

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного
производства»
Направление 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение
автоматизированных машиностроительных производств»
Специальность «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему Технологический процесс изготовление детали Шток

| | | |
|--------------|--|---------------------------------|
| Студент | Чернядьев К.С. <small>(И.О. Фамилия)</small> | <small>(личная подпись)</small> |
| Руководитель | Расторгуев Д.А. <small>(И.О. Фамилия)</small> | <small>(личная подпись)</small> |
| Консультанты | Виткалов В.Г. <small>(И.О. Фамилия)</small> | <small>(личная подпись)</small> |
| | Горина С.В. <small>(И.О. Фамилия)</small> | <small>(личная подпись)</small> |
| | Зубкова Н.В. <small>(И.О. Фамилия)</small> | <small>(личная подпись)</small> |

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н., доцент

_____ А.В. Бобровский
(личная подпись)

« _____ » _____ 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Голыяттинский государственный университет»
Институт машиностроения

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

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

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

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

**направление подготовки 151001.65 «Конструкторско-технологическое
обеспечение автоматизированных машиностроительных производств**

Специальность «Технология машиностроения»

Студент Чернядьев Кирилл Станиславович гр. ТМ31001

1. Тема **Технологический процесс изготовления детали Шток**

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

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе *годовой объем выпуска
1000 дет/год, 2 смены, чертеж детали*

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 90-120 с.)

Титульный лист. Задание. Реферат (аннотация). Содержание.

Введение, цель проекта

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть проекта

3) Совершенствование операций с помощью: научных исследований,

4) Проектирование приспособления

5) Проектирование режущего инструмента

6) Проектирование производственного участка

7) Описание графической части проекта

8) Безопасность и экологичность проекта

9) Экономическая эффективность проекта

Заключение. Литература.

Приложения: технологическая документация

Аннотация

Дипломная работа на тему «Технологический процесс изготовления детали шток».

Актуальность данной работы заключается в потребности предприятия в экономии финансовых средств и улучшении технологического процесса изготовления детали

Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали шток.

Предметом исследования являются технология изготовления детали на станках электроэрозионной группы и фрезерном центре schaublin 60 сnc.

Целью работы является разработка альтернативного технологического процесса с применением электроэрозионного оборудование. В работе решаются следующие задачи: создание нового технологического процесса; изготовления оснастки для изготовления деталей на электроэрозионном оборудовании; проектирование участка электроэрозионной обработки; проработка режимов и получение оптимального результата при работе на электроэрозионном оборудовании

Работа состоит из введения, девяти глав, заключения, списка использованной литературы, приложений, а также содержит 107 страниц текста.

Содержание

| | |
|--|-----|
| Введение | 5 |
| Глава 1. Описание исходных данных | 6 |
| Глава 2. Технологическая часть проекта | 12 |
| Глава 3. Совершенствование операций с помощью научных исследований | 41 |
| Глава 4. Проектирование приспособлений | 42 |
| Глава 5. Проектирование инструмента | 46 |
| Глава 6. Проектирование производственного участка | 56 |
| Глава 7. Описание графической части проекта | 62 |
| Глава 8. Безопасность и экологичность технологического объекта | 63 |
| Глава 9. Экономическая эффективность проекта | 83 |
| Заключение | 103 |
| Список использованной литературы | 104 |

Введение

Процесс электроэрозии известен еще с после военных времен первыми советскими учеными исследовавшими его были Б. Р. Лазаренко и Н. И. Лазаренко. Данный процесс совершеннее многих даже по той причине, что все его параметры поддаются расчету, в отличие от фрезерной или токарной обработки, где многие данные берутся как среднестатистическое число. В данной работе я хочу показать на примере авиационной детали, что процесс электро эрозии можно использовать не столько как замену фрезерной обработки или вынужденную меру, когда металл невозможно обработать из-за него физико-химических свойств.

Актуальность данной работы заключается в потребности предприятия в экономии финансовых средств и улучшении технологического процесса изготовления детали.

Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали шток.

Предметом исследования являются технология изготовления детали на станках электроэрозионной группы и фрезерном центре schaublin 60 сnc.

Практическая значимость данной работы заключается в реализации полученных результатов на предприятии ЗАО ПК «Техноресурс».

Целью работы является разработка альтернативного технологического процесса с применением электроэрозионного оборудование.

В работе решаются следующие задачи: создание нового технологического процесса, проектирование инструмента и оснастки, экономическое обоснование нового технологического процесса.

В качестве методов исследования были выбраны: экспериментальный и сравнительный методы

Материалом исследования послужил технологический процесс изготовления детали шток.

Глава 1. Описание исходных данных

Заготовка, присылаемая на предприятие ЗАО ПК "Техноресурс" состояла из материала, Сталь 06X14H6Д2МБТ-Ш так же данная сталь ранее имела обозначение ЭП-817. Сталь **06X14H6Д2МБТ (ЭП-817)** применяется для производства сортового проката и штамповок; деталей и узлов техники специального назначения; нагруженных самолетных узлов, работающих при температурах от -70°C до +300°C в общеклиматических условиях в контакте с топливом. Данная сталь является козизионстойкой мартенситного класса.

Таблица 1.1 - Химический состав материала заготовки

| Химический элемент | Процент содержания в данной стали |
|--------------------|-----------------------------------|
| Кремний | 0,7% |
| Кадмий | 0,005% |
| Марганец | 1% |
| Молибден | 1,5% |
| Медь | 2% |
| Никель | 5,8% |
| Ниобий | 0,3% |
| Титан | 0,05% |
| Углерод | 0,07% |
| Железо основа | основа |
| Хром | 14% |

Годовая программа выпуска: N=1000 штук.

Механические свойства поковки из материала сталь **06X14H6Д2МБТ-Ш**:

Таблица 1.2 – Механические свойства материала заготовки

| δ_b | δ_T | НВ |
|-------------------|------------|-----|
| МН/м ² | МПа | |
| 1370 | 245 | 174 |

Относительно поставленной цели были выдвинуты следующие задачи:

- А) Проанализировать имеющийся техпроцесс
- Б) Предложить меры по улучшению технологического процесса
- В) Проанализировать электроэрозионную обработку в качестве нового метода обработки данной детали
- Г) Экономически обосновать новый метод получения детали
- Д) Разработать оснастку и инструмент для обработки детали

Так как годовая программа выпуска деталей составляет 1000 штук, а масса детали составляет 0,73кг тип производства можно определить как средне-серийный.

Сложность детали можно считать как очень сложная.

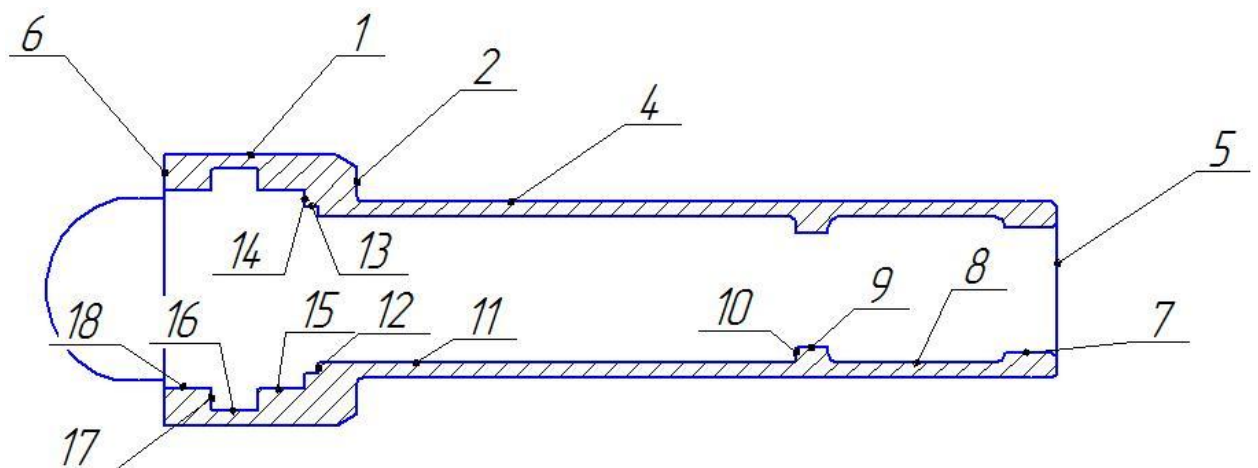


Рисунок 1.1 - нумерация поверхностей детали

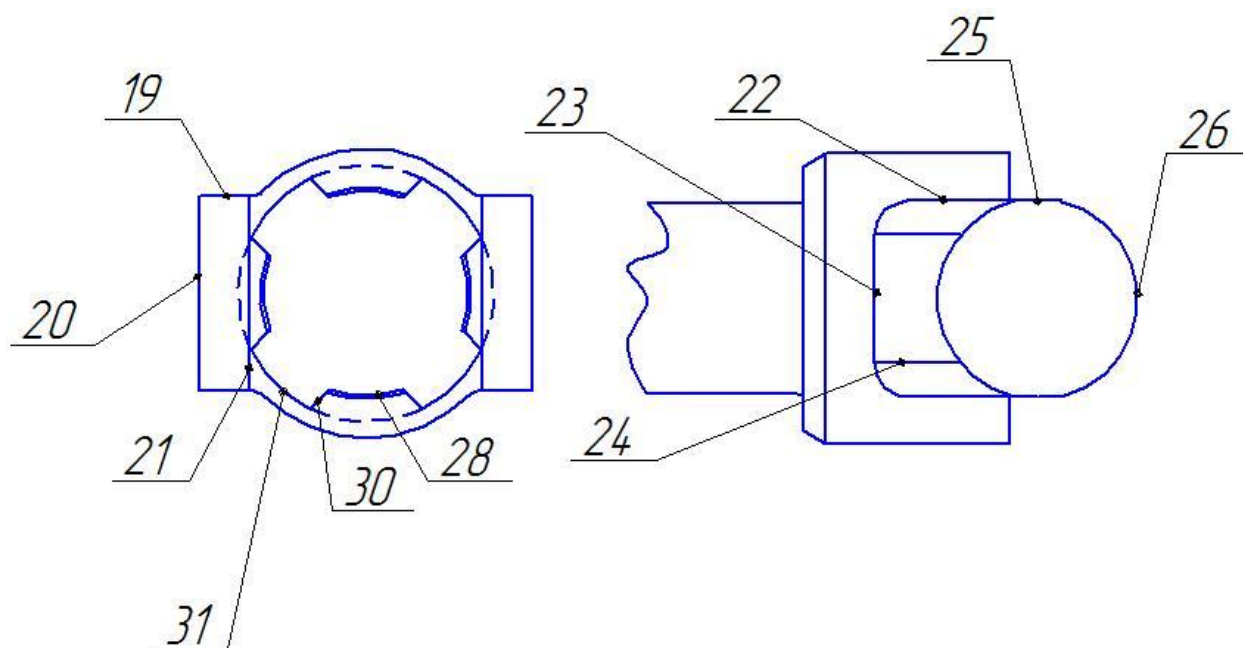


Рисунок 1.2 - Нумерация поверхностей детали

Для первоначального технологического процесса список оснащения выглядит так:

Таблица 1.3 – Технологический процесс и средства оснащения

| № и наименование операции | Наименование, модель оборудования | Наименование станочного приспособления | Наименование и размер инструмента, марка материала, номер стандарта или чертежа | Наименование и типоразмер измерительного средства, номер стандарта или чертежа |
|---|-----------------------------------|---|---|--|
| 000 Заготовительная | Пресса мех. | - | - | - |
| 010 Токарная Черновая центровальная | Токарный станок с ЧПУ ТК36 | Центр вращающийся А-1-2-Н ГОСТ 8742-75 | 14952-75 Материал Р6М5 | Штангенциркуль, микрометр |

Продолжение таблицы 1.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|--|--|-----------------------------|
| 015 Токарная Черновая | Токарный с ЧПУ 16K20Ф3 | Специально разработанный патрон Центр вращающийся А-1-2-Н ГОСТ 8742-75 | Резец токарный проходной упорный прямой ГОСТ 18879-73 Марка мат. Т5К10 | Штангенциркуль |
| 025 фрезерная | Обрабатывающий центр schaublin 60 спс | Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; | Фреза Р6М6 | Штангенциркуль Микрометр |
| 030 фрезерная | Обрабатывающий центр schaublin 60 спс | Патрон поводковый ГОСТ 2571-71 | Фреза Р6М6 | Микрометр Штангенциркуль |
| 035 фрезерная | Обрабатывающий центр schaublin 60 спс | Тиски станочные винтовые самоцентрирующиеся с призматическим и губками тиски 7200-0252 ГОСТ 21168-85; | Фреза Р6М6 | Микрометр Штангенциркуль |
| 040 Токарная Черновая Сверлильная Токарная Чистовая | Токарный с ЧПУ PLG 300 | Патрон поводковый 7108-0027 ГОСТ 2571-71 | Сверло Токарный проходной резец | Штангенциркуль Набор ТЭС |

Продолжение таблицы 1.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|---|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 045 Сверлильная, Токарная Черновая, Нарезание Резьбы, Токарная Чистовая | Токарный с ЧПУ PLG 300 | Специально разработанный патрон | Сверло Токарный проходной резец | Набор ТЭС Калибр для резьбы |
| 050 Фрезерная | Обрабатыва ющий центр schaublin 60 спс | Патрон поводковый ГОСТ 2571-71 | Фреза Р6М6 | Штангенцирк уль |
| 055 Шлифование чистовое | Универсальн ый кругло шлифовальный станок ШУ 321 с ЧПУ | Специально разработанный патрон | Круг шлифовальный ГОСТ 2424-83 | Микрометр |
| 060 фрезерная | Обрабатыва ющий центр Shaublin 60 спс | Тиски станочные винтовые самоцентрирую щиеся с призматическим и губками | Фреза Р6М6 | Штангенцирк уль |

Старый технологический маршрут пришел на наше предприятие с ЗАО «Салют Самара».

Как показал его анализ он был адаптирован под серийный выпуск на том предприятии, но на моем при данном маршруте выполнять план по выпуску деталей практически не возможно. Были внесены принципиальные изменения. С моего предложения были добавлены 3 электроэрозионные

операции, а шлифование наружного диаметра пришлось перенести из за потребности эрозионных станков в качественных поверхностях для базирования и зануления.

Глава 2. Технологическая часть проекта

2.1 Определение и проектирование заготовки

2.1.1 Конструирование и расчет заготовки, получаемой методом литья

Вследствие того что заготовка имеет простую форму, а материал заготовки легированная сталь, выбираем метод литья - в керамические формы.

- Квалитет точности IT6
- Ряд припусков 2

Определим допуски и припуски на длиновые и диаметральные размеры отливки по ГОСТ 26645-85, рассчитываем окончательные размеры, и результат заносим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Допуски и припуски на литьё

| Размер, мм | Допуск, мм | Припуск на одну сторону, мм | Окончательный размер, мм |
|------------|------------|-----------------------------|--------------------------|
| ∅ 34 | 0.4 | 1,9 | 38±0.4 |
| ∅ 52 | 0.7 | 2,4 | 57±0.7 |
| 129 | 0.8 | 3,8 | 139±0.8 |
| 43 | 0.4 | 6.3 | 51±0.4 |
| 35 | 0,4 | 1,9 | 37±0.4 |
| 19 | 0,3 | 1,2 | 21±0.3 |
| 9 | 0,3 | 1,2 | 11±0.3 |
| 4 | 0,3 | 1,2 | 6±0.3 |

Назначение уклонов.

Для назначения литейных уклонов используем ГОСТ 8909-88 и по данному ГОСТу принимаем не менее 3°.

Литейные радиусы закруглений.

Радиусы наружных закруглений углов 2мм

Расчет коэффициента использования материала.

Для расчётов массы полученной заготовки найдем её объем

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi \cdot 37^2}{4} \times 137 + \frac{\pi \cdot 57^2}{4} \cdot 43 + 7 \times 37 \times 21 \times 2 + 11 \times 37 \times 21 \times 2 = 285018 \text{ мм}^3 = 285 \text{ м}^3 \quad (2.1)$$

$$Q_{\text{заг}} = \gamma \times V_{\text{заг}} = 3,6 \times 285 = 928 \text{ г} = 0,93 \text{ кг} \quad (2.2)$$

$$K_{\text{им}} = \frac{q_{\text{дет}}}{Q_{\text{заг}}} = \frac{0,73}{0,93} = 0,79 \geq 0,68 \quad (2.3)$$

где $q_{\text{дет}}$ - масса детали ($q_{\text{дет}} = 0,73$ кг, с чертежа детали); 730

$Q_{\text{заг}}$ – масса заготовки;

γ – средняя плотность.

Вывод: Данный выбор припусков можно считать правильным, то есть заготовка может быть использована в производстве.

2.1.2 Конструирование и расчет заготовки, получаемой методом штамповки

Определим допуски и припуски на длиновые и диаметральные размеры штамповки по ТУ1-92-67-82, рассчитываем окончательные размеры, и результат заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Допуски и припуски на штамповку

| Размер, мм | Допуск, мм | Припуск на одну сторону, мм | Окончательный размер, мм |
|------------|------------|-----------------------------|--------------------------|
| ∅ 34 | 0.4 | 1,9 | 38±0.4 |
| ∅ 52 | 0.7 | 2,4 | 57±0.7 |
| 135 | 0.8 | 3,8 | 139±0.8 |
| 43 | 0.4 | 2,2 | 46±0.4 |
| 35 | 0,4 | 1,9 | 37±0.4 |
| 19 | 0,3 | 1,2 | 21±0.3 |
| 9 | 0,3 | 1,2 | 11±0.3 |
| 4 | 0,3 | 1,2 | 6±0.3 |

Определение усилия штамповок

Для поковок не круглых в плане

$$P = 0.8(1 - 0.001D_{\text{пр}}) \cdot 1.1 + 20 D_{\text{пр}}^2 (1 + 0.1 \frac{L_{\text{п}}}{B_{\text{Пср}}}) \sigma_{\text{в}} F_{\text{п}} \quad (2.4)$$

где $\sigma_{\text{в}}$ - предел прочности материала;

$\sigma_{\text{в}}$ - предел прочности материала (1370 МН/м²);

$F_{\text{п}}$ - площадь поковки в плане (38 * 139 + 52 * 56 + 11 * 21 = 8425 мм²);

$D_{\text{пр}}$ - приведенный диаметр ($1.13 \sqrt{F_{\text{п}}} = 1.13 \sqrt{8425} = 104$ мм); (2.5)

$L_{\text{п}}$ - максимальный размер некруглой в плане поковки (139 мм);

$B_{\text{Пср}}$ -средняя ширина поковки в плане ($\frac{F_{\text{п}}}{L_{\text{п}}} = \frac{8425}{139} = 60.6$ мм); (2.6)

$$P = 0.8 (1 - 0.001 \cdot 104) \cdot 1.1 + 20 \cdot 104^2 (1 + 0.1 \frac{139}{60.6}) \cdot 1370$$

$$\cdot 8425 = 20124720 \text{ Н} = 25 \text{ МН}$$

Выбираем пресс с усилием 25 МН.

