

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления корпуса

головки шпильковерта

| | | |
|--------------|---------------------------|------------------|
| Студент(ка) | <u>Курбанов И.Д.</u> | _____ |
| | (И.О. Фамилия) | (личная подпись) |
| Руководитель | <u>Резников Л.А.</u> | _____ |
| | (И.О. Фамилия) | (личная подпись) |
| Консультанты | <u>Виткалов В.Г.</u> | _____ |
| | (И.О. Фамилия) | (личная подпись) |
| | <u>Степаненко А.В.</u> | _____ |
| | (И.О. Фамилия) | (личная подпись) |
| | <u>Краснопевцева И.В.</u> | _____ |
| | (И.О. Фамилия) | (личная подпись) |

Допустить к защите
Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент

_____ Н.Ю. Логинов

(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления корпуса головки шпильковерта

Бакалаврская работа. Тольяттинский Государственный университет 2017 г.

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, режущий инструмент, технологическая оснастка, станок, режимы резания, нормы времени, экономический эффект.

В данной работе спроектирован новый технологический процесс изготовления корпуса головки шпильковерта для условий среднесерийного производства при годовой программа выпуска детали 10000 шт./год).

Данная работа содержит пять разделов. Во введении содержится цель работы, в заключении – результаты выполнения данной работы

В первом разделе работы выполнен анализ служебного назначения нашей детали, анализ технологичности, проанализирован базовый техпроцесс и определены пути совершенствования техпроцесса.

Во втором разделе выполнена технологическая часть работы, где выполнена разработка проектного технологического процесса, который включает в себя: выбор типа производства, расчет заготовки, определение схем базирования, проектирование технологического маршрута, выбор средств технического оснащения, а также необходимые расчеты – припусков, режимов резания, норм времени.

В третьем разделе выполнены конструкторские расчеты двух приспособлений – станочного и контрольного.

Четвертый и пятый раздел бакалаврской работы посвящены вопросам безопасности, экологичности и экономической эффективности работы.

Объем работы составляет: 76 страниц, 19 таблиц, 7 рисунков и графической части, содержащей 7,5 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1 Описание исходных данных | 5 |
| 2 Технологическая часть работы | 13 |
| 3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений | 37 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта | 46 |
| 5 Экономическая эффективность работы | 54 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ. | 58 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ. | 59 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ..... | 61 |

ВВЕДЕНИЕ

Одной из ведущих отраслей промышленности нашей страны является машиностроение.

Основное значение для технологического перевооружения производства и совершенствования ведущих отраслей народного хозяйства имеет развитие машиностроения, введение современных высокопроизводительных автоматических линий, средств механизации и автоматизации, развития механики, электроники и производства точных приборов.

При совершенствовании промышленного производства деталей машин и механизмов необходимо использовать различные технологические средства, которые обеспечат выпуск продукции в нужном количестве, необходимого качества и с минимальным машинным временем производства.

Данная бакалаврская работа посвящается разработке технологического процесса изготовления детали «корпус головки шпильковерта» для среднесерийного типа производства.

Цель данной работы – получение детали с наименьшими затратами, в заданном объеме и лучшим качеством. Приобретение практического опыта в разработке и совершенствовании технологического процесса изготовления детали, в конструировании и расчете станочных и контрольных приспособлений, разработке комплекта технологической документации.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Деталь, разрабатываемая в данной бакалаврской работе, называется «корпус», предназначена для установки сопрягаемых деталей и передачи вращающего момента в узле цанговой головки шпильковерта.

На рисунке 1.1 приводим эскиз фрагмента узла, в состав которого входит данная деталь.

