертельный исход.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного вращающимися частями станков:

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты [3].

Слабое и ненадежное крепление инструмента.

Слабое и ненадежное крепление инструмента (фрезы, резца) на станке может явиться причиной травм рук (ушибов и переломов) станочника.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного слабым и ненадежным креплением инструмента:

Проведение периодического инструктажа, направленного на соблюдение техники безопасности на рабочих местах [2], использование защитных экранов [4].

Анализ вредных факторов при изготовлении втулки включения и мероприятия по их устранению

Производственная санитария - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на рабочих вредных производственных факторов. Согласно ГОСТ 120003-74. ССБТ [1] все вредные опасные факторы, воздействующие при эксплуатации оборудования, можно классифицировать следующим образом:

- а) санитарно - гигиенически: нерациональное освещение, содержание вредных и отравляющих веществ в воздухе;
- б) организационно - технические: неправильная организация труда и

рабочего места (загроможденность помещения, присутствие ненужных и отсутствие необходимых для работы приборов и приспособлений), недостаточное обучение работников правилам техники безопасности.

Изучение причин производственного травматизма даёт возможность разработать меры по их предотвращению. Важной организационной мерой является установление научно обоснованных норм по гигиене труда.

ГОСТ 120005-74 устанавливает оптимальные и допустимые метеоусловия в зависимости от времени года, категории работ, классификации помещения.

СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость).

При обработке используется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость). При попадании СОЖ на пол во время работы на станке возможны падения и, как следствие, вывихи, переломы и повреждения кожного покрова, а также попадание СОЖ в глаза. Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

Мероприятия по устранению СОЖ:

При работе на токарных, фрезерных, сверлильных станках во избежание попадания стружки в глаза необходимо установить защитные ограждения [4]. Чтобы устранить вредное воздействие на здоровье рабочих продуктов горения и испарения СОЖ необходимо установить в цехе систему вентиляции, поддерживающую необходимый состав атмосферы в рабочем помещении. Кроме того, для устранения влияния СОЖ на кожу рук рабочих необходимо выдавать им мыло и «биологические перчатки».

Микроклимат

Параметры микроклимата в производственном помещении на ЗАО «ТОМ-ЗЭЛ» установлены в соответствии СанПиН 2.2.4.548-96 в следующих пределах: температура воздуха в тёплое время года от +19 до +24, в холодное время года от

+ 17 до +23, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Под микроклиматом производственной среды согласно ГОСТ 12. 1.005 - 88. ССБТ [6] понимают сочетание температуры, относительной влажности воздуха и интенсивности теплового излучения. Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие, здоровье, надежность работы.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам - разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 26 .

Требования к микроклимату Таблица 26.

| Пе- риод года | Категория работы | Темпера- тура, | Относи- тельная влаж- | Скорость движения воз- |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|
| Хо- | средняя | 21 -23 | 40-60 | 0.1 |
| Теп- | средняя | 22-24 | 50-60 | 0.2 |

Помещение, где находятся рабочие места, соответствуют данным нормам.

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию.

Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м² площади помещения и 20 м объема воздуха.

В данном помещении используют искусственное и естественное освещение, поскольку работа в основном зрительная, то естественного освещения не достаточно, особенно в темное время суток.

Производственное освещение.

При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и про-

изводственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности:

Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 [14] в пределах 150 - 300 лк. Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

Расчет искусственного освещения

Недостаточная освещенность рабочей зоны и производственных помещений. Система освещения в цехе должна включать в себя общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 200 лк согласно СНиП II - 4-95 [14]. В нашем случае освещенность цеха комбинированная - сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение. Физиологами установлено, что при естественном освещении производительность труда рабочих на 10% выше чем при искусственном.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

Повышенный уровень шума.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, соз-

дают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Производственное оборудование и инструменты, создающие в процессе эксплуатации шум, необходимо конструировать в соответствии с требованиями этого стандарта и снабжать паспортом с указанием спектра излучаемой звуковой мощности, определяемой по ГОСТ 12. 1. 003 - 83 ССБТ.

Мероприятия по устранению повышенного уровня шума [12]:

правильная организация труда и отдыха;

ликвидация шума в источнике его возникновения путем своевременного устранения неисправности технологического оборудования;

применение звукопоглощающих материалов в конструкциях шумящих механизмов и оборудования;

облицовка помещений (потолка и стен в небольших помещениях) звукоизолирующими и звукопоглощающими материалами;

применение индивидуальных средств защиты органов слуха - наушников, вкладышей, шлемов (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ) [11].