Выбор штамповочных уклонов, радиусов закруглений, расчет облойной канавки

Оборудование—пресс кривошипный горячештамповочный

Штамповочные уклоны: внешние 5°, внутренние 7°.

Радиусы закруглений: внешние 2 мм, внутренние 6 мм.

Толщина мостика для облоя:

$$h_0 = C_0 \sqrt{F_{\text{п}}} = 0.016 \sqrt{8425} = 1,5 \text{ мм} \quad (2.7)$$

где C_0 - коэффициент, равный 0.016;

$F_{\text{п}}$ - площадь поковки в плане (38 * 139 + 52 * 56 + 11 * 21 = 8425 мм²).

По значению величины мостика и усилию пресса 25МН выбираем параметры облойной канавки: l=6 мм, h=6 мм, R₀=20 мм, r=2.0 мм, h₀=2.0 мм.

Расчет коэффициента использования материала.

Найдем объем заготовки, для этого разобьем её на простейшие части, в нашем случае, 3 объема цилиндрической формы, и рассчитаем его по формуле.

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{п}} + V_{\text{уг}} + V_{\text{об}} = 728.5 + 3.6 + 19.3 = 751.4 \text{ мм}^3 \quad (2.8)$$

где $V_{\text{п}}$ - объем поковки, рассчитанный по номинальным размерам;

$V_{\text{уг}}$ – объем угара, зависит от способа нагрева;

$V_{\text{об}}$ – объем облоя.

$$V_{\text{п}} = \frac{\pi \cdot 37^2}{4} \times 137 + \frac{\pi \cdot 55^2}{4} \cdot 52 = 270710 \text{ мм}^3 = 271 \text{ м}^3 \quad (2.1)$$

$$V_{\text{уг}} = 0.5\% \text{ от } V_{\text{п}} = 0.005 \cdot 271 = 3.6 \text{ м}^3 \quad (2.9)$$

$$V_{\text{об}} = \xi F_{\text{м}} P_{\text{п}} + \xi \pi l = 2.4 \cdot 12 \cdot 626 + 2.4 \cdot 3.1415 \cdot 6 = 19332 \text{ мм}^3 = 19.3 \text{ мм}^3 \quad (2.10)$$

где $F_{\text{м}}$ - площадь поперечного сечения мостика ($l \cdot h_0 = 6 \cdot 2 = 12 \text{ мм}^2$);

$P_{\text{п}}$ – периметр поковки ($53 + 2 \cdot 100 + 75 - 53 + 103 \cdot 2 + 75 - 44 + 35 \cdot 2 + 44 = 626 \text{ мм}$);

l – ширина мостика облойной канавки (6 мм);

ξ – коэффициент, учитывающий изменение фактической площади сечения полученного облоя по сравнению с площадью сечения мостика, в диапазоне 1.5...2.5 (принимаем 2.4).

$$Q_{\text{заг}} = \gamma \cdot V_{\text{заг}} = 7.85 \cdot 751.4 = 5899 \text{ г} = 5.9 \text{ кг} \quad (2.2)$$

$$K_{\text{им}} = \frac{q_{\text{дет}}}{Q_{\text{заг}}} = \frac{4.8}{5.9} = 0.81 > 0.65 \quad (2.3)$$

где $q_{\text{дет}}$ - масса детали ($q_{\text{дет}} = 4.8 \text{ кг}$, с чертежа детали);

$Q_{\text{заг}}$ – масса заготовки;

γ – средняя плотность.

Вывод: принимаем данные размеры заготовки в качестве годной, так как того требует ТУ1-92-67-82

2.1.3 Экономическое обоснование выбора способа получения заготовки

Расчет технологической себестоимости заготовки

Для окончательного выбора метода получения заготовки следует провести сравнительный анализ технологической себестоимости.

Расчет технологической себестоимости заготовки произведем по формуле

$$C_T = \frac{q}{K_M} (C_{\text{заг}} + C_{\text{мех}} - C_{\text{отх}} \cdot 1 - K_{\text{им}}) \quad (2.11)$$

Для литья:

Стоимость 1 кг заготовки:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{от}} \cdot h_T \cdot h_c \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{\Pi} = 5090 \cdot 1.03 \cdot 0.7 \cdot 1.07 \cdot 2.4 \cdot 0.5 = 10995 \text{ руб/кг} \quad (2.12)$$

$C_{\text{от}} = 5090 \text{ руб/кг}$ – базовая стоимость 1 кг 06X14H6Д2МБТ-Ш отливки полученной литьем в земляные формы

$h_T = 1.03$ – 1 класс точности (деталь - тело вращения)

$h_M = 5.60$ – для легированной стали

$h_c = 0.7$ – 1 группа сложности детали

$h_B = 1.07$ – в зависимости от массы отливки от 0.5 до 10 кг

$h_{\Pi} = 0.5$ – 1 группа серийности детали

Стоимость механической обработки на 1 кг стружки:

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_H \cdot C_K = 1.06 + 0.15 \cdot 2.213 = 1.39 \text{ руб/кг} \quad (2.13)$$

Для прочих отраслей промышленности:

$C_c = 1.06 \text{ руб/кг}$ – текущие затраты на 1 кг стружки

$C_K = 2.213 \text{ руб/кг}$ – капитальные затраты на 1 кг стружки

$E_H = 0.15$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений

Цена 1 кг отходов:

$$C_{\text{отх}} = 14.4 \text{руб/кг}$$

Технологическая себестоимость:

$$C_{\text{т1}} = \frac{0,73}{0,79} 10995 + 1,39 - 14,4 \cdot 1 - 0,85 = 11799 \text{руб} \quad (2.14)$$

Для штамповки:

Стоимость 1 кг заготовки:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{от}} \cdot h_{\text{т}} \cdot h_{\text{с}} \cdot h_{\text{в}} \cdot h_{\text{м}} \cdot h_{\text{п}} = 4315 \cdot 0,9 \cdot 5,6 \cdot 0,75 \cdot 1,64 \cdot 1,0 = 20550,35 \text{руб/кг} \quad (2.12)$$

$C_{\text{шт}} = 3315 \text{руб/кг}$ – стоимость 1 кг штамповк

$h_{\text{т}} = 0,9$ – 2 класс точности

$h_{\text{м}} = 5,6$ – для углеродистой стали

$h_{\text{с}} = 0,75$ – 1 группа сложности детали

$h_{\text{в}} = 1,64$ – в зависимости от массы поковки в 7 кг

$h_{\text{п}} = 1,0$ – из учета объема производства

Стоимость механической обработки на 1 кг стружки:

$$C_{\text{мех}} = C_{\text{с}} + E_{\text{н}} \cdot C_{\text{к}} = 1,06 + 0,15 \cdot 2,213 = 1,39 \text{руб/кг} \quad (2.13)$$

Для прочих отраслей промышленности:

$C_{\text{с}} = 1,06 \text{руб/кг}$ – текущие затраты на 1 кг стружки

$C_{\text{к}} = 2,213 \text{руб/кг}$ – капитальные затраты на 1 кг стружки

$E_{\text{н}} = 0,15$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений

Цена 1 кг отходов:

$$C_{\text{отх}} = 14.4 \text{руб/кг}$$

Технологическая себестоимость:

$$C_{\text{т2}} = \frac{0,73}{0,79} 20550,35 + 1,39 - 14,4 \cdot 1 - 0,79 = 18987 \text{руб}$$

Окончательный выбор способа получения заготовки

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовки:

$$\text{Э} = (C_{\text{т2}} - C_{\text{т1}})N = (1081 - 1042)1000 = 39000 \text{руб} = 39 \text{ тыс руб} \quad (2.15)$$

Вывод: в качестве метода получения заготовки принимаем метод литья с годовой экономией в 39 тыс. руб.

Таблица 2.3 - Средства оснащения для нового технологического процесса

| № и наименование операции | Наименование, модель оборудования | Наименование станочного приспособления | Наименование и размер инструмента, марка материала, номер стандарта или чертежа | Наименование и типоразмер измерительного средства, номер стандарта или чертежа |
|---|-----------------------------------|---|---|--|
| 000 Заготовительная | Пресса мех. | - | - | - |
| 015 Токарная Черновая центровая льная | Токарный с ЧПУ 16К20Ф3 | Патрон поводковый 7108-0027 ГОСТ 2571-71 Специально разработанный патрон Центр вращающийся А-1-2-Н ГОСТ 8742-75 | Резец токарный торцевой ГОСТ 18879-73 Марка мат. Т5К10 Сверло центровое комбинированное 2317-0001 ГОСТ 14952-75 Материал Р6М5 | Штангенциркуль, микрометр |
| 015 Токарная Черноовая | Токарный с ЧПУ 16К20Ф3 | Специально разработанный патрон Центр вращающийся А-1-2-Н | Резец токарный проходной упорный прямой ГОСТ 18879-73 Марка мат. Т5К10 | Штангенциркуль |

Продолжение таблицы 2.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|--|---|---------------------------------|-----------------------------|
| 020 Шлифовальная | Универсальный круглошлифовальный станок ШУ 321 с ЧПУ | Специально разработанный патрон | Круг шлифовальный ГОСТ 2424-83 | Микрометр Штангенциркуль |
| 025 Электроэрозсионная | Электроэрозионный станок DK7725 | Магнитная Призма | Вольфрамомолибденовая проволока | Штангенциркуль Микрометр |
| 028 электроэрозсионная | Электроэрозионный станок DK7725 | Специально изготовленный прижим | Вольфрамомолибденовая проволока | Микрометр Штангенциркуль |
| 030 фрезерная | Обработывающий центр 60 спс | Тиски станочные винтовые самоцентрирующиеся с призматическим и губками тиски 7200-0252 ГОСТ 21168-85; | Фреза P6M6 | Микрометр Штангенциркуль |
| 040 Токарная Черновая Сверлильная Токарная | Токарный станок с ЧПУ ТК36 | Патрон поводковый 7108-0027 ГОСТ 2571-71 | Резец токарный Т5К10 | Штангенциркуль Набор ТЭС |

Продолжение таблицы 2.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|---|-----------------|-----------------------------------|
| 045 Сверлиль ная Токарная Черновая Нарезани е Резьбы Токарная Чистовая | Токарный станок с ЧПУ ТК36 | Специально разработанный патрон | T5K10 | Набор ТЭС Калибр для резьбы |
| 050 Эрозион ная | копирова льно- прошивочны й станок ШГИ-63- 440М | Специальное приспособление | Медный электрод | Штангенци ркуль |
| 055 Фрезерна я | Обрабатыва ющий центр Shaublin 60 сnc | Тиски станочные винтовые самоцентрирую щиеся с призматическим и губками | Фреза Р6М6 | Штангенци ркуль |
| 060 Токарная Чистовая | Токарный станок с ЧПУ ТК36 | Специально разработанный патрон | T5K10 | Набор ТЭС |

2.3 Расчет режимов резания

Операция 015 точение:

Для проведения данной операции было принято решение использовать Токарный станок с ЧПУ ТК36. Станок удовлетворяет всем требованиям изготовления, по точности и шероховатости поверхностей

При черновом точении будем использовать регулируемую резец-вставку

16x20x20 φ=91° 29133-91 Т5К10.

На данной операции обрабатываются следующие поверхности: 1, 2, 3, 4.

Назначим глубину резания:

- При точении поверхности 1, 2, 3 глубина резания:

черновая $t=2,15$ мм

чистовая $t=0,35$ мм

- При точении поверхности 4 глубина резания:

черновая $t=1,25$ мм

чистовая $t=0,35$ мм

Черновая обработка:

Подача при $d=30...120$ мм, державки резца 16x20x20, с t до 3 мм рекомендуется $S=0,6...1,2$ мм/об. Принимаем для данных поверхностей $S=0,8$ мм/об.

Наибольший припуск снимается при обработке 1, 2, 3 поверхности $t=2,15$ мм. Следовательно, при обработке этой поверхности возникают наибольшие силы резания.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (2.16)$$

Где $C_v=350$ - поправочный коэффициент для наружного точения проходными резцами;

$T=120$ мин- стойкость инструмента;

$m=0,2$, $x=0,15$, $y=0,35$ -табличные значения показателей степени.

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{nv}=0,768 \quad (2.17)$$

где $K_{nv}=0.8$ – коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки
 $K_{mv}=0,65$ – коэффициент на инструментальный материал
 $K_{mv} = K_r(750/\sigma_B)^{n_v}=1,478$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки

Скорость резания при обработке 1, 23 поверхности ($t_1=2,15$ мм):

$$V = \frac{350 \cdot 0.768}{120^{0.2} \cdot 2.15^{0.15} \cdot 0.8^{0.35}} = 109 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя при обработке 2 поверхности:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 109}{3.14 \cdot 52,35} = 663 \text{ об/мин} \quad (2.18)$$

По паспорту станка принимаем 663 об/мин для 1, 23 при $V=109$ м/мин.

Сила резания равна:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,15^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 109^{-0,15} \cdot 1.057 = 2642 \text{ Н} \quad (2.19)$$

(C_p -коэффициент, x, y, n -табличные показатели степени,
 $K_p=0.845 \cdot 1.0 \cdot 1.25 \cdot 1.0 \cdot 1.0=1.057$ - поправочный коэффициент)

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2642 \cdot 109}{1020 \cdot 60} = 4,71 \text{ кВт} \quad (2.20)$$

$N_{рез} < N_{станка} \cdot \eta = 5,5$ (по паспорту станка).

Таким образом, данный станок можно эксплуатировать при данных режимах резания.

Скорость резания при обработке 2,4 поверхности ($t= 1,35$ мм):

$$V = \frac{350 \cdot 0.768}{120^{0.2} \cdot 1.25^{0.15} \cdot 0.8^{0.35}} = 110 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя при обработке 2, 4 поверхности:

$$n = \frac{1000 \cdot 110}{3.14 \cdot 35,75} = 980 \text{ об/мин}$$

Фактические скорости совпадают с расчетными, потому что станок имеет бесступенчатую регулировку частоты вращения шпинделя.

Чистовая обработка:

При чистовом точении будем использовать регулируемую резец-вставку

16x20x20 $\phi=91^0$ 29133-91 T15K6.

Рекомендуется $S=0,05\dots 0,16$ мм/об. Принимаем для данных поверхностей $S=0,1$ мм/об.

Скорость резания при обработке 1, 2, 4, 23 поверхности ($t=0,35$ мм):

$$V = \frac{420 \cdot 0.768}{120^{0.2} \cdot 0.35^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} = 235 \text{ м/мин}$$

Где $C_V=420$ - поправочный коэффициент для наружного точения проходными резцами;

$T=120$ мин- стойкость инструмента;

$m=0,2$, $x=0,15$, $y=0,2$ -табличные значения показателей степени.

Частота вращения шпинделя при обработке 1, 23 поверхности:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 235}{3.14 \cdot 52,0} = 1439 \text{ об/мин}$$

Частота вращения шпинделя при обработке 2, 4 поверхности:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 235}{3.14 \cdot 35,40} = 2114 \text{ об/мин}$$

Фактические скорости совпадают с расчетными, потому что станок имеет бесступенчатую регулировку частоты вращения шпинделя.

Операция 020 шлифование:

Согласно технологическому маршруту будем использовать Торцекругло-шлифовальный станок с ЧПУ GA-3535CNC, . шлифовальный круг (плоским с коническим профилем) марки 24A25CM28K5. Станок позволяет шлифовать торцевые и цилиндрические поверхности.

На данной операции обрабатываются следующие поверхности: 2, 4, 1, 23

Так как наибольшей диаметр между поверхностями 1, 23 то расчет мощности будем вести по данным поверхностям.

Назначим глубину резания:

Глубина резания $t=0,025$ мм.

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 2,2 \cdot 15^{0,5} \cdot 0,025^{0,5} \cdot 20^{0,55} \cdot 52,05^0 = 6,4 \text{ кВт}$$

где C_N коэффициент и r, x, y, q показатели степени табл. данные,

v_3 - скорость заготовки,

t - глубина резания,

s - продольная подача,

d - диаметр шлифования

При сравнении с мощностью используемого кругло шлифовального станка Торце кругло-шлифовальный станок с ЧПУ GA-3535CNC $N_{рез} < N_{станка} \cdot \eta = 8$ кВт (по паспорту станка), делаем вывод, что данный станок подходит.

Операция 035 точение:

Для проведения данной операции было принято решение использовать Токарный станок с ЧПУ ТК36. Станок удовлетворяет всем требованиям изготовления, по точности и шероховатости поверхностей

Сверление:

При рассверливание будет использоваться сверло 24*281*160мм марка сверла Р6М5

Подача сверла рассчитывается по формуле

$$S = CD^{0.6}K_{ls}. \quad (2.19)$$

Где S -подача

D диаметр сверла

C табличное значение зависящие от марки обрабатываемого металла

K_{ls} коэффициент на подачу

$$S = CD^{0.6}K_{ls} = 0,13 * 24^{0.6} * 0,7 = 0,61\text{мм/об.}$$

При черновом точении будем использовать регулируемую расточную резец-вставку

8x20x20 $\varphi=91^0$ 29133-91 T5K10.

На данной операции обрабатываются следующие поверхности: 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

Назначим глубину резания:

- При сверлении поверхностей 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 глубина сверления:

$t=12\text{mm}$

- При точении поверхности 14, 15, 18 глубина резания:

черновая $t=3\text{ мм}$

черновая $t=2,15\text{ мм}$

черновая $t=1,5\text{ мм}$

чистовая $t=0,15\text{ мм}$

- При точении поверхности 16, 17 глубина резания:

черновая $t=3\text{ мм}$

черновая $t=2,15\text{ мм}$

черновая $t=1,5\text{ мм}$

черновая $t=3\text{ мм}$

черновая $t=1,5\text{ мм}$

чистовая $t=0,1\text{ мм}$

- При точении поверхности 12, 13 глубина резания:

черновая $t=3\text{ мм}$

чистовая $t=1\text{ мм}$

- При точении поверхности 10, 11 глубина резания:

чистовая $t=0,5\text{ мм}$

Черновая обработка:

Подача при $d=30\dots120\text{ мм}$, державки резца $8\times20\times20$, с t до 3 мм рекомендуется $S=0,6\dots1,2\text{ мм/об}$. Принимаем для данных поверхностей $S=0,8\text{ мм/об}$.

Наибольший припуск снимается при обработке поверхности 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 $t=3\text{ мм}$. Следовательно, при обработке этой поверхности возникают наибольшие силы резания.

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где $C_V=350$ - поправочный коэффициент для растачивания резцами;

$T=120$ мин- стойкость инструмента;

$m=0,2$, $x=0,15$, $y=0,35$ -табличные значения показателей степени.

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{NV}=0,768$$

где $K_{NV}=0,8$ – коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки

$K_{IV}=0,65$ – коэффициент на инструментальный материал

$K_{MV} = K_r(750/\sigma_B)^{n_v}=1,478$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки

- Скорость резания при обработке 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 поверхности ($t_1=3$ мм):

$$V = \frac{350 \cdot 0,768}{120^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,35}} = 115 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя при обработке поверхностей:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 115}{3,14 \cdot 30} = 1189 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка принимаем 1189 об/мин для 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 при $V=115$ м/мин.