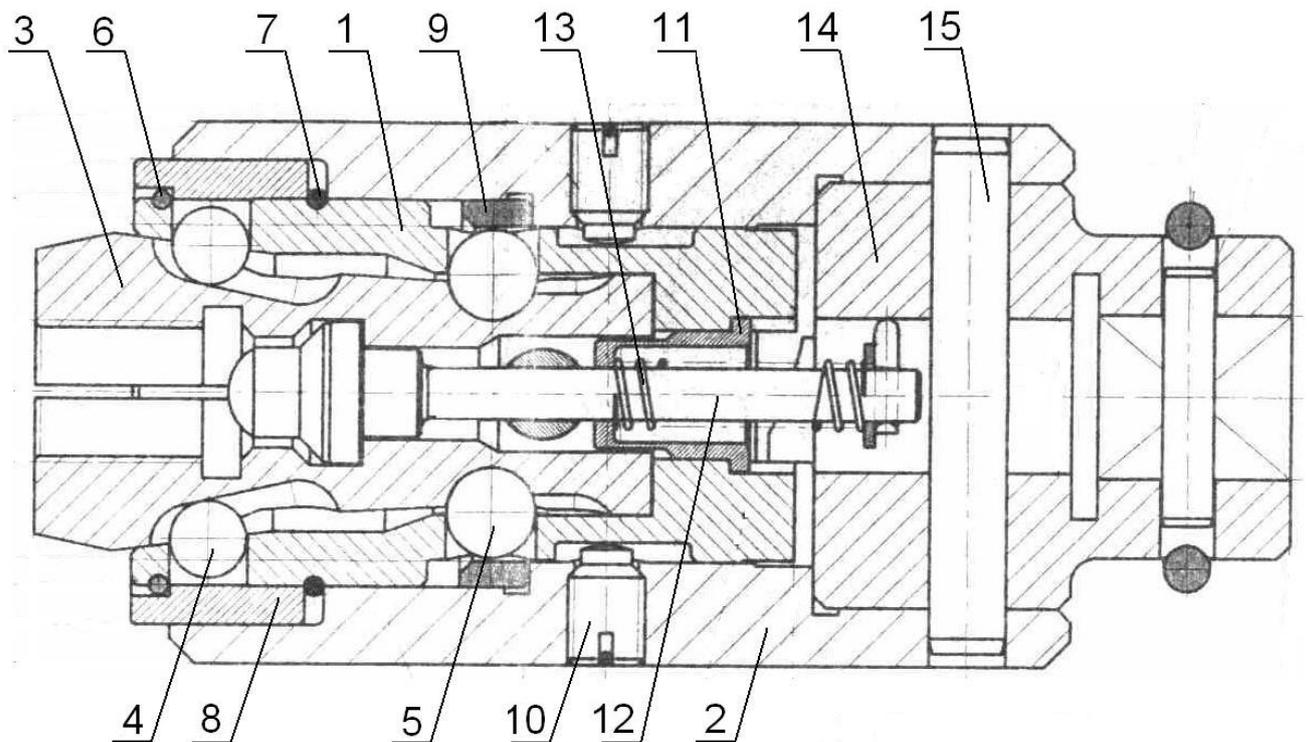


Рисунок 1.1 - Узел цанговой головки шпильковерта

Корпус 1 (рисунок 1.1) устанавливается в патроне 2. В отверстиях корпуса 1 установлены губки цанги 3, которые фиксируются с помощью шариков 4 и 5. На корпусе 1 с помощью колец запорных 6 и 7 устанавливается кольцо 8. Шарик 5 фиксируется с помощью втулки 9. Для ограничения осевого перемещения в патроне 2 установлены винты 10, входящие своими головками в паз кор-

пуса 1. По правому отверстию в корпусе 1 установлен стакан 11, через который проходит упор 12, подпружиненный пружиной 13. С правого конца в отверстии патрона 2 установлен кулачок 14, зафиксированный осью 15 в патроне 2.

При заворачивании шпилек, устанавливаемых в отверстиях губок цанги 3 корпус 1, преодолевая сопротивление пружины 13 движется до соприкосновения кулачков корпуса 1 с кулачками 14 с блокировкой кулачков и передачей вращающего момента, необходимого для заворачивания шпильки.

1.1.2 Анализ материала детали

Материалом корпуса является сталь 19ХГН ГОСТ 1414-75, характеристики которой представлены в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 19ХГН ГОСТ 1414-75

| Химический элемент | Процент |
|----------------------|-----------|
| Углерод (С) | 0,16-0,21 |
| Хром (Сг) | 0,8-1,1 |
| Марганец (Mn) | 0,7-1,1 |
| Кремний (Si) | 0,17-0,37 |
| Никель (Ni) | 0,8-1,1 |
| Сера (S), не более | 0,035 |
| Фосфор (P), не более | 0,035 |

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 19ХГН ГОСТ 1414-75

| Показатель | Обозначение | Единица изменения | Значение |
|--|-------------|--------------------|----------|
| Твердость по Бринеллю | НВ | - | 220 |
| Относительное удлинение при разрыве | δ_5 | % | 7 |
| Относительное сужение | ψ | % | 40 |
| Ударная вязкость | КСУ | Дж/см ² | 69 |
| Кратковременный предел прочности | σ_B | МПа | 1180 |
| Предел текучести, определяемый при остаточной деформации | σ_T | МПа | 930 |

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Классификация поверхностей призвана систематизировать требования к поверхностям детали.