Основные источники шума технологическое оборудование в основных производственных цехах, металлообрабатывающие станки основного и вспомогательного производств.

Максимальная шумовая характеристика станков от 87 до 92 дБ А в соответствии с ГОСТ12.1.003-76. Индекс изоляции шума ограждением составляет 60,4 дБА. Уровень шума около наружной стены здания составляет 31,6 дБА. Поэтому расчет снижения уровня шума на расстоянии проводить нецелесообразно.

Некомфортабельные условия

В помещении, где проводятся работы в силу различных причин, может появиться такой фактор, как отклонение температуры и влажности от норм. Это создает дискомфортные условия для работы человека. Параметры микроклимата

в производственном помещении в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливаются в следующих пределах:

Температура воздуха +19-25 ° С,

Относительная влажность - не более 70%,

Движение воздуха - не более 0,2 м/с.

Мероприятия по устранению некомфортных условий:

Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений в холодный и переходный период должны соответствовать нормам, указанным в ГОСТ 12.1.005 - 76, поддерживаемые источниками отопления и вентиляции. В доступных местах цеха быть аптечки, укомплектованные необходимыми медицинскими средствами для оказания первой помощи пострадавшему. Должна быть также оборудована система пожарного оповещения, специальные места со средствами тушения пожаров. Кроме того, для создания комфорта, рабочее место должно быть оснащено гибким креслом.

Региональная безопасность.

Проблема охраны окружающей среды очень важна так как при производственном процессе происходит выброс вредных веществ в атмосферный воздух.

Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми предприятием в атмосферный воздух, являются взвешенные вещества, хлористый барий, щелочь, масло и др. Для предприятия разработаны и утверждены нормативы предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются термический цех, механические цехи, ремонтно-хозяйственный цех, транспортный.

Из производственных цехов вредные вещества удаляются:

-местными отсосами,

-крышными вентиляторами.

При производстве изделий в цехах образуются производственные отходы. В утилизируемые отходы входят: металлическая стружка и кусковые отходы, отходы оболочковых форм, макулатура, отходы абразивных кругов, отработанное масло, отходы люминесцентных ламп. К не утилизируемым относятся отходы термических солей, отходы СОЖ и моющих растворов, отходы промасленной ветоши и опилок, шлам металлоабразивный, шлам станции нейтрализации.

Работа по сбору, хранению и вывозу отходов проводится по технологической инструкции «Учёт, сбор, хранение и транспортирование промышленных отходов I-IV классов токсичности.

Защита атмосферы.

Наиболее эффективным направлением уменьшения загрязнения атмосферы является создание безотходных технологических процессов, предусматривающие, например, внедрение замкнутых газообразных потоков. Однако до настоящего времени основным средством предотвращения вредных выбросов остается разработка и внедрение эффективных систем очистки газов. При этом под очисткой понимают отделение от газов или превращение в безвредное состояние загрязняющего вещества, поступающего от промышленного источника.

Для обезвреживания аэрозолей используют сухие, мокрые и электрические методы. В основе работы сухих аппаратов лежат гравитационные, инерционные и центробежные механизмы осаждения или фильтрационные механизмы.

Металлообрабатывающие участки оснащены пылеуловителями типа «Циклон».

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды [19]:

Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.

Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.

Защита работающих от источников тепловых излучений.

Устройство и оборудование вентиляции и отопления.

Применение средств воздухоочистки.

Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.

Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.

Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести, систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

Защита гидросферы.

Воду, которая используется в промышленности, можно подразделить на охлаждающую, технологическую и энергетическую.

Технологическую воду подразделяют на средообразующую, промывающую и реакционную.

Технологическая вода непосредственно контактирует с продуктами и изделиями.

Энергетическая вода потребляется для получения пара и нагревания оборудования, помещений, продуктов и т.п.

Наиболее перспективный путь уменьшения потребления свежей воды и уменьшения сброса сточных вод - это создание оборотных и замкнутых систем водоснабжения.

При оборотном водоснабжении следует предусмотреть необходимую очистку сточной воды, охлаждение оборотной воды, обработку и повторное использование сточной воды.

Под замкнутой системой водного хозяйства промышленного предприятия

понимается система, в которой вода используется в производстве многократно без очистки или после соответствующей обработки, исключающей образование каких либо отходов и сброс сточных вод в водоем.