Сила резания равна:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 115^{-0,15} \cdot 1,057 = 2642 \text{ Н}$$

(C_p -коэффициент, x, y, n -табличные показатели степени, $K_p=0,845 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0=1,057$ - поправочный коэффициент)

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2642 \cdot 115}{1020 \cdot 60} = 4,02 \text{ кВт}$$

$$N_{рез} < N_{станка} \cdot \eta = 5,5 \text{ (по паспорту станка).}$$

Таким образом, данный станок можно эксплуатировать при данных режимах резания.

- Скорость резания при обработке 14, 15, 16, 17, 18 поверхности ($t_1=2,15$ мм):

$$V = \frac{350 \cdot 0.768}{120^{0.2} \cdot 2.15^{0.15} \cdot 0.8^{0.35}} = 110 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя при обработке 14, 15, 16, 17, 18 поверхности:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 110}{3.14 \cdot 34,3} = 1021 \text{ об/мин}$$

- Скорость резания при обработке 14, 15, 16, 17, 18 поверхности ($t_1=1,5$ мм):

$$V = \frac{350 \cdot 0.768}{120^{0.2} \cdot 1,5^{0.15} \cdot 0.8^{0.35}} = 128 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя при обработке 14, 15, 16, 17, 18 поверхности:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 128}{3.14 \cdot 37,3} = 1093 \text{ об/мин}$$

- Скорость резания при обработке 16, 17 поверхности ($t_1=3$ мм):

$$V = \frac{350 \cdot 0.768}{120^{0.2} \cdot 3^{0.15} \cdot 0.8^{0.35}} = 115 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя при обработке поверхностей:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 115}{3.14 \cdot 43,3} = 846 \text{ об/мин}$$

- Скорость резания при обработке 16, 17 поверхности ($t_1=1,5$ мм):

$$V = \frac{350 \cdot 0.768}{120^{0.2} \cdot 1,5^{0.15} \cdot 0.8^{0.35}} = 128 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя при обработке поверхностей:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 128}{3.14 \cdot 46,3} = 880 \text{ об/мин}$$

Фактические скорости совпадают с расчетными, потому что станок имеет бесступенчатую регулировку частоты вращения шпинделя.

Чистовая обработка:

При чистовом точении будем использовать регулируемую резец-вставку

8x20x20 $\phi=91^0$ 29133-91 T15K6.

Рекомендуется $S=0,05 \dots 0,16$ мм/об. Принимаем для данных поверхностей $S=0,1$ мм/об.

- Скорость резания при обработке 16, 17 поверхности ($t=0,1$ мм):

$$V = \frac{420 \cdot 0.768}{120^{0.2} \cdot 0,1^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} = 283 \text{ м/мин}$$

Где $C_V=420$ - поправочный коэффициент для наружного точения проходными резцами;

$T=120$ мин- стойкость инструмента;

$m=0,2$, $x=0,15$, $y=0,2$ -табличные значения показателей степени.

Частота вращения шпинделя при обработке 16, 17 поверхности:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 235}{3.14 \cdot 52,0} = 1439 \text{ об/мин}$$

- Скорость резания при обработке 14, 15, 18 поверхности ($t=0,15$ мм):

$$V = \frac{420 \cdot 0.768}{120^{0.2} \cdot 0.15^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} = 266 \text{ м/мин}$$

Где $C_V=420$ - поправочный коэффициент для наружного точения проходными резцами;

$T=120$ мин- стойкость инструмента;

$m=0,2$, $x=0,15$, $y=0,2$ -табличные значения показателей степени

Частота вращения шпинделя при обработке 14, 15, 18 поверхности:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 235}{3.14 \cdot 35,40} = 2114 \text{ об/мин}$$

- Скорость резания при обработке 10, 11 поверхности ($t=0,5$ мм):

$$V = \frac{420 \cdot 0.768}{120^{0.2} \cdot 0.5^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} = 223 \text{ м/мин}$$

Где $C_V=420$ - поправочный коэффициент для наружного точения проходными резцами;

$T=120$ мин- стойкость инструмента;

$m=0,2$, $x=0,15$, $y=0,2$ -табличные значения показателей степени

Частота вращения шпинделя при обработке 10, 11 поверхности:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 223}{3.14 \cdot 38} = 1867 \text{ об/мин}$$

- Скорость резания при обработке 12, 13 поверхности ($t=1$ мм):

$$V = \frac{420 \cdot 0.768}{120^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} = 201 \text{ м/мин}$$

Где $C_V=420$ - поправочный коэффициент для наружного точения проходными резцами;

$T=120$ мин- стойкость инструмента;

$m=0,2$, $x=0,15$, $y=0,2$ -табличные значения показателей степени

Частота вращения шпинделя при обработке 12, 13 поверхности:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 201}{3.14 \cdot 25} = 2560 \text{ об/мин}$$

Фактические скорости совпадают с расчетными, потому что станок имеет бесступенчатую регулировку частоты вращения шпинделя.

2.4 Нормоконтроль

Таблица 2.4 – Пооперационный расчет времени обработки детали

| Номер и наименование операции | $T_{o \text{ мин}}$ | $T_{в \text{ мин}}$ | $T_{пз \text{ мин}}$ | п шт | $T_{ш-к \text{ мин}}$ |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|------|-----------------------|
| 010 токарная | 0,08 | 0,26 | 20 | 1000 | 1,63 |
| 015 токарная | | | 20 | 1000 | 3,2 |
| 020 шлифовальная | | | | 1000 | 22,9 |
| 025 эрозионная | Получено опытным путем | | | 1000 | 28,2 |
| 028 эрозионная | Получено опытным путем | | | 1000 | 33,8 |
| 030 фрезерная | Получена опытным путем | | | 1000 | 40,3 |
| 035 токарная | | | 24 | 1000 | 2,39 |
| 040 токарная | | | 16 | 1000 | 2,37 |
| 045 токарная | | | 20 | 1000 | 1,58 |
| 050 эрозионная | Получено опытным путем | | | 1000 | 15,5 |
| 055 фрезеровка | Получено опытным путем | | | 1000 | 3 |
| 060 токарная | | | | 1000 | 1,85 |
| Итого | | | | 1000 | ? |

Операция 010 точение:

Для серийного производства определяем норму штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$ по формуле:

$$T_{ш-к} = T_{п-з} / n + T_o + (T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}) * K + T_{об.от} \quad (2,20)$$

Где $T_{п-з}$ - подготовительно-заключительное время,

n - количество деталей в настроечной партии;

T_o - основное время,

T_{yc} - время на установку и снятие детали,

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

$T_{уп}$ - время на приемы управления,

$T_{из}$ - время на измерение детали,

$T_{об.от}$ - общее время на обслуживание рабочего места и отдых;

K - поправочный коэффициент, для среднесерийного производства $K=1,85$.

Для токарной операции при установке заготовки в патроне самоцентрирующемся с поджатием центром задней бабки с учетом времени на получение инструмента до начала и сдачи после окончания работы

$$T_{п-з} = 10 + 10 = 20 \text{ мин}$$

Время на установку и снятие детали, на закрепление и открепление детали

$$T_{yc} + T_{зо} = 0,12 \text{ мин}$$

Время на приемы управления:

Включить и выключить станок кнопкой- 0,01 мин; повернуть резцовую головку на следующую позицию - 0,08 мин. Следовательно:

$$T_{уп} = 0,01 + 0,08 = 0,09 \text{ мин}$$

Время, затраченное на измерение детали 0,15 мин при 20% контролируемых деталей, тогда:

$$T_{из} = 0,15 \cdot 0,2 = 0,03 \text{ мин}$$

С учетом поправочного коэффициента вспомогательное время:

$$T_b = (0,24 + 0,09 + 0,03) \cdot 1,85 = 0,67 \text{ мин}$$

Основное время рассчитываем по формуле:

$$T_o = \frac{l_{px} \cdot i}{s_m}$$

Торцевание:

Длина рабочего хода инструмента равна:

$$L_{py} = L_a + L_b = 36 \text{ мм}$$

Минутная подача:

$$S_m = S_0 \cdot n = 0,8 \cdot 700 = 480 \text{ мм/мин} \quad (2.21)$$

Тогда основное время:

$$T_0 = 36 / 480 = 0,08 \text{ мин}$$

Оперативное время (с учетом черногового и чистового проходов):

$$T_{оп} = T_0 + T_b = 0,26 + 0,08 = 0,34 \text{ мин}$$

$$n = \frac{N_{шт/год}}{254} \cdot a, \text{ где } a = 6$$

Отсюда: $n = 118$

Тогда время штучно-калькуляционное:

$$T_{ш-к} = 20 / 118 + 0,34 = 1,63 \text{ мин}$$

Операция 015 точение:

Для серийного производства определяем норму штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$ по формуле:

$$T_{ш-к} = T_{п-з} / n + T_0 + (T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}) \cdot K + T_{об.от}$$

Где $T_{п-з}$ - подготовительно-заключительное время,

n - количество деталей в настроечной партии;

T_0 - основное время,

T_{yc} - время на установку и снятие детали,

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

$T_{уп}$ - время на приемы управления,

$T_{из}$ - время на измерение детали,

$T_{об.от}$ - общее время на обслуживание рабочего места и отдых;

K - поправочный коэффициент, для среднесерийного производства $K = 1,85$.

Для токарной операции при установке заготовки в патроне самоцентрирующемся с поджатием центром задней бабки с учетом времени на получение инструмента до начала и сдачи после окончания работы

$$T_{п-з} = 10 + 10 = 20 \text{ мин}$$

Время на установку и снятие детали, на закрепление и открепление детали

$$T_{yc} + T_{zo} = 0,12 \text{ мин}$$

Время на приемы управления:

Включить и выключить станок кнопкой- 0,01 мин; повернуть резцовую головку на следующую позицию - 0,08 мин. Следовательно:

$$T_{уп} = 0,01 + 0,08 = 0,09 \text{ мин}$$

Время, затраченное на измерение детали 0,15 мин при 20% контролируемых деталей, тогда:

$$T_{из} = 0,15 \cdot 0,2 = 0,03 \text{ мин}$$

С учетом поправочного коэффициента вспомогательное время:

$$T_{в} = (0,24 + 0,09 + 0,03) \cdot 1,85 = 0,67 \text{ мин}$$

Основное время рассчитываем по формуле:

$$T_0 = \frac{l_{px} \cdot i}{S_m}$$

На черновой проход:

Длина рабочего хода инструмента равна:

$$L_{px} = L_a + L_6 = 147,5 \text{ мм}$$

Минутная подача:

$$S_m = S_0 \cdot n = 0,8 \cdot 700 = 480 \text{ мм/мин}$$

Тогда основное время:

$$T_0 = 147,5 / 480 = 0,26 \text{ мин}$$

На чистовой проход:

Длина рабочего хода инструмента равна:

$$L_{px} = L_a + L_6 = 140 \text{ мм}$$

Минутная подача:

$$S_m = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 1500 = 150 \text{ мм/мин}$$

Тогда основное время:

$$T_0 = 147,5 / 150 = 0,98 \text{ мин}$$

Оперативное время (с учетом чернового и чистового проходов):

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B = 0,26 + 0,98 + 0,67 = 1,91 \text{ мин}$$

$$n = \frac{N_{\text{шт/год}}}{254} \cdot a, \text{ где } a=6$$

$$\text{Отсюда: } n=118$$

Тогда время штучно-калькуляционное:

$$T_{\text{шт-к}} = 20/118 + 1,91 = 3,2 \text{ мин}$$

Операция 020 шлифование:

Для серийного и мелкосерийного производства определяем время обработки по формуле:

$$T_o = \frac{L}{S_B B_K n_d} i K, \quad i = \frac{a}{S_{2x}}, \quad (2,22)$$

где L- длина рабочего хода инструмента,

S_B -подача на ход в долях ширины шлиф круга,

B_K -ширина шлифовального круга,

n_d -частота вращения изделия,

i-число проходов инструмента,

a- припуск на обработку,

S_{2x} -подача на двойной ход.

$$L = 147,5 \text{ мм.}$$

$$n_d = \frac{1000 \cdot v_s}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 52} = 92 \text{ об/мин}$$

$$T_o = \frac{147,5}{0,003 \cdot 160 \cdot 160} \cdot \frac{0,02}{0,003} \cdot 1,2 = 15,5 \text{ мин}$$

Время выполнения вспомогательных операций: время включения и выключения станка $T_1 = 0,01$ мин, время установки снятия заготовки $T_2 = 2,4$ мин, время на измерения детали $T_3 = 0,15$ мин, тогда общее время $T_B = T_1 + 2 \cdot T_2 + T_3 = 4,96$ мин.

Время на обслуживание и отдыха 10-12% от оперативного времени

$$T_{\text{об.от.}} = 0,1 \cdot (T_o + T_B) = 0,1 \cdot (15,5 + 4,96) = 2,46 \text{ мин}$$

Тогда общее время обработки 1 детали равно:

$$T_{\text{общ}} = T_o + T_B + T_{\text{об.от.}} = 15,5 + 4,96 + 2,46 = 22,92 \text{ мин.} \quad (2,23)$$

Операция 035 точение:

Для серийного производства определяем норму штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$ по формуле:

$$T_{ш-к} = T_{п-з} / n + T_0 + (T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}) * K + T_{об.от}$$

Где $T_{п-з}$ - подготовительно-заключительное время,

n - количество деталей в настроечной партии;

T_0 - основное время,

$T_{ус}$ - время на установку и снятие детали,

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

$T_{уп}$ - время на приемы управления,

$T_{из}$ - время на измерение детали,

$T_{об.от}$ - общее время на обслуживание рабочего места и отдых;

K - поправочный коэффициент, для среднесерийного производства $K=1,85$.

Для токарной операции при установке заготовки в патроне самоцентрирующемся с поджатием центром задней бабки с учетом времени на получение инструмента до начала и сдачи после окончания работы

$$T_{п-з} = 12 + 12 = 24 \text{ мин}$$

Время на установку и снятие детали, на закрепление и открепление детали

$$T_{ус} + T_{зо} = 0,12 \text{ мин}$$

Время на приемы управления:

Включить и выключить станок кнопкой - 0,01 мин; повернуть резцовую головку на следующую позицию - 0,08 мин. Следовательно:

$$T_{уп} = 0,01 + 0,08 = 0,09 \text{ мин}$$

Время, затраченное на измерение детали 0,15 мин при 20% контролируемых деталей, тогда:

$$T_{из} = 0,15 \cdot 0,2 = 0,03 \text{ мин}$$

С учетом поправочного коэффициента вспомогательное время:

$$T_в = (0,24 + 0,09 + 0,03) \cdot 1,85 = 0,67 \text{ мин}$$

Основное время рассчитываем по формуле:

$$T_o = \frac{l_{px} \cdot i}{S_m}$$

На сверление

Для расчета основного времени на сверление воспользуемся формулой:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \quad (2,25)$$

Где L- рассчитываемая длина обработки

S-подача

n- число оборотов инструмента

S=0,61

n=480 по справочнику

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где $l_1 = D/2$

D- диаметр сверла

$l_2 = 1$

$$L = l + l_1 + l_2 = 127,1 + 1 + 12 = 140,1$$

$$T_o = \frac{140,1}{480 \cdot 0,61} = 0,49 \text{ мин}$$

На черновой проход:

Длина рабочего хода инструмента равна:

$$L_{px} = L_a + L_6 = 213,7 \text{ мм}$$

Минутная подача:

$$S_m = S_0 \cdot n = 0,8 \cdot 700 = 480 \text{ мм/мин}$$

Тогда основное время:

$$T_o = 213,4 / 560 = 0,42 \text{ мин}$$

На чистовой проход:

Длина рабочего хода инструмента равна:

$$L_{px} = L_a + L_6 = 121,7 \text{ мм}$$

Минутная подача:

$$S_m = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 1500 = 150 \text{ мм/мин}$$

Тогда основное время:

$$T_0=121,7/150=0,81 \text{ мин}$$

Оперативное время (с учетом черного и чистового проходов):

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 0,42 + 0,81 + 0,67 + 0,49 = 2,39 \text{ мин}$$

$$n = \frac{N_{шт/год}}{254} \cdot a, \text{ где } a=6$$

Отсюда: $n=118$

Тогда время штучно-калькуляционное:

$$T_{шт-к} = 20/118 + 2,34 = 2,51 \text{ мин}$$

Операция 040 точение:

Для серийного производства определяем норму штучно-калькуляционного времени $T_{шт-к}$ по формуле:

$$T_{шт-к} = T_{п-з}/n + T_0 + (T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}) * K + T_{об.от}$$

Где $T_{п-з}$ - подготовительно-заключительное время,

n - количество деталей в настроечной партии;

T_0 - основное время,

$T_{ус}$ - время на установку и снятие детали,

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

$T_{уп}$ - время на приемы управления,

$T_{из}$ - время на измерение детали,

$T_{об.от}$ - общее время на обслуживание рабочего места и отдых;

K - поправочный коэффициент, для среднесерийного производства $K=1,85$.

Для токарной операции при установке заготовки в патроне самоцентрирующем с поджатием центром задней бабки с учетом времени на получение инструмента до начала и сдачи после окончания работы

$$T_{п-з} = 8 + 8 = 16 \text{ мин}$$

Время на установку и снятие детали, на закрепление и открепление детали

$$T_{ус} + T_{зо} = 0,12 \text{ мин}$$

Время на приемы управления:

Включить и выключить станок кнопкой- 0,01 мин; повернуть резцовую головку на следующую позицию - 0,08 мин. Следовательно:

$$T_{уп} = 0,01 + 0,08 = 0,09 \text{ мин}$$

Время, затраченное на измерение детали 0,15 мин при 20% контролируемых деталей, тогда:

$$T_{из} = 0,15 \cdot 0,2 = 0,03 \text{ мин}$$

С учетом поправочного коэффициента вспомогательное время:

$$T_{в} = (0,24 + 0,09 + 0,03) \cdot 1,85 = 0,67 \text{ мин}$$

Основное время рассчитываем по формуле:

$$T_0 = \frac{l_{рх} \cdot i}{S_m}$$

На черновой проход:

Длина рабочего хода инструмента равна:

$$L_{рх} = L_a + L_б = 147,5 \text{ мм}$$

Минутная подача:

$$S_m = S_0 \cdot n = 0,8 \cdot 700 = 480 \text{ мм/мин}$$

Тогда основное время:

$$T_0 = 147,5 / 560 = 0,26 \text{ мин}$$

На чистовой проход:

Длина рабочего хода инструмента равна:

$$L_{рх} = L_a + L_б = 140 \text{ мм}$$

Минутная подача:

$$S_m = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 1500 = 150 \text{ мм/мин}$$

Тогда основное время:

$$T_0 = 147,5 / 150 = 0,98 \text{ мин}$$

Оперативное время (с учетом чернового и чистового проходов):

$$T_{оп} = T_0 + T_{в} = 0,26 + 0,98 + 0,67 = 1,91 \text{ мин}$$

$$n = \frac{N_{шт/год}}{254} \cdot a, \text{ где } a = 6$$

Отсюда: $n = 118$

Тогда время штучно-калькуляционное:

$$T_{ш-к} = 16 / 118 + 1,91 = 3,2 \text{ мин}$$

Операция 045 точение:

Для серийного производства определяем норму штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$ по формуле:

$$T_{ш-к} = T_{п-з} / n + T_0 + (T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}) * K + T_{об.от}$$

Где $T_{п-з}$ - подготовительно-заключительное время,

n - количество деталей в настроечной партии;

T_0 - основное время,

$T_{ус}$ - время на установку и снятие детали,

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

$T_{уп}$ - время на приемы управления,

$T_{из}$ - время на измерение детали,

$T_{об.от}$ - общее время на обслуживание рабочего места и отдых;

K - поправочный коэффициент, для среднесерийного производства $K=1,85$.