Для этого пронумеруем все поверхности детали рисунок 1.2:

- исполнительные поверхности выполняют служебное назначение детали – поверхности 30,18,21;

- основные конструкторские базы, поверхности ориентирующие данную деталь в узле – поверхности 3,13;

- вспомогательные конструкторские базы определяют положение других деталей присоединяемых к рассматриваемым - поверхности 23,25,28,29,32,16,4,5;

- свободные поверхности – остальные поверхности.

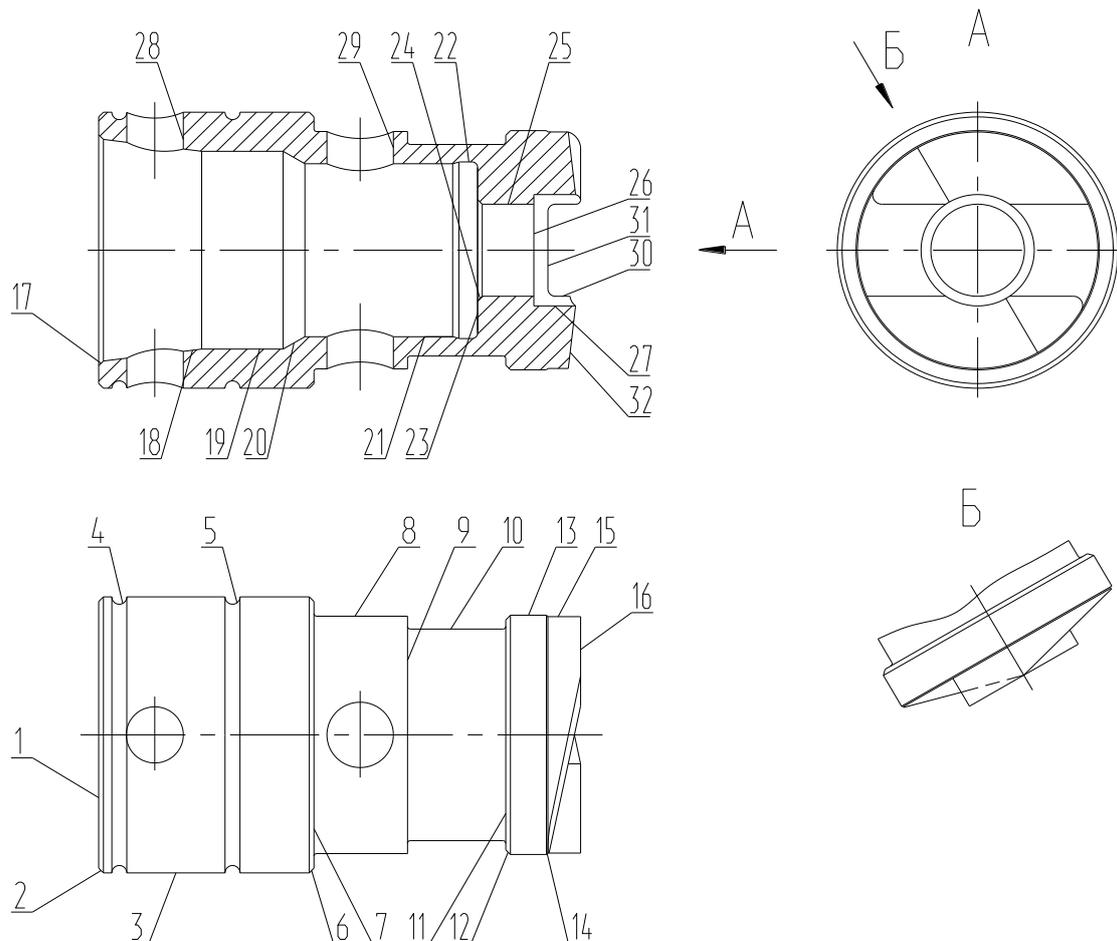


Рисунок 1.1 - Систематизация поверхностей

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

1.2.1 Анализ количественных показателей технологичности

1.2.1.1 Коэффициент, анализирующий унификацию поверхностей

$$K_{\text{ун.}} = n_{\text{ун.}} / \Sigma n, \quad (1.1)$$

где $n_{\text{ун.}}$ - сумма поверхностей, которые унифицированы;

Σn - число всех поверхностей детали.