Необходимость создания замкнутой системы производственного водоснабжения обусловлено:

- дефицитом воды;
- исчерпанием ассимилирующей разбавляющей и самоочищающей способности водного объекта, принимающего сточные воды;
- экономическими преимуществами перед очисткой сточных вод до требований, предъявляемых водоохраным контролем.

Выбор метода очистки и конструктивное оформление процесса производятся с учетом следующих факторов:

- санитарные и технологических требований предъявляемых к качеству очищенных сточных вод с учетом их дальнейшего использования;
- количества сточных вод;
- наличия у предприятия необходимых для процесса обезвреживания энергетических и материальных ресурсов, а также необходимой площади для сооружения очистных установок;
- эффективности процесса обезвреживания.

На данном предприятии вода используется в основном для хозяйственных нужд и в системе водяного отопления. Поэтому для её очистки можно использовать общие очистительные системы, либо применять дополнительные отстойники и фильтры.

Защита литосферы.

Наиболее рациональным способом защиты литосферы от отходов производства и быта является освоение специальных технологий по сбору и переработке отходов.

Рациональное решение проблем защиты литосферы от промышленных отходов возможно при широком применении безотходных и малоотходных технологий и производств.

В машиностроении разработка малоотходных технологических процессов связана прежде всего с необходимостью увеличения коэффициента использования металла, которое дает не только технико-экономические выгоды, но и позволяет уменьшить отходы и вредные выбросы в окружающую среду.

Переработка отходов — технологическая операция или совокупность технологических операций, в результате которых из отходов производится один или несколько видов товарной продукции.

Утилизация отходов более широкое понятие, чем переработка, так как включает все виды их использования, в том числе в качестве топлива для получения тепла и энергии, а также для полива земель в сельском хозяйстве, закладки выработанного горного пространства и т.д.

Обезвреживание отходов — технологическая операция или совокупность операций, в результате которых первичное токсичное вещество или группа веществ превращаются в нейтральные нетоксичные и неразлагающиеся соединения.

Централизованная переработка отходов представляет собой совокупность операций по сбору, транспортированию и переработке отходов на специализированном производственном участке.

Локальная переработка отходов представляет собой совокупность операций по переработке отходов, осуществляемых в зоне действия производственной установки, на которой образуются отходы.

В настоящее время все больше проявляется проблема осадков сточных вод (СВ), объем которых составляет около 1% от объема сточных вод. При очистке сточных вод образуется три типа осадков: минеральные, органические и избыточный ил. Эти осадки образуются на очистных сооружениях канализации населенных мест и промышленных предприятия. Технология их обработки состоит в

их предварительном уплотнении, обезвоживании, компостировании или термической обработки, обезвреживании, затем ликвидации или утилизации.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Согласно ГОСТ 12. 1.004 - 91 ССБТ [5] понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера [15]:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении цеха должны проводиться следующие мероприятия:

- а) сотрудники предприятия должны пройти противопожарный инструктаж;
- б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и

уметь ими пользоваться;

в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;

г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

На предприятии нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Сокращенная продолжительность рабочего времени применяется для работников:

16 часов в неделю - для работников в возрасте до шестнадцати лет;

5 часов в неделю - для работников, являющихся инвалидами I или II группы;

4 часа в неделю - для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет;

4 часа в неделю и более - для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Продолжительность работы накануне нерабочих праздничных и выходных дней.

Продолжительность рабочего дня или смены, непосредственно предшествующих нерабочему праздничному дню, уменьшается на один час.

Работа в ночное время.

Ночное время - время с 22 часов до 6 часов.

К работе в ночное время не допускаются: беременные женщины; инвалиды; работники, не достигшие возраста восемнадцати лет. Женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, работники, имеющие детей-инвалидов.

Сменная работа.

Сменная работа - работа в две, смены - вводится в тех случаях, когда длительность производственного процесса превышает допустимую продолжительность ежедневной работы, а также в целях более эффективного использования оборудования, увеличения объема выпускаемой продукции или оказываемых услуг.

При сменной работе каждая группа работников должна производить работу в течение установленной продолжительности рабочего.

Работа в течение двух смен подряд запрещается.

Список литературы

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 99 с.
2. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова- 5-е изд., исправл. – М.: «Машиностроение», 1986.
3. Горбацевич А.Ф., Шкерд В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
4. Горохов В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: Учеб пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш. шк., 1986.
5. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – М.:Машиностроение, 1983.
7. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с., ил.
8. Станочные приспособления: Справочник/Под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.,1984.
9. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
10. Обработка металлов резанием. Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. и доп.- Машиностроение, 2004.- 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049-1