Для токарной операции при установке заготовки в патроне самоцентрирующем с поджатием центром задней бабки с учетом времени на получение инструмента до начала и сдачи после окончания работы

$$T_{п-з} = 10 + 10 = 20 \text{ мин}$$

Время на установку и снятие детали, на закрепление и открепление детали

$$T_{ус} + T_{зо} = 0,12 \text{ мин}$$

Время на приемы управления:

Включить и выключить станок кнопкой - 0,01 мин; повернуть резцовую головку на следующую позицию - 0,08 мин. Следовательно:

$$T_{уп} = 0,01 + 0,08 = 0,09 \text{ мин}$$

Время, затраченное на измерение детали 0,15 мин при 20% контролируемых деталей, тогда:

$$T_{из} = 0,15 \cdot 0,2 = 0,03 \text{ мин}$$

С учетом поправочного коэффициента вспомогательное время:

$$T_в = (0,24 + 0,09 + 0,03) \cdot 1,85 = 0,67 \text{ мин}$$

Основное время рассчитываем по формуле:

$$T_0 = \frac{l_{\text{px}} \cdot i}{S_m}$$

На сверление

Для расчета основного времени на сверление воспользуемся формулой:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S}$$

Где L- рассчитываемая длина обработки

S-подача

n- число оборотов инструмента

S=0,63

n=480 по справочнику

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где $l_1 = D/2$

D- диаметр сверла

$l_2 = 1$

$$L = l + l_1 + l_2 = 50 + 1 + 21 = 72$$

$$T_0 = \frac{72}{480 \cdot 0.61} = 0,25 \text{ мин}$$

На черновой проход:

Длина рабочего хода инструмента равна:

$$L_{\text{px}} = L_a + L_6 = 88,6 \text{ мм}$$

Минутная подача:

$$S_m = S_0 \cdot n = 0,8 \cdot 700 = 480 \text{ мм/мин}$$

Тогда основное время:

$$T_0 = 88,6 / 480 = 0,19 \text{ мин}$$

На чистовой проход:

Длина рабочего хода инструмента равна:

$$L_{\text{px}} = L_a + L_6 = 44,3 \text{ мм}$$

Минутная подача:

$$S_m = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 1500 = 150 \text{ мм/мин}$$

Тогда основное время:

$$T_0 = 44,6 / 150 = 0,3 \text{ мин}$$

Оперативное время (с учетом черного и чистового проходов):

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{в}} = 0,19 + 0,3 + 0,25 + 0,67 = 1,41 \text{ мин}$$

$$n = \frac{N_{\text{шт/год}}}{254} \cdot a, \text{ где } a = 6$$

Отсюда: $n = 118$

Тогда время штучно-калькуляционное:

$$T_{\text{ш-к}} = 20 / 118 + 1,41 = 1,58 \text{ мин}$$

Глава 3. Совершенствование операций с помощью научных исследований

Для операции 025 было принято решение использовать электроэрозионный станок DK7725.

В станкопарке предприятия находилось 2 таких станка.

Была установлена магнитная призма, которая позволяла фиксировать заготовку вертикально относительно рабочей поверхности стола и ось детали находилась перпендикулярно относительно проволоки. Что дало нам отсутствие увеличения не перпендикулярности поверхностей Относительно оси детали.

Первоначально данная операция выполнялась на обрабатывающем центре с помощью фрезы.

Мною была разработана управляющая программа...

X0 Y0

Y62

X9

Y38.3

X51

Y62

X60

Y0

Она была не достаточно совершенна из за физических и химических свойств материала и схемы обработки детали

Были выявлены основные следующие недостатки:

- 1) Радиус между поверхностями
- 2) Быстрый износ режущего фрез
- 3) Обязательное наличие 1 наладочной детали
- 4) Высокая квалификация рабочего на оборудование для обработки
- 5) Высокая загруженность станка другими заказами

б) Большое время на наладку на изготовление данной детали

Радиус между поверхностями ... и ... образовывался в результате прохода фрезы по контуру из-за чего данные поверхности приходилось дополнительно обрабатывать на последующей операции

Из-за сложной химической структуры износ режущих кромок фрез быстро приходил в негодность.

В связи с тем, что программа на фрезерном станке не может быть отработана в полной мере точно без снятия материала приходилось тратить по 1 заготовки для наладки данного станка на обработку данных поверхностей

На данном станке данную продукцию обрабатывали исключительно наладчики под контролем технолога, дабы не допустить не каких изменений в поверхностном слое детали.

Отсутствие другого подобного оборудования заставляло тратить регулярно по 3-5 часов на переналадку оборудования для изготовления детали.

При обработке же на электро эрозионном оборудовании почти все недостатки были исключены основные недостатки которые были недостатками при фрезерной обработке

Мною была написана и подготовлена управляющая программа:

Также были подобраны режимы позволяющие достигать достаточных показателей по шероховатости поверхности и высокой скорости обработки поверхности.

Для операции 028 было так же принято решение использовать электроэрозионный станок DK7725.

Была установлена специализированная приспособления спроектированная мной и изготовленная под моим контролем, которая позволяла фиксировать заготовку таким образом, что бы обеспечить параллельность поверхностей ... и ... Первоначально данная операция выполнялась на обрабатывающем центре с помощью фрезы.

Управляющая программа...

XO YO

X7

G03 X9 Y2 R2

G03 X

Затем деталь переворачивается и деталь обрабатывается по той же управляющей программе.

Она была так не достаточно совершенна из за физических и химических свойств материала.

Были выявлены основные следующие недостатки:

- 1) Быстрый износ режущего инструмента
- 2) Обязательное наличие 1 наладочной детали
- 3) Высокая квалификация рабочего на оборудование для обработки
- 4) Высокая загруженность станка другими заказами
- 5) Большое время на наладку на изготовление данной детали

Радиус между поверхностями ... и ... образовывался в результате прохода фрезы по контуру из-за чего данные поверхности приходилось дополнительно обрабатывать на последующей операции

Из-за сложной химической структуры износ режущих кромок фрез быстро приходил в негодность.

В связи с тем, что программа на фрезерном станке не может быть отработана в полной мере точно без снятия материала приходилось тратить по 1 заготовки для наладки данного станка на обработку данных поверхностей

На данном станке данную продукцию обрабатывали исключительно наладчики под контролем технолога, дабы не допустить не каких изменений в поверхностном слое детали.

Отсутствие другого подобного оборудования заставляло тратить регулярно по 3-5 часов на переналадку оборудования для изготовления детали.

При обработке же на электроэрозионном оборудовании почти все недостатки были исключены недостатки, которые были при фрезерной обработке.

Расчет режимов резания для операций 025 и 030

Получив первые 20 деталей и 1 месяц на поиск оптимальных режимов резания, а так же полное изучение возможностей станка.

Скорости резания при данных исследованиях достигали от 20мм/сек до 75мм/сек, так же было варьирование силы тока и напряжение, подаваемое на проволоку

Этап №1

Первые 5 деталей обрабатывались на скорости 65-75 при силы тока 8 ампер и напряжение 200 вольт

При данной обротки время обработки составило

Шероховатость поверхности Rz20, что было допустимо

Данные режимы являются очень не экономичными, расход проволоки составил расход составил 18% от базовой массы после 3 обработанных деталей.

Что на порядок увеличивает затраты на изготовление детали плюс после каждой детали приходится делать под наладку в связи с утоньшением проволоки.

Так же данные режимы не рекомендуются заводом изготовителем, а точнее поставщиками оборудования, как вредным для токосъемников, что приводит к их быстрому стиранию и замене их на новые.

В конечном итоге было принято решения отказаться от данных режимов обработки как от не экономичных.

Этап 2

10 деталей обрабатывались средних режимах резания

Первые 5 деталей

Скорость 40 сила тока 4 ампера напряжение 150 вольт

Шероховатость поверхности составила Rz 10

Данные режимы резанья являются рекомендованными от завода производителя.

Расход проволоки на 3 детали составил 8% от базовой массы после 3 обработанных деталей

5 деталей

Скорость 50 сила тока 5 ампер напряжение 200 вольт

Шероховатость Rz 12.5

Расход проволоки на 3 детали 10% от базовой массы после обработанных 3 деталей.

Этап 3

5 деталей обрабатывались на минимальных скоростях резанья

Скорость 20 сила тока 1,5 ампер сила тока 100 вольт

Данные режимы предназначены для обработки с наименьшей шероховатости получаемой поверхности

Rz составило 2,5

Что было гораздо выше требуемой, но от данного способа обработки было решено сразу отказаться, так как временные показатели обработки одной детали не давали возможность своевременно закрывать план по данной продукции во время.

Расход же проволоки составил 23

В дальнейшем мои опыты подтвердились анализом научной литературы приведенной ниже.

Глава 4. Проектирование приспособления

4.1 Анализ данных

Деталь “Шток” представляет собой сложное тело, состоящее из цилиндрической трубы наружным диаметром 34,5мм и сложным профилем состоящих из 2 выступов вилочного типа.

Шток предназначен для установки внутренним диаметром через резьбовое соединение М27х1-6Н. На вилочные выступы штока устанавливается ответная деталь механизма при вертикальном движении штока по его оси.

Для обработки на электроэрозионном станке для операции 025 в качестве установочного элемента приспособления было решено взять прецизионную магнитную призму.

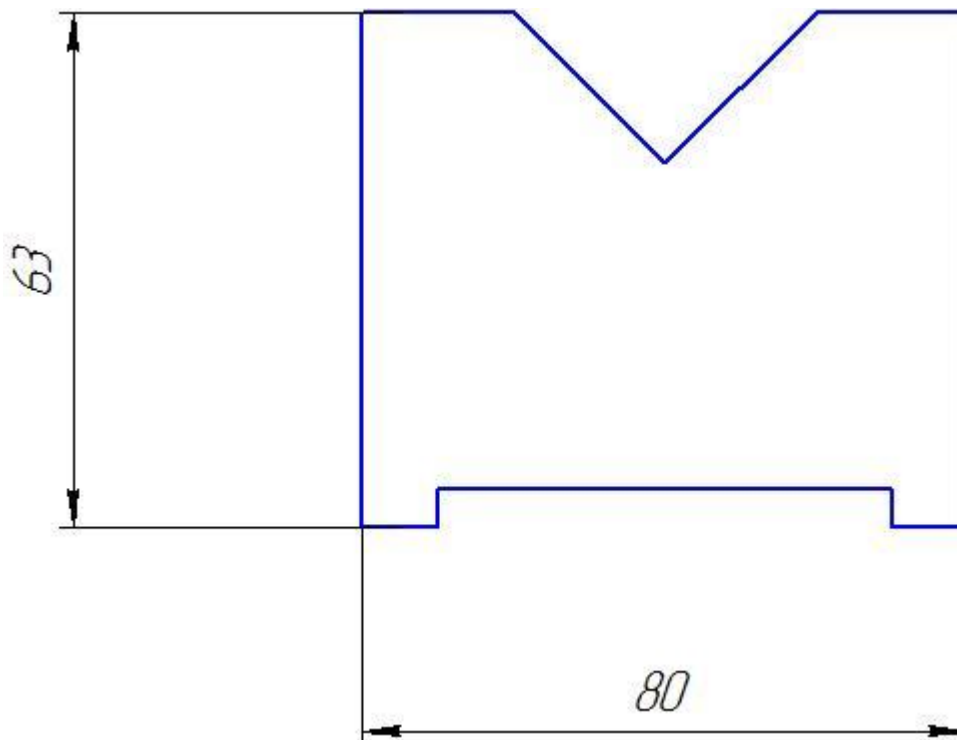


Рисунок 4.1 Магнитная призма общий вид

Данная призма фиксировалась к столу при помощи рычажного механизма.

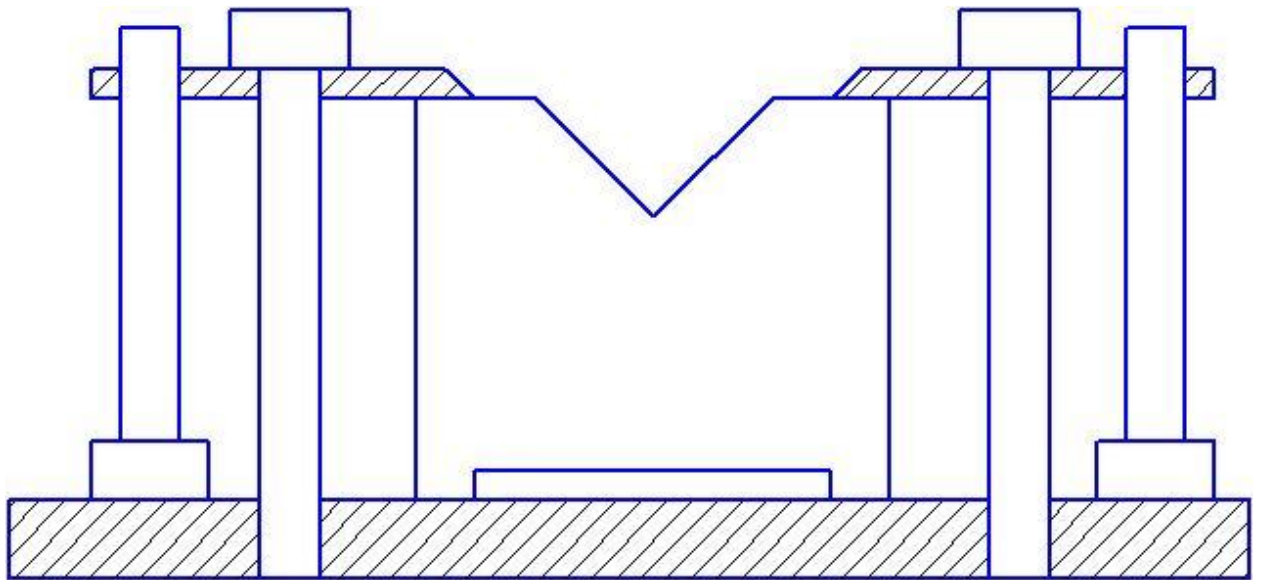


Рисунок 4.2 Система крепления магнитной призмы к рабочему столу

С помощью данного способа крепления она неподвижно фиксируется к столу станка

Данная призма позволяет фиксировать деталь за ее цилиндрическую поверхность, не давая ей сместиться. Позволяет быстро менять заготовки и из-за шлифованной плоскости позволяет быть отличной базой для зануления детали НЕ перпендикулярность поверхностей.

4.2 Схема базирования

Технологическая база – поверхность детали, используемая для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта.

Технологическая установка – процесс базирования и закрепления заготовки или изделия в приспособлении.

Для измерения неперпендикулярности поверхностей относительно ее центральной оси, межцентрового расстояния поверхностей от одноосновной оси, а так же погрешность расположения сложного профильного паза от 2 вилок, необходимо принять за основу две базы:

1. Центральная ось детали
2. Одна из профильных вилок детали

При этом опорной базой будет выступать наружный диаметр цилиндрической части детали.

4.3 Описание проектируемого приспособления

Для операции 025 и 050 были спроектированы и изготовлены два приспособления.

Для операции 025

Приспособление состоит из основания в виде сложно профильного куба с отверстиями, с закрепленными на нем элементами для выставления и закрепления детали относительно него. Обрабатываемая деталь устанавливается на него поверхностью и закрепляется с помощью крепёжной пластины. После чего деталь закрепляется в ручную, таким образом, что бы деталь касалась своей цилиндрической поверхностью $\varnothing 52$ касалась пластины. Ее ось должна быть перпендикулярна, установлена по отношению к плоскости приспособления. В случае не перпендикулярности или не касания с поверхностью пластины, в процессе обработки получится не годная деталь. Данное приспособление закрепляется к рабочему столу с помощью винтовых отверстий

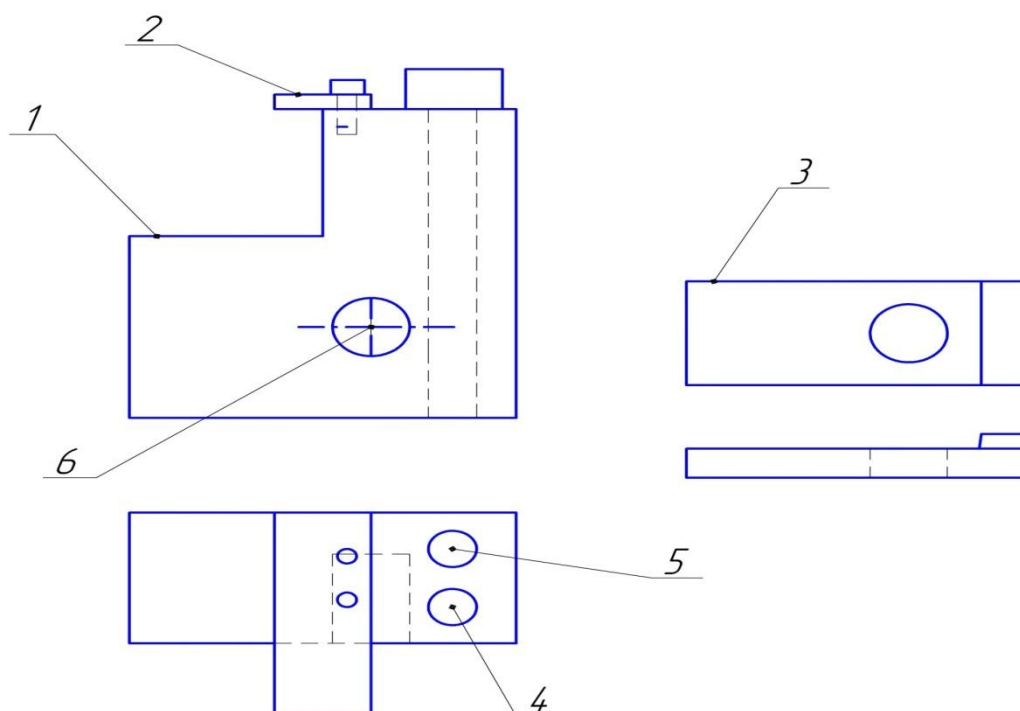


Рисунок 4.4 Приспособление для операции 028

Для операции 050

Приспособление состоит из основания в виде сложно профильного куба с отверстиями поделённого на две части и паза внутри него повторяющего профиль закрепляемой деталь. Обрабатываемая деталь устанавливается внутрь этого паза и закрепляется с помощью крепёжных болтов, таким образом, что бы деталь плотно была зажата в профильных губках. В случае неверной установки детали профиль детали получить не возможно. Данное приспособление закрепляется к рабочему столу с помощью винтовых отверстий

4.4 Расчет приспособления на точность

Для расчета приспособления на точность можно выделить несколько основных типов погрешностей:

- Погрешность установки
- Погрешность базирования
- Погрешность закрепления

Погрешность установки заготовки в приспособлении

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{\Delta \varepsilon_6^2 + \Delta \varepsilon_3^2 + \Delta \varepsilon_{np}^2} \quad (4.1)$$

где $\Delta \varepsilon_6$ - погрешность базирования;

$\Delta \varepsilon_3$ - погрешность закрепления;

$\Delta \varepsilon_{np}$ - погрешность установки приспособления в связи с износом установочных элементов приспособления

Для гладких цилиндрических поверхностей погрешность базирования $\Delta \varepsilon_6 = 0,020$

Для гладких и шлифованных поверхностей погрешность закрепления

$$\Delta \varepsilon_3 = 0,010$$

Для расчета погрешности закрепления приспособления на поверхности стола воспользуемся формулой

$$\Delta \varepsilon_{np} = S_{min} + \frac{\delta}{2} + \frac{\delta}{2} \quad (4.2)$$

$$\Delta \varepsilon_{np} = 0,005 + \frac{0,01}{2} + \frac{0,02}{2} = 0,015 \text{ мм}$$

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{\Delta \varepsilon_{\delta}^2 + \Delta \varepsilon_3^2 + \Delta \varepsilon_{np}^2} = \sqrt{0,010^2 + 0,020^2 + 0,015^2} = 0,0267 \text{ мм}$$

Погрешность закрепления в нашем приспособлении отсутствует в виду отсутствия самого закрепления. На данной контрольной операции закрепления не требуется.

Погрешность установки приспособления в связи с износом установочных элементов в осевом и радиальном направлениях

$$\Delta \varepsilon_{np} = \frac{1}{10} TD_{обр} = \frac{1}{10} \cdot 0,050 = 0,005 \text{ мм} \quad (4.3)$$

таким образом, погрешность установки заготовки в приспособлении:

в осевом направлении $\Delta \varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,005^2} = 0,005 \text{ мм}$

в радиальном направлении $\Delta \varepsilon_y = \sqrt{0,010^2 + 0^2 + 0,005^2} = 0,011 \text{ мм}$

4.5 Расчет усилия на приводе

В связи с тем, что в процессе электроэрозионной обработки не возникает сил резания, которые каким либо образом могут изменить положение детали относительно крепёжного приспособление, в расчете усилия на приводе нет потребности. В дальнейшем будем принимать его как равный 0.

4.6 Технологический процесс изготовления приспособлений

Для изготовления приспособления на операцию 028 и его составных частей были взяты отходы от куска металла сталь 40Х. Технологический процесс изготовления приспособления:

Основное приспособление 1

005 Заготовительная

010 фрезерная черновая

015 слесарная

020 Электроэрозионная

025 Шлифовальная

Пластины 2

005 Заготовительная

010 Фрезерная

015 слесарная

020 Шлифовальная

Пластины 3

005 Заготовительная

010 Фрезерная

015 слесарная

020 Шлифовальная

Для изготовления приспособления на операцию 050 и его составных частей были взяты отходы от куска металла сталь 45. Технологический процесс изготовления приспособления:

Основное приспособление

005 Заготовительная

010 Фрезерная

015 шлифовальная шлифуется со всех граней

020 слесарная

Далее деталь с помощью электроэрозионного станка делится на 2 части

025 Электроэрозионная

Неподвижная часть половина

030 Электроэрозионная

035 Фрезерная с ЧПУ

040 Слесарная

Подвижная половина

030 Электроэрозионная

035 Фрезерная с ЧПУ

Глава 5 Проектирование инструмента

Обоснование необходимости проектирования режущего инструмента.

Для операции 055 по новому маршруту потребовалось разработать и изготовить новый специализированный инструмент.

В данном случае изготовление инструмента является обязательно мерой, так как простым цилиндрическим электродом просто невозможно создать отверстия нужной формы.

В качестве литературы для проектирования режущего инструмента были взята технологическая инструкция к станку ШГИ-63-44ОМ

Для станка подходят только 2 типа электродов медный и графитовый,

Было принято решение изготавливать из медного:

- 1) Наличие на складе неликвидов подходящего прутка меди
- 2) Оборудование позволяет изготовить данный электрод с высокой точностью
- 3) Графитовый электрод оказался очень не экологичен в изготовлении
- 4) Отсутствие нужного оборудования оснастки и инструмента для обработки графитового стержня

В качестве литературы для проектирования режущего инструмента были взята технологическая инструкция к станку ШГИ-63-44ОМ

В которой содержалась следующая информация:

1. Процесс формообразования поверхности на данном оборудовании осуществляется методом копирования
2. Электрод является негативом требуемой поверхности
3. Электрод габаритно меньше поверхности на величину зазора
4. Для меньшего износа электрода в конструкцию необходимо включить отверстия для выхода газов
5. Медь марки М2 является наиболее подходящим материалом для создания электрода для данного оборудования
6. Формула для расчета зазора электрода:

$$B = A - 2(\delta + Z_{\delta} + Z_0) \quad (5.1)$$

Где А-требуемый размер детали

δ – величина межэлектродного зазора

Z_{δ} – толщина слоя, необходимого снять для получения готовой детали

Z_0 – толщина слоя металла, компенсирующая погрешность обработки

Технологический процесс изготовления электрода состоял из 3 операций:

По табличным данным, приведенным там же, было выяснено что

$$Z_0 = 0.052$$

$$\delta = 0.446$$

то есть форма готового электрода должна быть меньше формы детали на 1 мм

Основываясь на данном заключении, нами был сконструирован и изготовлен электрод.

Длина крепления была выбрана с условием рекомендации инструкции по эксплуатации станка. Теоритически она могла быть как больше, так и меньше. Фактически на процесс протекания резанья она в данной ситуации не несет.

Длина рабочей части была выполнена с тем условием, что электрод будет использоваться многократно, когда электрод перестанет давать необходимые размеры он быте просто обрезан и может использоваться в дальнейшем. Не рабочие части электрода были разработаны с тем условием, что бы обеспечить более простую и удобную обработку при изготовлении

Далее был подготовлен технологический процесс его изготовления

005 Заготовительная

010 Токарная

015 Фрезерная

В качестве заготовки была выбран прокат из меди М2 по электрохимическим свойствам она подходит для создания электрода

005 Заготовительная

Заготовку из меди отрезали в размер и отдали на токарный станок

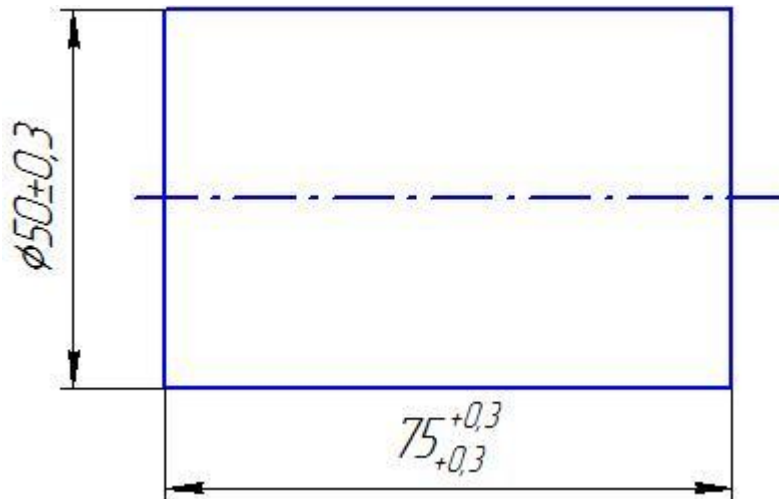


Рисунок 5.1 Заготовка для электрода

010 Токарная

На токарном станке был выполнен цилиндр и снято большая часть припуска перед фрезерной обработкой

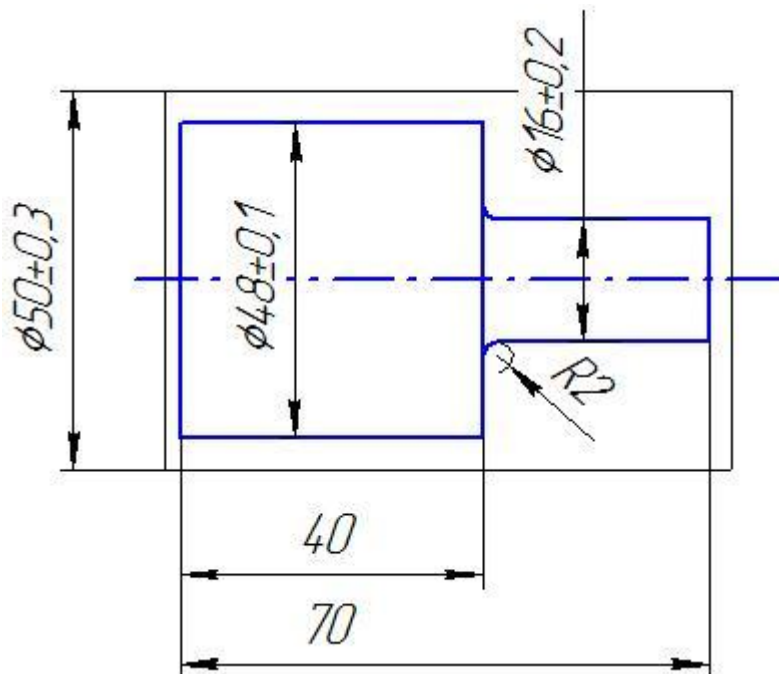


Рисунок 5.2 Общий вид электрода после токарной операции

015 Фрезерная

Формообразующее фрезерование в кулачках, сверление отверстий

Технологическая оснастка:

Таблица 5.1 – Технологическая оснастка для изготовления инструмента

| № и наименование операции | Наименование, модель оборудования | Наименование станочного приспособления | Наименование и размер инструмента, марка материала, номер стандарта или чертежа | Наименование и типоразмер измерительного средства, номер стандарта или чертежа |
|--|--|---|--|---|
| 000 Заготовительная | пруток. | - | - | - |
| 010 Токарная Черновая центровальная | Токарный с ЧПУ 16K20Ф3 | Патрон поводковый 7108-0027 ГОСТ 2571-71 Центр, вращающийся А-1-2-Н ГОСТ 8742-75 | Резец токарный торцевой ГОСТ 18879-73 Марка мат. Т5К10 | Штангенциркуль, микрометр |
| 015 Фрезерная, сверлильная | Обрабатывающий центр Shaublin 60 сnc | Патрон поводковый 7108-0027 ГОСТ 2571-71 | Фреза диаметр 8 Р6М6, сверло диаметр 10 | Штангенциркуль, микрометр |

Глава 6. Проектирование производственного участка

Для реализации технологического процесса было закуплено 2 электроэрозионных станка DK7725, также уже имелся электроэрозионный копировально-прошивочный станок ШГИ-63-44ОМ и было принято решение создать полноценный участок электроэрозионной обработки.

В процессе его реализации нами был разработан и создан данный участок.

6.1 Расчет действительного фонда времени работы оборудования

$$F_{д.об.} = [Дк - Дв + Дп] \cdot t_{см} \cdot n \cdot K_{исп.об.}, \text{ час.} \quad (6.1)$$

где: Дк - количество календарных дней в году;

Дв - количество выходных дней в году;

Дп - количество праздничных дней в году;

$t_{см} = 8$ час. – продолжительность рабочего дня;

n – количество рабочих смен;

$K_{исп. об.} = 0.95$ - коэффициент использования оборудования;

$$F_{д.об.} = [66 - 04 + 14] \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0.95 = 3770, \text{ час.}$$

6.2 Рассчитываем количество оборудования по операциям

$$S_p = \frac{T_{шт} \cdot N_r}{F_{д.об.} \cdot K_{в.н.}}, \text{ ед.} \quad (6.2)$$

где:

$T_{шт}$ - норма времени на единицу продукции;

N_r - годовой объем выпуска продукции;

$K_{в.н.} = 1.2$ - коэффициент выполнения нормы;

Так как операции 025 и 028 выполняются на одном и том же оборудовании, расчет будем производить совместно для операций.

Таблица 6.1 – требуемое оборудование по операциям

| Номер и название операции | S_p | $S_{пр}$ |
|------------------------------|--|--------------------|
| 025,028 Электроэрозионная | $S_{p025,028} = (62 \cdot 1000) / (3770 \cdot 1,2 \cdot 60) = 0,228$ | $S_{пр025,28} = 1$ |
| 050 Электроэрозионная | $S_{p050} = (15,5 \cdot 1000) / (3770 \cdot 1,2 \cdot 60) = 0,061$ | $S_{пр050} = 1$ |

6.3 Расчет годовой нормы догрузки оборудования

$$N_{\partial} = \frac{(S_{np} \cdot K_{исп.об} - S_p) \cdot F_{\partial.об.}}{t_{ум} \cdot K_y} \quad (6.3)$$

где $K_y = 1.05$ - коэффициент ужесточения норм

$$N_{\partial 025,028} = (1 \cdot 0,95 - 0,228) \cdot 3770 \cdot 60 / (62 \cdot 1,05) = 2509 \text{ шт};$$

$$N_{\partial 050} = (1 \cdot 0,95 - 0,061) \cdot 3770 \cdot 60 / (15,5 \cdot 1,05) = 12335 \text{ шт};$$

6.4 Пересчет количества оборудования по догруженным операциям

$$S_p = \frac{t_{ум} \cdot (N_{\partial} + N_{\partial})}{F_{\partial.об.} \cdot K_{вн}}, \text{ед.} \quad (6.4)$$

Таблица 6.2 – требуемое оборудование после дозагрузки

| Номер и название операции | S_p | $S_{пр}$ |
|------------------------------|---|--------------------|
| 025,028 Электроэрозионная | $S_{p025,028} = 62 \cdot (1000 + 2509) / (3770 \cdot 1,2 \cdot 60) = 0,801$ | $S_{пр025,28} = 1$ |
| 050 Электроэрозионная | $S_{p050} = 15,5 \cdot (1000 + 12335) / (3770 \cdot 1,2 \cdot 60) = 0,761$ | $S_{пр050} = 1$ |

6.5 Определение коэффициента загрузки оборудования

$$K_{з.об.} = \frac{Sp}{S_{np}} \cdot 100\% \quad (6.5)$$

$$K_{з.об.025,028} = 80.1\%$$

$$K_{з.об.50} = 0.755/1.100 = 76.1\%$$

6.5.1 Определяем средний коэффициент загрузки оборудования

$$K_{з.ср.} = \frac{Sp}{S_{np}} \cdot 100\% \quad (6.6)$$

$$K_{з.ср.} = \frac{76.1 + 80.1}{5} = 78.1\%$$

Полученные данные заносим в таблицу

Таблица 6.3 Коэффициент загрузки оборудования

| Номер операции | Наименование операции | Норма догрузки N_d | Количество оборудования | | $K_{з.об.}\%$ |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------|---------------|
| | | | S_p | S_{np} | |
| 025,028 | Электроэрозионная | 2509 | 0.801 | 1 | 80.1 |
| 050 | Электроэрозионная | 12335 | 0.761 | 1 | 76.1 |

6.6 Определение количества рабочих

6.6.1 Расчет действительного фонда времени одного рабочего

$$F_{д.р.} = (D_k - (D_g + D_n)) \cdot t_{см} \cdot K_{пнр}, \text{ час.} \quad (6.6)$$

где: $K_{пнр.} = 0.9$ - коэффициент плановых невыходов на работу.

$$F_{д.р.} = (365 - (104 + 10)) \cdot 8 \cdot 0.9 = 1885, \text{ час.}$$

6.6.2 Расчет численности основных рабочих

$$P_{осн.} = \frac{\sum_{ум} \cdot N}{F_{д.р.} \cdot K_{в.н.}} \text{ чел} \quad (6.7)$$

Таблица 6.4 Количество рабочих, требуемое на операции

| Название и номер операции | $P_{\text{осн}}$ | $P_{\text{пр}}$ |
|----------------------------------|--|-----------------------------------|
| 025,028 электроэрозионная | $P_{\text{осн. p05}} = 62 \cdot (1000+2509) / (1885 \cdot 1,1 \cdot 60) = 1,749$ | $P_{\text{пр}} = 2$ |
| 050 электроэрозионная | $P_{\text{осн. p05}} = 15,5 \cdot (1000+12335) / (1885 \cdot 1,11 \cdot 60) = 1,661$ | $P_{\text{пр}} = 2$ |

Но в случае участка электроэрозионной обработки, рабочий может обрабатывать детали на обоих станках сразу, так как нет потребности в постоянном его присутствии возле станка. То есть $P_{\text{осн}}$ для участка электроэрозионной обработки 2 человека

6.6.3 Определение числа контролеров

$$P_{\text{кон}} = 0,25 \cdot P_{\text{осн.}} = 0,25 \cdot 2 = 0,5 \approx 1. \quad (6.8)$$

6.6.4 Определение численности Мастеров

$$\text{ИТР} = 0,13 \cdot P_{\text{осн.}} = 0,13 \cdot 2 = 0,26 \approx 1. \quad (6.9)$$

В связи с этим мастер на электроэрозионном участке может совмещать работу на других участках.

6.7 Определение площади участка электроэрозионной обработки

6.7.1 Определение метода удаления стружки с участка

Для участка электроэрозионной обработки принимаем “Систему М”, в которой подразумевается уборка с использованием:

- Ручного труда
- Малая механизация и транспорт

Оборудование расставлено в соответствие с нормами расположения станков на предприятиях.

Для хранения инструментов и оснастки предусмотрены стеллажи. Для улучшения условий труда на участке предусмотрено место для отдыха. Для перемещения контейнеров с заготовками и готовой продукцией предусмотрена дорога для тележек и автопогрузчиков с односторонним движением. По нормам ширина проездов составляет 2500мм. Подвод сжатого воздуха на участок осуществляется от общезаводской центральной системы, в качестве средств пожарной безопасности предусмотрены пожарный щит и огнетушитель

Произведем предварительный расчет площади участка $\mu = 25 \text{ м}^2$ на один станок

$$F_{\text{пр.}} = 3 \cdot 25 = 75 \text{ м}^2. \quad (6.10)$$

Где $\mu = 25 \text{ м}^2$ на один станок

Таблица 6.5 - Параметры станков на операциях

| Название операции, станок | Габариты станка, мм | Количество станков | Удельная площадь, м ² |
|---|---------------------|--------------------|----------------------------------|
| электроэрозионная – DK7725 | 2480x3170 | 2 | 20 |
| Электроэрозионная ШГИ-63-44ОМ С баком сож и ванной | 3225 x 2775 | 1 | 9 |
| ИТОГО | | | 29 |

6.7.2 Определение площади занимаемой магистральными поездами

$$F_{\text{м}} = 0.06 \cdot F_{\text{пр}} = 0.06 \cdot 75 = 4.5 \text{ м}^2 \quad (6.11)$$

6.7.3 Площадь под проходы

Принимаем 30% от площади станков

$$S_{\text{прох}} = 75 \cdot 0.3 = 2.5 \text{ м}^2 \quad (6.12)$$

Площадь места отдыха

Принимаем 9 м²

Площадь для стеллажа для заготовок

Принимаем 3 м²

Площадь для компьютера и шкафа с оснасткой

Принимаем 5 м²

Площадь верстачного стола

Принимаем 1,5 м²

Определение общей площади для размещения участка

$$F_{\text{общ.}} = 75 + 29 + 4,5 + 2,5 + 9 + 3 + 5 + 1,5 = 129,25 \text{ м}^2$$

Глава 7. Описание графической части проекта

Совместно с руководителем было решено подготовить и начертить следующий перечень графического материала:

- Основной чертеж детали с изменениями
- Заготовка
- План обработки
- Технологические наладки
- Результаты научных исследований
- Приспособления для операций 028 и 050
- Инструмент для операции 050

Глава 8. Безопасность и эко логичность технического объекта

8.1 Технологическая характеристика объекта

Таблица 8.1 - Технологический паспорт объекта

| № п/п | Технологический процесс | Технологическая операция, вид выполняемых работ | Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию | Оборудование, устройство, приспособление | Материалы, вещества |
|----------|-------------------------|---|--|---|--|
| 000 | Заготовительная | Штамповка | Оператор | Горячештамповочный пресс | |
| 010 | Токарная (черновая) | Точение, | Оператор станков с ЧПУ | Токарный станок с ЧПУ DMTG СКЕ6163Z | Твердосплав Т15К6;СОЖ |
| 015 | Токарная (чистовая) | Точение, | Оператор станков с ЧПУ | Токарный станок с ЧПУ DMTG СКЕ6163Z | Твердосплав Т15К6; СОЖ |
| 020 | Кругло-шлифовальная | Шлифовка | Оператор станков с ЧПУ | Станок для шлифовки | Абразивные материалы, алмазосодержащие материалы, СОЖ |
| 025 | Электроэрозионная | Электроэрозионная обработка | Наладчик | Dk7725 | Вольфрамомолибденовая проволока, Электролитная жидкость |

Продолжение таблицы 8.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|--------------------|-----------------------------|------------------------|---|---|
| 028 | Электроэрозионная | Электроэрозионная обработка | Наладчик | Dk7725 | Вольфрамомолибденовая проволока, Электролитная жидкость |
| 030 | Фрезерная | Фрезеровка | Оператор станков с ЧПУ | Центр | Материал инструмента Сож |
| 035 | Фрезерная | Фрезеровка | Оператор станков с ЧПУ | Центр | Материал инструмента Сож |
| 040 | Токарная | Точение | Оператор станков с ЧПУ | Токарный станок с ЧПУ DMTG СКЕ6163Z | T15K6;СОЖ |
| 045 | Токарная | Точение | Оператор станков с ЧПУ | Токарный станок с ЧПУ DMTG СКЕ6163Z | Твердосплав T15K6;СОЖ |
| 050 | Эрозионная | Электроэрозионная обработка | Наладчик | Эрозия | Медный электрод Масло |
| 055 | Круглошлифовальная | Шлифовка | Оператор станков с ЧПУ | Станок для шлифовки | Абразивные материалы, алмазосодержащие материалы, СОЖ |
| 060 | Фрезерная | Фрезеровка | Оператор станков с ЧПУ | Центр | Материал инструмента Сож |

8.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 8.2 - Идентификация профессиональных рисков

| № оп | Наименование операции | Опасный и вредный производственный фактор | Источник опасного и вредного производственного фактора |
|------|-----------------------|---|---|
| 000 | Заготовительная | Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; движущиеся механизмы и машины; повышенные уровни шума и вибрации; запыленность и загазованность воздуха рабочей среды; недостаточная освещенность рабочих мест; | Производственный цех, оборудование, материал изделия производства. |
| 010 | Токарная (черновая) | Повышенная температура материала; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных | Производственных цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства. |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|---------------------|---|---|
| | | <p>излучений; испарение токсичных веществ; химический ожог кожного покрова.</p> | |
| 015 | Токарная (чистовая) | <p>Повышенная температура материала; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ; химический ожог кожного покрова.</p> | <p>Производствен ных цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства.</p> |
| 020 | Кругло-шлифовальная | <p>Недостаточная освещенность рабочих мест; повышенные уровни шума и вибрации; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; Повышенная температура поверхностей</p> | <p>Производствен ных цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства.</p> |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|-------------------|---|--|
| | | <p>оборудования и материала; химический ожог кожного покрова</p> | |
| 025 | Электроэрозионная | <p>Химический ожог кожного покрова; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ, электромагнитное излучение.</p> | <p>Производственных цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства, материал инструмента.</p> |
| 028 | Электроэрозионная | <p>Химический ожог кожного покрова; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ, электромагнитное</p> | <p>Производственных цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства, материал инструмента.</p> |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|-----------|--|--|
| | | излучение | |
| 030 | Фрезерная | <p>Недостаточная освещенность рабочих мест; повышенные уровни шума и вибрации; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента;</p> <p>Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; химический ожог кожного покрова.</p> | <p>Производственных цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства.</p> |
| 035 | Токарная | <p>Недостаточная освещенность рабочих мест; повышенные уровни шума и вибрации; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента;</p> <p>Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; химический ожог</p> | <p>Производственных цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства.</p> |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|----------|--|--|
| | | кожного покрова. | |
| 040 | Токарная | <p>Недостаточная освещенность рабочих мест; повышенные уровни шума и вибрации; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента;</p> <p>Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; химический ожог кожного покрова.</p> | <p>Производственных цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства.</p> |
| 045 | Токарная | <p>Недостаточная освещенность рабочих мест; повышенные уровни шума и вибрации; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента;</p> <p>Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; химический ожог кожного покрова.</p> | <p>Производственных цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства.</p> |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|------------|--|---|
| 050 | Эрозионная | Химический ожог кожного покрова; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ, электромагнитное излучение. | Производственных цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства, материал инструмента. |
| 055 | Токарная | Недостаточная освещенность рабочих мест; повышенные уровни шума и вибрации; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; химический ожог кожного покрова. | Производственных цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства. |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|-----------|---|---|
| 060 | Фрезерная | Недостаточная освещенность рабочих мест; повышенные уровни шума и вибрации; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; химический ожог кожного покрова. | Производственных цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства. |

8.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

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

| № п | Опасный и вредный производственный фактор | Методы и средства защиты, снижения производственного фактора | Средства индивидуальной защиты работника |
|-----|--|---|--|
| 000 | Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; движущиеся механизмы и машины; повышенные уровни шума и вибрации; запыленность и загазованность воздуха рабочей среды; недостаточная | Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; система охлаждения активных органов оборудования; ограждения и разметка зон повышенной | СИЗ; беруши, респиратор; спец. одежда |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|--|---|--|
| | освещенность рабочих мест; | опасности; стационарное освещение на рабочих местах. | |
| 005 | Повышенная температура материала; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ; химический ожог кожного покрова. | Беспрерывная подача СОЖа на обрабатываемый материал; защитный экран рабочей зоны оборудования; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; | СИЗ; барьеры, респиратор; защитные очки; спец. одежда. |
| 010 | Повышенная температура материала; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ; химический ожог кожного покрова. | Беспрерывная подача СОЖа на обрабатываемый материал; защитный экран рабочей зоны оборудования; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; | СИЗ; беруши, респиратор; защитные очки; спец. одежда. |

Продолжение таблицы 8.3

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|---|--|--|
| 015 | <p>Недостаточная освещенность рабочих мест; повышенные уровни шума и вибрации; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенная температура поверхностей оборудования и материала; химический ожог кожного покрова.</p> | <p>Стационарное освещение на рабочих местах; защитный экран рабочей зоны; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; система охлаждения активных органов оборудования;</p> | <p>СИЗ; беруши, респиратор; защитные очки; спец. одежда.</p> |
| 020 | <p>Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; запыленность и загазованность воздуха рабочей среды; недостаточная освещенность рабочих мест</p> | <p>Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; система охлаждения активных органов оборудования; стационарное освещение на рабочих местах;</p> | <p>СИЗ; беруши, респиратор; спец. одежда.</p> |
| 025 | <p>Химический ожог кожного покрова; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ.</p> | <p>Защитный экран рабочей зоны; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха;</p> | <p>СИЗ; беруши, респиратор; спец. одежда.</p> |
| 030 | <p>Химический ожог кожного покрова; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации,</p> | <p>Защитный экран рабочей зоны; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха;</p> | <p>СИЗ; беруши, респиратор; спец. одежда.</p> |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|---|--|--------------------|
| | ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ. | | |
| 035 | Высокая влажность и скорость движения воздуха. | Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; | СИЗ; Спец. одежда. |
| 040 | Повышенная яркость света и пульсация светового потока | Искусственное подавление светового потока. | СИЗ; Спец. одежда. |

8.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 8.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

| №оп | Участок, подразделение | Оборудование | К ласс пожа ра | Опасные факторы пожара | Сопутству ющие проявления факторов пожара |
|-----|-------------------------------|-----------------------|----------------|---|--|
| 000 | Металлургическое производство | Горячештамповый пресс | А | Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения | Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного |

Продолжение таблицы 8.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|------------------------------|------------------|---|----------------|--|
| | | | | разложения | имущества |
| | Механосборочное производство | Токарный участок | В | Пламя и искры; | Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества |
| 010 | Механосборочное производство | Токарный участок | В | Пламя и искры; | Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества |

| | | | | | |
|-----|------------------------------|--|---|----------------|--|
| 015 | Механосборочное производство | | В | Пламя и искры; | Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества |
| 020 | Механосборочное производство | | В | Пламя и искры; | Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества |
| 025 | Механосборочное производство | | В | Пламя и искры; | Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|------------------------------|---|---|----------------|--|
| | | | | | средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества |
| 030 | Механосборочное производство | | В | Пламя и искры; | Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества |
| 035 | Механосборочное производство | | В | Пламя и искры; | Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|---|---|---|-------------------|---|
| | | | | | изделий и иного имущества |
| 040 | | | В | Пламя и искры; | Осколки, части разрушивших ся зданий, сооружений, транспортных средств, технологическ их установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества |

Таблица 8.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

| Первичные средства пожаротушения | Мобильные средства пожаротушения | Стационарные установки и системы пожаротушения | Средства пожарной автоматики | Пожарное оборудование | Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре | Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный) | Пожарные сигнализация, связь и оповещение. |
|---|---|---|-------------------------------------|------------------------------|---|--|---|
| | | | | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 |
|---|-----------------------|---|------------------------|--|---|---|
| Наличие систем первичного отношения такие как пожарные краны и ящики с песком | Наличие огнетушителей | Наличие систем первичного отношения такие как пожарные краны и ящики с песком | Наличие дымоуловителей | Наличие респираторов и масок для защиты воздушно-капельных путей | Наличие пожарных щитов и пожарных шлангов | Система электронного оповещения с системой звукового и светового сигнализирования |

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

| Наименование технического объекта | Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий | Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты |
|--|---|---|
| Металлургическое производство | Установкой пожароопасного оборудования в изолированных помещениях, удалением пожароопасных отходов производства, порядок хранения веществ и материалов, разработку мероприятий по действиям администрации, рабочих, служащих и населения на | применением средств пожаротушения, пожарная сигнализация, организацией с помощью технических средств, включая автоматические, своевременного оповещения и эвакуации людей, применением огнестражающих устройств в оборудовании обеспечить возможность |

| 1 | 2 | 3 |
|------------------------------|---|--|
| | случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей; | беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям, требования техники безопасности |
| Механосборочное производство | Установкой пожароопасного оборудования в изолированных помещения, удалением пожароопасных отходов производства, порядок хранения веществ и материалов, разработку мероприятий по действиям администрации, рабочих, служащих и населения на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей, организацию обучения работающих правилам пожарной безопасности служащих на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей; | применением средств пожаротушения, пожарная сигнализация, организацией с помощью технических средств, включая автоматические, своевременного оповещения и эвакуации людей, применением огнепреграждающих устройств в оборудовании обеспечить возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям, требования техники безопасности |

Таблица 8.7 – Идентификация экологических факторов

технического объекта

| Наименование технического объекта, технологического процесса | Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п. | Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду) | Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения) | Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.) |
|--|--|---|--|--|
| Металлургическое производство | Горячештамповочный пресс | Выделение паров металлов, паров загрязнение погрузчиком | Сож, масло | |
| Механосборное производство | Электроэрозионный станок DK7725, Электропрошивной станок ШГИ-63-44ОМ, Токарный станок с ЧПУ ТК36, schaublin 60 сnc | Выделение паров металлов, паров загрязнение погрузчиком | Сож, масло | |

Таблица 8.8 - Разработанные организационно-технические

мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

| | |
|---|--|
| Наименование технического объекта | Металлургическое производство |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу | Создание системы фильтрации воздуха удаляемого из рабочей зоны |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу | Система фильтров и забор проб жидкости для контроля |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу | Снижения уровня вибрации, контроль попаданием вредных веществ в почву. |

Таблица 9.1 - Краткая характеристика сравниваемых вариантов

| Базовый вариант | Проектируемый вариант |
|---|---|
| <p>Операция 025 и 030 – Фрезерная</p> <p>На операциях осуществляется фрезерная обработка детали</p> <p><u>Оборудование</u> – schaublin 60 спс</p> <p><u>Оснастка</u> – тиски с призматическими губками.</p> <p><u>Инструмент</u> – фреза.</p> | <p>Операция 025 и 028 – Электроэрозионная</p> <p>На операциях осуществляется Электроэрозионная обработка детали</p> <p><u>Оборудование</u> – DK7755</p> <p><u>Оснастка</u> – специализированная оснастка.</p> <p><u>Инструмент</u> – вольфрамомолибденовая проволока.</p> |
| <p>Тип производства – среднесерийный</p> <p>Условия труда – нормальные.</p> <p>Форма оплата труда – повременно-премиальная.</p> | <p>Тип производства – среднесерийный</p> <p>Условия труда – нормальные.</p> <p>Форма оплата труда – повременно-премиальная.</p> |

Таблица 9.2 - Исходные данные для экономического обоснования по сравниваемым вариантам

| № | Наименование показателей | Условное обозначение, единица измерения | Значение показателей | |
|----|--|--|----------------------|-------|
| | | | Баз. | Пр. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Годовая программа выпуска | $P_G, шт.$ | 1000 | 1000 |
| 2 | Норма штучного времени, в т.ч. машинное время | $T_{шт}, мин.$ $T_{маш}, мин.$ | 32,6 | 28,2 |
| | | | 30,11 | 26,9 |
| | | | 29,6 | 26,8 |
| | | | 25,4 | 23,5 |
| 3 | Трудоемкость проектирования технологии | $T_{тр.пр}, час$ | — | 354 |
| 4 | Часовая тарифная ставка: - Рабочего-оператора 3 разряда: - Рабочего-оператора 4 разряда: - Наладчиков 5 разряда: - Наладчиков 6 разряда: | $C_q, руб.$ $C_q, руб.$ $C_{чн}, руб.$ $C_{чн}, руб.$ | 53,26 | 53,26 |
| | | | — | — |
| | | | 63,78 | 63,78 |
| | | | — | — |
| 5 | Часовая заработная плата конструктора, технолога | $C_{ч.тех}, руб/час$ | — | 50,8 |
| 6 | Коэффициент доплаты до часового, дневного и месячного фондов | K_d | 1,08 | 1,08 |
| 7 | доплат за профмастерство | $K_{пф}$ | 1,14 | 1,14 |
| 8 | Коэффициент доплат за условия труда: - для оператора: - для наладчика: | K_y K_y | 1,08 | 1,08 |
| | | | 1,12 | 1,12 |
| 9 | Коэффициент премирования | $K_{пр}$ | 1,1 | 1,1 |
| 10 | Коэффициент выполнения норм | $K_{вн}$ | 1,2 | 1,2 |

Продолжение таблицы 14.2

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|----|--|-------------------|---------|--------|
| 11 | Коэффициент доплат за вечерние и ночные часы | K_H | 1,1 | 1,1 |
| 12 | Коэффициент отчисления на социальные нужды | K_C | 0,34 | 0,34 |
| 13 | Цена единицы оборудования | $C_{OB}, руб.$ | 3271300 | 906800 |
| 25 | Коэффициент полезного действия станка (0,7...0,95) | $KПД$ | 0,89 | 0,89 |
| 14 | Коэффициент расходов на доставку и монтаж оборудования (0,1...0,25) | K_{MONT} | 0,21 | 0,21 |
| 15 | Выручка от реализации изношенного оборудования (5% от цены) | $V_{P.OB}, руб.$ | 163565 | 45340 |
| 16 | Годовая норма амортизационных отчислений (3,5...15) | $H_A, \%$ | 6,4 | 6,4 |
| 17 | фонд времени рабочего. | $\Phi_{ЭР}, час.$ | 3880 | 3880 |
| 18 | Коэф. затрат на текущий ремонт оборудования | K_P | 0,3 | 0,3 |
| 19 | Установленная мощность электродвигателя станка | $M_y, кВт.$ | 7,5 | 5,4 |
| 20 | Коэффициент одновременности работы электродвигателей (0,8...1,0) | K_{OD} | 0,95 | 0,95 |
| 21 | Коэффициент загрузки электродвигателей по мощности (0,7...0,8) | K_M | 0,78 | 0,78 |
| 22 | Коэффициент загрузки электродвигателя станка по времени (0,5...0,85) | K_B | 0,76 | 0,76 |
| 23 | Коэффициент потерь электроэнергии в сети завода (1,04...1,08) | K_{II} | 1,07 | 1,07 |
| 24 | Тариф платы за электроэнергию | $C_{Э}, руб./кВт$ | 2,73 | 2,73 |

Продолжение таблицы 9.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|---|------------------|-----------|-----------|
| 25 | Коэффициент полезного действия станка (0,7...0,9) | $K_{ПД}$ | 0,9 | 0,9 |
| 26 | Цена единицы приспособления | $C_{ПР}, руб.$ | 1889 0 | 1889 0 |
| 27 | Коэффициент, учитывающий затраты на ремонт приспособления (1,5...1,6) | $K_{Р.ПР}$ | 1,58 | 1,58 |
| 28 | Выручка от реализации изношенного приспособления (20% от цены) | $B_{Р.ПР}, руб.$ | 3778 | 3778 |
| 29 | Количество приспособлений, необходимое для производства годовой программы деталей | $H_{ПР}, шт.$ | 1 | 1 |
| 30 | Физический срок службы приспособления (3...5 лет) | $T_{ПР}, лет$ | 4,5 | 4,5 |
| 31 | Цена (себестоимость изготовления) единицы инструмента | $C_{И}, руб.$ | 205,2 | 500 |
| 32 | Коэффициент транспортно-заготовительных расходов на Ставку инструмента | $K_{ТР}$ | 1,02 | 1,02 |
| 33 | Выручка от реализации изношенного инструмента по цене металлолома (20% от цены) | $B_{РИ}, руб.$ | 41,04 | 0 |
| 34 | Количество переточек инструмента до полного износа | $H_{ПЕР}$ | 15 | 0 |
| 35 | Стоимость одной переточки | $C_{ПЕР}, руб.$ | 23,3 | 0 |
| 36 | Коэффициент случайной убыли инструмента | $K_{УБ}$ | 1,1 | 1,1 |

Продолжение таблицы 9.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|---|---------------------------------|----------|------|
| 37 | Стойкость инструмента между переточками | $T_{И}, \text{час.}$ | 1,5 | 0 |
| 38 | Удельный расход воды для охлаждения на один час работы станка | $У_{В}, \text{м}^3/\text{час}$ | 0,6 | 0 |
| 39 | Тариф платы за 1м^3 воды | $Ц_{В}, \text{руб.}$ | 3,14 | 3,14 |
| 40 | Тариф платы за м^3 сжатого воздуха | $Ц_{СЖ}, \text{руб}/\text{м}^3$ | 0,41 | 0,41 |
| 41 | Удельный расход воздуха за 1 час работы установки, приспособления ($0,1 \dots 0,15 \text{ м}^3/\text{час}$) | $У_{СЖ}, \text{м}^3/\text{час}$ | 0,14 | 0,14 |
| 42 | Расход на смазочно-охлаждающие жидкости (400...1600 руб. на один станок в год) | $Н_{СМ}, \text{руб.}$ | 1300 | 1300 |
| 43 | Площадь, занимаемая одним станком | $P_{УД}, \text{м}^2$ | 5.1 | 5 |
| 44 | Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь | $K_{Д.ПЛ}$ | 4,5 | 4,0 |
| 45 | Стоимость эксплуатации 1м^2 площади здания в год | $Ц_{ПЛ}, \text{руб}/\text{м}^2$ | 4500 | 4500 |
| 46 | Норма обслуживания станков одним наладчиком (10...20) | $Н_{ОБСЛ}$ | 17 | 17 |
| 47 | Материал заготовки | | (ЭП-817) | |
| 48 | Масса заготовки | $M_{З}, \text{кг.}$ | 0.74 | |
| 49 | Масса заготовки | $M_{Д}, \text{кг.}$ | 0.93 | |
| 50 | Коэффициент транспортно-заготовительных расходов (для черных металлов 1,05...1,06) | $K_{Т.З}$ | 1,06 | |
| 51 | Коэффициент цеховых расходов | $K_{ЦЕХ}$ | 1,43 | |
| 52 | Коэффициент заводских расходов | $K_{ЗАВ}$ | 1,63 | |

Продолжение таблицы 9.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|---|-----------------|---|-------|
| 53 | Коэффициент внепроизводственных расходов | $K_{ВНП}$ | | 0,05 |
| 54 | Нормативный коэффициент эффективности | E_H | | 0,33 |
| 55 | Затраты на разработку одной программы | $Z_{y.п}, руб.$ | — | 15000 |
| 56 | Период выпуска деталей данного наименования | $T_{ПЕР}, лет$ | — | 3 |
| 57 | Величина запуска деталей (размер партии запуска) | $H_{ЗАП}, шт$ | — | 63 |
| 58 | Межоперационное время на передачу партии деталей | $T_{МО}, час$ | — | 0,5 |
| 59 | Коэффициент, учитывающий потребность в восстановлении программы для станков с ЧПУ | $K_{В.ПР}$ | — | 1,1 |

**Таблица 9.3 – Расчет необходимого количества оборудования
и коэффициентов загрузки**

| № | Наименование показателей | Расчетные формулы и расчет | Значения показателей | |
|---|--|--|-------------------------|----------------|
| | | | Базовый | Проект |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Расчетное количество основного технологического оборудования по изменяющимся | $H_{ОБ.РАСЧ} = \frac{T_{шт} \cdot П_{Г}}{\Phi_{Э} \cdot 60 \cdot K_{ВН}}$ <p>Базовый вариант:</p> $H_{ОБ.РАСЧ} = \frac{32,6 \cdot 1000}{3880 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,117$ $H_{ОБ.РАСЧ} = \frac{30,11 \cdot 1000}{3880 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,108$ | 0,117 0,108 | 0,101 0,096 |

Продолжение таблицы 9.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|--|----------------|----------------|
| | операциям технологического процесса детали, <i>шт.</i> | <i>Проектный вариант:</i> $H_{ОБ.РАСЧ} = \frac{28,2 \cdot 1000}{3880 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,101$ $H_{ОБ.РАСЧ} = \frac{26,9 \cdot 1000}{3880 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,096$ | | |
| 2 | Принятое количество оборудования, <i>шт.</i> | $H_{ОБ.ПРИН}$ Расчетное количество оборудования округляется до ближайшего большего, целого числа. | 1 1 | 1 1 |
| 3 | Коэффициент загрузки оборудования. | $K_3 = \frac{H_{ОБ.РАСЧ}}{H_{ОБ.ПРИН}}$ т.к. $H_{ОБ.ПРИН} = 1$, то $K_3 = H_{ОБ.РАСЧ}$ | 0,117 0,108 | 0,101 0,096 |
| 4 | Средний коэффициент загрузки оборудования | $K_{3,СР} = \frac{\sum_{i=1}^m K_3}{m}$ $K_{3,СР(АЗ)} = \frac{0,117 + 0,108}{2} = 0,113$ $K_{3,СР(П)} = \frac{0,101 + 0,096}{2} = 0,099$ | 0,113 | 0,099 |
| Дополнительные исходные данные для станков с ЧПУ | | | | |
| 5 | Количество наименований однотипных деталей, обрабатываемых на станке с ЧПУ | $H_{ДЕТ} = \sum_{i=1}^m \frac{\Phi_3 \cdot 60}{T_{шт} \cdot П_{Г}}$ <i>Проектный вариант:</i> $H_{ДЕТ} = \frac{3880 \cdot 60}{28,2 \cdot 1000} = 8,255 \approx 8$ $H_{ДЕТ} = \frac{3880 \cdot 60}{26,9 \cdot 1000} = 8,654 \approx 8$ | — — | 8 8 |
| 6 | Среднесуточные запуски деталей | $П_{СУТ} = \frac{П_{Г}}{360}$ $П_{СУТ} = \frac{1000}{360} = 2,777 \approx 3$ | — | 3 |
| 7 | Длительность производственного цикла, | $T_{Ц} = \frac{H_{ЗАП} \cdot T_{шт} + 2 \cdot T_{МО}}{16}$ | — | 3,74 |

| | | | | |
|--|------|--|--|--|
| | дней | $T_{Ц\langle IP \rangle} = \frac{63 \cdot 28,2 / 60 + 2 \cdot 0,5}{16} +$ $+ \frac{63 \cdot 26,9 / 60 + 2 \cdot 0,5}{16} = 3,74$ | | |
|--|------|--|--|--|

Таблица 9.4 – Расчет капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам

| № | Наименование, единица измерения | Расчетные формулы и расчет | Значения показателей | |
|-----|---|---|----------------------|---------|
| | | | Баз. | Пр. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование, руб. | $K_{OB} = \sum_1^m H_{OB} \cdot K_3 \cdot Ц_{OB}$ $K_{OB\langle БАЗ \rangle} = (0,117 + 1 \cdot 0,108) \cdot 3271300 = 588834$ $K_{OB\langle IP \rangle} = (0,101 + 1 \cdot 0,096) \cdot 906800 = 178639,6$ | 588834 | 178640 |
| 2 | Сопутствующие капитальные вложения: | | | |
| 2.1 | Затраты на проектирование, руб. | $З_{IP} = T_{ТР.ПР} \cdot C_{Ч.ТЕХ}$ $З_{IP} = 354 \cdot 50,8 = 17983,2$ | — | 17983,2 |
| 2.2 | Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб. | $K_M = K_{OB} \cdot K_{МОНТ}$ $K_{M\langle БАЗ \rangle} = 588834 \cdot 0,21 = 123655,14$ $K_{M\langle IP \rangle} = 178640 \cdot 0,21 = 37514,4$ | 123655,14 | 37514,4 |
| 2.3 | Затраты на транспортные средства, руб. | $K_{ТР} = K_{OB} \cdot 0,05$ $K_{ТР\langle БАЗ \rangle} = 588834 \cdot 0,05 = 29441,7$ $K_{ТР\langle IP \rangle} = 178640 \cdot 0,05 = 8932$ | 29441,7 | 8932 |
| 2.4 | Затраты на дорогостоящие приспособления, | $K_{IP} = \sum_1^m H_{IP} \cdot K_3 \cdot Ц_{IP}$ | - | - |

Продолжение таблицы 9.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|--|---|----------|-----------|
| 2.5 | Затраты на дорогостоящий инструмент, руб. | $K_{И} = \sum_1^m \frac{Ц_{И} \cdot T_{МАШ} \cdot П_{Г} \cdot K_{УБ}}{T_{И} \cdot (H_{ПЕР} + 1) \cdot 60}$ $K_{И(АЗ)} = \frac{205,2 \cdot 29,6 \cdot 1000 \cdot 1,1}{1,5 \cdot (5 + 1) \cdot 60} +$ $+ \frac{205,2 \cdot 25,4 \cdot 1000 \cdot 1,1}{1,5 \cdot (5 + 1) \cdot 60} = 8621,25$ $K_{И(П)} = \frac{500 \cdot 26,8 \cdot 1000 \cdot 1,1}{1,5 \cdot (10 + 1) \cdot 60} +$ $+ \frac{500 \cdot 23,5 \cdot 1000 \cdot 1,1}{1,5 \cdot (10 + 1) \cdot 60} = 2872,22$ | 8621,25 | 2872,22 |
| 2.6 | Затраты в эксплуатацию производственных площадей, руб. | $K_{Э.ПЛ} = \sum_1^m H_{ОБ} \cdot K_3 \cdot P_{УД} \cdot K_{Д.ПЛ} \cdot Ц_{Э.ПЛ}$ $K_{Э.ПЛ(АЗ)} = (0,117 + 1 \cdot 0,108) \cdot 5,1 \cdot 4,5 \cdot 4500 = 24269,62$ $K_{Э.ПЛ(П)} = (0,101 + 1 \cdot 0,096) \cdot 5 \cdot 4,0 \cdot 4500 = 17730$ | 24269,62 | 17730 |
| 2.7 | Стоимость аппаратуры для записи программ | $K_A = 0,06 \cdot \sum_1^m H_{ОБ} \cdot K_3 \cdot Ц_{ОБ}$ $K_{A(П)} = 0,06 \cdot (0,101 + 1 \cdot 0,096) \cdot 906800 = 10718,376$ | — | 10718,376 |
| 2.8 | Оборотные средства в незавершенном производстве | $НЗП = П_{СУТ} \cdot T_{Ц} \cdot C_{ТЕХ}$ $НЗП(П) = 3 \cdot 3,74 \cdot 11,54 = 128,48$ | — | 128,48 |

Продолжение таблицы 9.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------|---|---|---------------|---------------|
| 2.9 | Выручка от реализации демонтированного оборудования, руб. | $V_{РЕАЛ} = \sum_{i=1}^m H_{ОБ.ЗАМ} \cdot Ц_{ОБ} \cdot 0,05$ <p>Не требуется так как оборудование остается</p> | — | ---- |
| 2.10 | Затраты на демонтаж заменяемого оборудования, руб. | $З_{ДЕМ} = \sum_{i=1}^m H_{ОБ.ЗАМ} \cdot Ц_{ОБ} \cdot 0,1$ <p>Не требуется так как оборудование остается</p> | — | ----- |
| | Итого сопутствующие капитальные вложения, руб. | $K_{СОП} = З_{ПР} + K_M + K_{ТР} + K_{ПР} + K_H + K_{Э.ПЛ} + K_A + НЗП$ $K_{СОП(БАЗ)} = 0 + 123655.14 + 29441,7 + 8621,25 + 24269,62 + 0 + 0 + 0 + 0 - 0 = 185997.71$ $K_{СОП(ПР)} = 17983,2 + 37514.4 + 8932 + 2872,22 + 35460 + 57726,88 + 128,48 + 0 + 0 - 0 = 215646,4$ | 185 997.71 | 215646 ,4 |
| 3 | Общие капитальные вложения, руб. | $K_{ОБЩ} = K_{ОБ} + K_{СОП}$ $K_{ОБЩ(БАЗ)} = 129915,2 + 44284,6 = 174199,7$ $K_{ОБЩ(ПР)} = 94324,2 + 215646,4 = 160617.18$ | 174 199,7 | 160617 .18 |
| 4 | Удельные, капитальные вложения, руб. | $K_{УД} = \frac{K_{ОБЩ}}{П_G}$ $K_{УД(БАЗ)} = \frac{174199,7}{1000} = 174,2$ $K_{УД(ПР)} = \frac{160617.18}{1000} = 160,62$ | 174 ,2 | 160,6 2 |

Таблица 9.5 - Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций.

| № | Наименование показателей | Расчетные формулы и расчет | Значения показателей | |
|---|---|---|----------------------|-------|
| | | | Баз. | Пр. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Основные материалы за вычетом отходов, руб. | $M = M_3 \cdot C_{MAT} \cdot K_{T3} - M_{OTX} \cdot C_{OTX}$ <p>Так как метод получения заготовки не меняется, то определять данную статью не целесообразно</p> | — | — |
| 2 | Заработная плата рабочих операторов, руб. | $Z_{ПЛ.ОП} = \frac{\sum T_{шт} \cdot C_{ч}}{60} \cdot K_{У} \cdot K_{ПФ} \cdot K_{ПР} \cdot K_{Д} \cdot K_{Н} \cdot K_{ВН}$ $Z_{ПЛ.ОП(БАЗ)} = \frac{(2,6 + 30,11) \cdot 53,26}{60} \cdot 1,08 \cdot 1,14 \cdot 1,1 \cdot 1,08 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 107,47$ $Z_{ПЛ.ОП(ПР)} = \frac{(8,2 + 29,6) \cdot 53,26}{60} \cdot 1,08 \cdot 1,14 \cdot 1,1 \cdot 1,08 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 98,72$ | 107,47 | 99,06 |
| 3 | Заработная плата наладчика, руб. | $Z_{ПЛ.Н} = \frac{\Phi_{ЭР} \cdot C_{ЧН} \cdot N_{ОБ.ОБЩ} \cdot K_{З.СР}}{N_{ОБСЛ} \cdot П_{Г}} \cdot K_{У} \cdot K_{ПФ} \cdot K_{ПР} \cdot K_{Д} \cdot K_{Н}$ $Z_{ПЛ.Н(БАЗ)} = \frac{1731 \cdot 63,78 \cdot 2 \cdot 0,041}{17 \cdot 1000} \cdot 1,12 \cdot 1,14 \cdot 1,1 \cdot 1,08 \cdot 1,1 = 0,178$ $Z_{ПЛ.Н(ПР)} = \frac{1731 \cdot 73,86 \cdot 2 \cdot 0,025}{17 \cdot 1000} \cdot 1,12 \cdot 1,14 \cdot 1,1 \cdot 1,08 \cdot 1,1 = 0,124$ | 0,89 | 0,62 |
| 4 | Начисления на заработную плату, руб. | $H_{ЗПЛ} = (Z_{ПЛ.ОП} + Z_{ПЛ.Н}) \cdot K_{С}$ $H_{ЗПЛ(БАЗ)} = (107,47 + 0,89) \cdot 0,34 = 36,84$ $H_{ЗПЛ(ПР)} = (98,72 + 0,62) \cdot 0,34 = 33,89$ | 36,84 | 33,89 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|---|---|-------|-------|
| 5 | Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования | | | |
| 5.1 | Расходы на текущий ремонт оборудования, руб. | $P_{P.OB} = \frac{\sum_1^m (U_{OB} \cdot K_{MOHT} - B_{P.OB}) \cdot H_{OB} \cdot K_3}{\Phi_3 \cdot 60 \cdot K_{BH}} \cdot K_P$ $P_{P.OB(6A3)} = \left[\frac{(271300 \cdot 1,21 - 163565) \cdot 1 \cdot 0,117}{3880 \cdot 60 \cdot 1,2} + \frac{(581300 \cdot 1,21 - 163565) \cdot 1 \cdot 0,108}{3880 \cdot 60 \cdot 1,2} \right] \cdot 0,3 = 0,917$ $P_{P.OB(IP)} = \left[\frac{(06800 \cdot 1,21 - 45340) \cdot 1 \cdot 0,101}{3880 \cdot 60 \cdot 1,2} + \frac{(06800 \cdot 1,21 - 45340) \cdot 1 \cdot 0,096}{3880 \cdot 60 \cdot 1,2} \right] \cdot 0,3 = 0,223$ | 0,917 | 0,223 |
| 5.2 | Расходы на амортизацию оборудования, руб. | $P_A = \frac{\sum_1^m (U_{OB} \cdot K_{MOHT} - B_{P.OB}) \cdot H_{OB} \cdot K_3}{\Phi_3 \cdot 60 \cdot K_{BH} \cdot 100} \cdot H_A$ $P_{A(6A3)} = \left[\frac{(271300 \cdot 1,21 - 163565) \cdot 1 \cdot 0,117}{3880 \cdot 60 \cdot 1,2 \cdot 100} + \frac{(271300 \cdot 1,21 - 163565) \cdot 1 \cdot 0,108}{3880 \cdot 60 \cdot 1,2 \cdot 100} \right] \cdot 6,4 = 0,194$ $P_{A(IP)} = \left[\frac{(06800 \cdot 1,21 - 45340) \cdot 1 \cdot 0,101}{3880 \cdot 60 \cdot 1,2 \cdot 100} + \frac{(06800 \cdot 1,21 - 45340) \cdot 1 \cdot 0,096}{3880 \cdot 60 \cdot 1,2 \cdot 100} \right] \cdot 6,4 = 0,05$ | 0,194 | 0,048 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|---|---|------------|-----------|
| 5.3 | Расходы на технологическую энергию, руб. | $P_{\text{Э}} = \sum_1^m \frac{M_{\text{Э}} \cdot T_{\text{МАШ}}}{\text{КПД} \cdot 60} \cdot K_{\text{ОД}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{П}} \cdot \text{Ц}_{\text{Э}}$ $P_{\text{Э(БАЗ)}} = \frac{7,5 \cdot (9,6 + 25,4)}{0,9 \cdot 60} \cdot 0,95 \cdot 0,78 \cdot 0,76 \cdot 1,07 \cdot 2,73 = 12,566$ $P_{\text{Э(ИР)}} = \frac{5,4 \cdot (3,8 + 26,5)}{0,9 \cdot 60} \cdot 0,95 \cdot 0,78 \cdot 0,76 \cdot 1,07 \cdot 2,73 = 8,275$ | 12,5 66 | 8,27 5 |
| 5.4 | Расходы на содержание и эксплуатацию приспособлений, руб. | $P_{\text{ПР}} = \sum_1^m \frac{(\text{Ц}_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Р.ПР}} - B_{\text{Р.ПР}}) \cdot H_{\text{ПР}} \cdot K_3}{T_{\text{ПР}} \cdot \text{П}_Г}$ <p>Не требует особых приспособлений</p> | — | — |
| 5.5 | Расходы на инструмент, руб. | $P_{\text{И}} = \sum_1^m \frac{(\text{Ц}_{\text{И}} \cdot K_{\text{ТР}} - B_{\text{Р.И}}) \cdot K_{\text{УБ}} + C_{\text{ПЕР}}}{T_{\text{И}} \cdot (\text{И}_{\text{ПЕР}} + 1)} \cdot T_{\text{МАШ}}$ $P_{\text{И(БАЗ)}} = \frac{(05,2 \cdot 1,02 - 41,04) \cdot (1,1 + 23,3) \cdot 29,6}{1,5 \cdot (5 + 1) \cdot 60} + \frac{(05,2 \cdot 1,02 - 41,04) \cdot (1,1 + 23,38) \cdot 25,4}{1,5 \cdot (5 + 1) \cdot 60} = 7,828$ $P_{\text{И(ИР)}} = \frac{(00 \cdot 1,02 - 0) \cdot (1,1 + 0) \cdot 23,8}{1,5 \cdot (0 + 1) \cdot 60} + \frac{(00 \cdot 1,02 - 0) \cdot (1,1 + 0) \cdot 26,5}{1,5 \cdot (0 + 1) \cdot 60} = 14,93$ | 7,82 8 | 14.93 |

Продолжение таблицы 9.5

| | | | | |
|-----|---|--|-------|-------|
| 5.6 | Расходы на смазочные, обтирочные материалы и охлаждающие жидкости, руб. | $P_{CM} = \frac{\sum_1^m H_{OB} \cdot K_3}{\Pi_{\Gamma}} \cdot H_{CM}$ $P_{CM(\text{ГАЗ})} = \frac{1 \cdot 0,117 + 1 \cdot 0,108}{1000} \cdot 1300 = 0,306$ $P_{CM(\text{ИР})} = \frac{1 \cdot 0,101 + 1 \cdot 0,096}{1000} \cdot 1300 = 0,256$ | 0,306 | 0,256 |
| 5.7 | Расходы на воду технологическую, руб. | $P_B = \frac{\sum_1^m H_{OB} \cdot K_3}{\Pi_{\Gamma}} \cdot \Phi_{\text{Э}} \cdot Y_B \cdot Ц_B$ $P_{B(\text{ГАЗ})} = \frac{1 \cdot 0,117 + 1 \cdot 0,108}{1000} \cdot 3880 \cdot 0,6 \cdot 3,14 = 1,718$ $P_{B(\text{ИР})} = \frac{1 \cdot 0,101 + 1 \cdot 0,096}{1000} \cdot 3880 \cdot 0,6 \cdot 3,14 = 1,44$ | 1,718 | 1,44 |
| 5.8 | Расходы на сжатый воздух, руб. | $P_{СЖ} = \frac{\sum_1^m H_{OB} \cdot K_3}{\Pi_{\Gamma}} \cdot \Phi_{\text{Э}} \cdot Y_{СЖ} \cdot Ц_{СЖ}$ $P_{СЖ(\text{ГАЗ})} = \frac{1 \cdot 0,117 + 1 \cdot 0,108}{1000} \cdot 3880 \cdot 0,14 \cdot 0,41 = 0,052$ $P_{СЖ(\text{ИР})} = \frac{1 \cdot 0,101 + 1 \cdot 0,096}{1000} \cdot 3880 \cdot 0,14 \cdot 0,41 = 0,044$ | 0,052 | 0,044 |
| 5.9 | Расходы на содержание и эксплуатацию | $P_{ПЛ} = \frac{\sum_1^m H_{OB} \cdot K_3 \cdot P_{уд} \cdot K_{д.пл}}{\Pi_{\Gamma}} \cdot Ц_{\text{Э.ПЛ}}$ | 24,27 | 35,46 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------|---|--|--------|--------|
| | производственной площади, руб. | $P_{пл(БАЗ)} = \frac{K_{пл(БАЗ)}}{ПГ} = \frac{24269,62}{1000} = 24,27$ $P_{пл(ПР)} = \frac{K_{пл(ПР)}}{ПГ} = \frac{17730}{1000} = 17,73$ | | |
| 5.10 | Расходы на подготовку и эксплуатацию управляющих программ для станков с ЧПУ, руб. | $P_{у.п.р} = \frac{\sum_{i=1}^m Z_{уп} \cdot K_3 \cdot H_{дет} \cdot K_{в.п.р}}{T_{пер} \cdot ПГ}$ $P_{у.п.р(БАЗ)} = \frac{15000 \cdot 0,101 \cdot 8 \cdot 1,1}{3 \cdot 1000} + \frac{15000 \cdot 0,096 \cdot 8 \cdot 1,1}{3 \cdot 1000} = 8,668$ | — | 8,668 |
| | Итого расходы по содержанию и эксплуатации оборудования, руб. | $P_{э.об} = P_{р.об} + P_{э} + P_{пр} + P_{и} + P_{см} + P_{в} + P_{сж} + P_{пл} + P_{у.п.р}$ $P_{э.об(БАЗ)} = 0,91 + 12,566 + 0 + 7,828 + 0,36 + 1,718 + 0,052 + 24,27 + 0 = 47,768$ $P_{э.об(ПР)} = 0,223 + 8,275 + 14,93 + 0,256 + 1,14 + 0,044 + 17,73 + 8,668 = 69,006$ | 47,768 | 39,006 |

Таблица 9.6 - Калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам техпроцесса

| № | Статьи затрат | Затраты, руб. | | Изменение |
|---|--|---------------|--------|-----------|
| | | Базовый | Проект | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Материалы за вычетом отходов: M | — | — | — |
| 2 | Основная заработная плата рабочих операторов и наладчиков: $Z_{пл.осн} = Z_{пл.оп} + Z_{пл.н}$ $Z_{пл.осн(БАЗ)} = 107,47 + 0,89 = 108,36$ $Z_{пл.осн(ПР)} = 99,06 + 0,62 = 99,68$ | 108,75 | 99,68 | -9,07 |
| 3 | Начисления на заработную плату: $H_{з.пл}$ | 36,84 | 33,89 | -2,95 |

Продолжение таблицы 9.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---------|---------|---------|
| 4 | Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования: $P_{Э.ОБ}$ | 47,768 | 39,006 | -8,762 |
| Итого технологическая себестоимость: $C_{ТЕХ} = M + З_{ПЛ.ОСН} + Н_{З.ПЛ} + P_{Э.ОБ}$ | | 193.358 | 172,576 | -20,782 |
| 5 | Общехимические накладные расходы: $P_{ЦЕХ} = З_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЦЕХ}$ $P_{ЦЕХ(БАЗ)} = 108,75 \cdot 1,43 = 155.513$ $P_{ЦЕХ(ПР)} = 99,68 \cdot 1,43 = 142.542$ | 155,513 | 142.542 | -12,971 |
| Итого цеховая себестоимость: $C_{ЦЕХ} = C_{ТЕХ} + P_{ЦЕХ}$ | | 348,871 | 315,118 | -33.753 |
| 6 | Заводские накладные расходы: $P_{ЗАВ} = З_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЗАВ}$ $P_{ЗАВ(БАЗ)} = 108,75 \cdot 1,63 = 177.263$ $P_{ЗАВ(ПР)} = 99,68 \cdot 1,63 = 162.478$ | 177.263 | 162.478 | -14,785 |
| Итого заводская себестоимость: $C_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗАВ}$ | | 526.134 | 477.596 | -48.538 |
| 7 | Внепроизводственные расходы: $P_{ВН} = C_{ЗАВ} \cdot K_{ВНП}$ $P_{ВН(БАЗ)} = 526.134 \cdot 0,05 = 26.307$ $P_{ВН(ПР)} = 477.596 \cdot 0,05 = 23.88$ | 26.307 | 23.88 | -2.427 |
| Всего полная себестоимость: $C_{ПОЛ} = C_{ЗАВ} + P_{ВН}$ | | 552.441 | 501.476 | -50.965 |

Таблица 9.7- Расчет приведенных затрат и выбор оптимального варианта

| № | Наименование показателей, единица изменения. | Расчетные формулы и расчет | Значение показателей | |
|---|--|----------------------------|----------------------|-----|
| | | | Баз. | Пр. |
| | | | | |

Продолжение таблицы 9.7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|--|-------------|---------|
| 1 | Приведенные затраты на единицу детали, руб. | $Z_{ПР.ЕД} = C_{ПОЛ} + E_H \cdot K_{УД}$ $Z_{ПР.ЕД(БАЗ)} = 552.441 + 0,33 \cdot 174,2 = 609.927$ $Z_{ПР.ЕД(ПР)} = 501.476 + 0,33 \cdot 160,62 = 554.481$ | 609.9 27 | 554.481 |
| 2 | Годовые приведенные затраты, руб. | $Z_{ПР.ГОД} = Z_{ПР.ЕД} \cdot ПГ$ $Z_{ПР.ГОД(БАЗ)} = 609.927 \cdot 1000 = 609927$ $Z_{ПР.ГОД(ПР)} = 554.481 \cdot 1000 = 554481$ | 6099 27 | 554481 |

Из вариантов, проектируемым считается тот, в котором приведенные затраты на единицу изделия составляют наименьшую величину. В нашем случае все остается без изменения.

9.8 Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии).

9.8.1 Ожидаемая прибыль (условно-годовая экономия) от снижения себестоимости.

$$П_{ОЖ} = Э_{УГ} = (C_{ПОЛ(БАЗ)} - C_{ПОЛ(ПР)}) \cdot ПГ. \quad (9.1)$$

$$П_{ОЖ} = Э_{УГ} = (609927 - 554481) \cdot 1000 = 55446 \text{ руб.}$$

где: $C_{ПОЛ(БАЗ)}$, $C_{ПОЛ(ПР)}$ – полная себестоимость изготовления детали, соответственно по базовому и проектному вариантам, руб.; $ПГ$ – годовая программа выпуска изделий, шт.

9.8.2 Налог на прибыль

$$Н_{ПРИБ} = П_{ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \quad (9.2)$$

$$Н_{ПРИБ} = П_{ОЖ} \cdot K_{НАЛ} = 55446 \cdot 0,2 = 11089,2 \text{ руб.}$$

где: $K_{НАЛ}$ – коэффициент налогообложения прибыли (принимается равный 0,2)

9.8.3 Чистая ожидаемая прибыль

$$П_{ЧИСТ} = П_{ОЖ} - Н_{ПРИБ} \quad (9.3)$$

$$П_{ЧИСТ} = П_{ОЖ} - Н_{ПРИБ} = 55446 - 11089.2 = 44356.8 \text{ руб.}$$

9.8.4 Срок окупаемости капитальных вложений

После определения чистой прибыли определяется расчетный срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций), необходимых для осуществления проектируемого варианта:

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{П_{ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (9.4)$$

где: $K_{ВВ.ПР}$ – капитальные вложения (инвестиции), необходимые для приобретения вновь вводимого оборудования, дорогостоящей оснастки, инструмента, а также затраты на эксплуатацию дополнительной площади.

$$K_{ВВ.ПР} = K_{ОБ} + З_{ПР} + K_M + K_A. \quad (9.5)$$

$$K_{ВВ.ПР} = K_{ОБ} + З_{ПР} + K_M + K_A = 244855,9 \text{ руб.}$$

где: $K_{ОБ}=178640$ – капитальные вложения в основное технологическое оборудование (таблица 14.4), руб.; $З_{ПР}=17983,2$ – затраты на проектирование (таблица 14.4), руб.; $K_M=37514,4$ – затраты на доставку и монтаж оборудования (таблица 14.4), руб.; $K_A=10718,376$ – стоимость записывающей аппаратуры для станков с ЧПУ (таблица 14.4), руб.

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{244855,9}{44356.8} + 1 = 6,52 \text{ года}$$

Расчетный срок окупаемости инвестиций (капитальных вложений) принимается за горизонт расчета (максимально ожидаемое время окупаемости инвестиций), $T = 7$ лет.

Общая текущая стоимость доходов (чистой дисконтированной прибыли) в течение принятого горизонта расчета определяется п

Таблица 9.9 - Техничко-экономические показатели эффективности проекта

| № | Наименование показателей | Условное обозначение, единица измерения | Значение показателей | |
|----------------------------------|---|---|----------------------|---------------|
| | | | Базов. | Проек т. |
| Технические показатели проекта | | | | |
| 1 | Количество оборудования, необходимого для выполнения рассматриваемых операций | $N_{об}, шт$ | 1 | 1 |
| 2 | Средний коэффициент загрузки оборудования | $K_{з,ср}$ | 0,113 | 0,099 |
| 3 | Длительность производственного цикла | $T_{ц}, дней$ | — | 3,74 |
| Экономические показатели проекта | | | | |
| 1 | Годовая программа выпуска | $P_{г}, шт$ | 1000 | |
| 2 | Капитальные вложения | $K_{общ}, руб$ | 174199, 7 | 160617. 18 |
| 3 | Себестоимость единицы изделия | $C_{пол}, руб$ | 552.441 | 501.476 |
| 4 | Приведенные затраты на единицу изделия | $Z_{пр.ед}, руб$ | 609.927 | 554.481 |
| 5 | Капитальные вложения необходимые для приобретения вновь вводимого оборудования, оснастки и инструмента. | $K_{вв.пр}$ | 244855,9 | |

Продолжение таблицы 9.9

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|-------------------|---------|
| 6 | Чистая прибыль от снижения себестоимости | $P_{р.чист}, руб$ | 44356.8 |
| 7 | Срок окупаемости инвестиций | $T_{ок}, лет$ | 7 |

Благодаря замене оборудования удалось сократить трудоемкость изготовления детали шток и снизить его себестоимость. Предложенное совершенствование позволят предприятию получить дополнительную прибыль в размере 44356.8 руб. Капитальные вложения окупятся в течение семи лет но, не смотря на это проект можно считать эффективным.

Заключение

Как и предполагалось электроэрозионная обработка в данном случае это доказала и экономическая составляющая проекта. Все задачи были выполнены. Обрабатывающий центр был разгружен и появилась возможность обрабатывать на нем детали по его прямому профилю.

Также было первично загружено электроэрозионное оборудования и создана система настройки оборудования для получения различных скоростных режимов и качества поверхности.

Список использованной литературы

1. Аверченков, В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Аверченков В.И., Казаков Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 228 с.

2. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ [Электронный ресурс] : [монография] / В. И. Аверченков [и др.]. - Брянск : БГТУ, 2012. - 148 с.

3. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ [Электронный ресурс] : [учеб. пособие для вузов]. Ч. 2 / В. И. Аверченков [и др.]. - Брянск : Изд-во БГТУ, 2012.

4. Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

5. Волчкевич, Л.И. Автоматизация производственных процессов : учеб. пособие для вузов / Л. И. Волчкевич. - 2-е изд., стер. ; Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 379 с.

6. Грабарник, А. М. Программное управление технологическим оборудованием : учеб.-метод. пособие / А. М. Грабарник ; ТГУ ; каф. "Профессиональное обучение". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2004.

7. Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ. ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.

8. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.

9. Григорьев, С.Н. Прогрессивные технологии машиностроительных производств [Электронный ресурс] : / С.Н. Григорьев, М.В. Терешин, А.С. Верещака [и др.]. — Электрон.дан. — М. : Горная книга, 2011.

10. Ермолаев, В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

11. Инструмент для высокопроизводительного и экологически чистого резания / В. Н. Андреев [и др.]. - Москва : Машиностроение, 2010. - 479 с.

12. Инструментальные материалы : учеб. пособие для вузов / Г. А. Воробьева [и др.]. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Политехника, 2005. - 267 с.

13. Исследование точности позиционирования рабочих органов станка с числовым программным управлением [Электронный ресурс] : метод. указания к лаб. работе по курсу «Металлорежущие станки» / Липецкий государственный технический университет ; сост. Б. М. Багров. - Липецк : ЛГТУ, 2012.

14. Латышенко, К.П. Автоматизация измерений, испытаний и контроля [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 307 с.

15. Левашкин, Д.Г. Основы программирования станков с ЧПУ токарной группы: учебно-методическое пособие / Д.Г. Левашкин, В.И. Малышев, А.С. Селиванов. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 108 с.

16. Левашкин, Д.Г. Руководство оператора системы ЧПУ «Интеграл»: учебно-методическое пособие по работе с токарной группой станков / Д.Г. Левашкин, В.И. Малышев, А.С. Селиванов. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 51 с.

17. Малышев, В.И. Технология изготовления режущего инструмента : [учеб. пособие по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. производств"]/ В.И. Малышев - Тольятти : Издательство Тольяттинского гос. университета, 2013. - 367 с.

18.Малышев В.И. Технология изготовления режущего инструмента : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / В. И. Малышев. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 439 с.

19.Маслов, А. Р. Инструментальные системы машиностроительных производств : учеб.для вузов / А. Р. Маслов. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2006. - 335 с.

20.Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Авраамова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.

21.Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 2 / В. В. Бушуев [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 586 с.

22.Панкратов Ю. М. САПР режущих инструментов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2013. — 336 с.

23.Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — Кемерово :КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 103 с.

24.Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве [Электронный ресурс] : учебник. Ч. 1 / В. И. Аверченков [и др.] ; Брянский государственный технический университет. - Брянск : БГТУ, 2012. - 216 с.

25.Старков, В.К. Физика и оптимизация резания материалов. М.: Машиностроение, 2009. – 640 с.

26.Тимирязев, В.А. Основы технологии машиностроительного производства [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2012. — 443 с.

27.Чудаков, А. Д. Системы управления гибкими комплексами механообработки / А. Д. Чудаков. - Москва : Машиностроение, 1990. - 237 с.

28.Шишмарев, В. Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб. для вузов / В. Ю. Шишмарев. - Гриф МО. - Москва : Академия, 2007. - 364 с.

29.Электронные пособия по дисциплине "Программное управление автоматическим и роботизированным оборудованием" [Электронный ресурс] . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007.

Приложение

Операция 010 Токарная Черновая

M40 M3 S700 F30 T1

X200 Y100

G00 Y30 X135

M8

G01 Y-1

G00 Y30

G01 X133

G01 Y-1

G00 Y30

G01 X131

G01 Y-1

G00 Y30

G01 X130

G01 Y-1

G00 X200 Y100

M9

T2 M3 S300 F20

G00 Y0 X135

M8

G73 X120

G00 X135

G00 X200 Y100

M9

M5

M30

Операция 015 Токарная Черновая. Токарная чистовая

M40 M3 S700 F50 T1

X200 Y100

G00 Y30 X26

M8

G01 X25

G01 Y29

G01 X2.5

G00 Y30

G00 X25

G01 Y28
G01 X2.5
.....
G01 Y26
G01 X2.5
G00 X25 Y26
G01 Y25
G01 X16.2
G00 Y26
G00 X25
.....
G01 Y19
G01 X16.2
G00 Y20
G00 X150
G01 Y18
G01 X16.2
G00 Y19
G00 150
M9
T2 S700 F30
M8
G00 X 2.5 Y26
G01 Y25.9
G01 X16,2
G01 Y17.7
G01 X150
M9
M5
M30

Операция 025 Электроэрозионная

X0 Y0
Y62
X9
Y38.3
X51
Y62

X60

Y0

Операция 028 Электроэрозионная

X0 Y0

X7

G03 X9 Y2 R2

G03 X