$K_{\text{ун.}} = 1$, технологичность выполнена.

1.2.1.2 Коэффициент, анализирующий шероховатости поверхностей

$$K_{\text{шр.}} = \frac{1}{B_{\text{ср.}}}, \quad (1.2)$$

где $B_{\text{ср.}}$ - усредненное значение шероховатости, которое определяется по формуле:

$$B_{\text{ср.}} = \frac{B_{ni}}{\Sigma n_i}, \quad (1.3)$$

где B_{ni} – число конкретной шероховатости;

Σn_i – число поверхностей с конкретной шероховатостью.

$$B_{\text{ср.}} = (4 \cdot 0,8 + 28 \cdot 3,2) / 32 = 2,9 \text{ мкм.}$$

$$K_{\text{шр.}} = 1 / 2,9 = 0,34$$

$K_{\text{шр.}} > 0,32$, технологичность не выполнена, по этому параметру деталь не-технологична.

1.2.1.3 Коэффициент, анализирующий точность

$$K_{\text{тч.}} = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср.}}}, \quad (1.4)$$

где $A_{cp.}$ - усредненная точность выполнения детали, она определяется по формуле:

$$A_{cp.} = \frac{A_{ni}}{\sum ni}, \quad (1.5)$$

где A_{ni} – конкретный квалитет точности;

$\sum ni$ – число поверхностей с конкретной точностью.

$$A_{cp.} = (1 \cdot 6 + 2 \cdot 8 + 1 \cdot 9 + 7 \cdot 11 + 2 \cdot 12 + 19 \cdot 14) / 32 = 12,4$$

$$K_{TЧ} = 1 - 1/12,4 = 0,92$$

$K_{TЧ} > 0,85$, технологичность выполнена.

1.2.2 Качественный анализ технологичности

Исходя из конструкции рассматриваемой детали и ее материала, в качестве заготовки возможно применение проката или штамповки, выбирается далее на основании экономического расчета. Деталь такая, что получается данными методами без существенных проблем.

Чертеж детали выполнен по всем стандартам, все данные для ее изготовления есть.

На чертеже детали «Корпус» присутствует вся необходимая для ее изготовления информация.

Деталь может быть обработана по типовому техпроцессу. Все поверхности имеют удобный доступ для обработки.

Приведем максимальные параметры основных характеристик детали: IT6 – поверхность 18; Ra 0,8 на поверхности 3,13,18,21; соосность 0,02 поверхности 18,21,13 относит. поверхности 3.

Данные параметр детали нормально обеспечиваются на обычном оборудовании и соответствуют назначению детали.

Доступ к местам обработки и контроля свободный.

Анализируя эти данные, делаем вывод, что конструкция корпуса является технологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Целью данного анализа является выявление недостатков заводского техпроцесса (ТП), устранение этих недостатков будет содействовать достижению основных целей данной работы.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Рассмотрим базовый техпроцесс, выполним его анализ для выявления основных его недостатков.

Основные характеристики заводского техпроцесса приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технологическая характеристика заводского техпроцесса

| Операция | СТО | | | |
|------------------------|----------------|---|-------------------------------|----------------------------|
| | Станок | Оснастка | | |
| | | Режущий инструмент | Мерительный инструмент | Приспособления |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 005 Заготовительная | | | | |
| 005 Токарная черн. | 16К20 | Резец проход., Т5К10 подрез., Т5К10 расточн., Т5К10 Сверло спиральное Р6М5 | Штангенцирк. | Патрон 3-х кулачковый |
| 010 Токарная чист. | 16К20 | Резец проход., Т15К6 подрез., Т15К6 канавоч., Т15К6 | Штангенцирк. | Патрон 3-х кулачковый |
| 015 Шлифовальная черн. | 3М131 | Шлиф. круг | Калибр-скоба | Патрон 3-х кулачковый |
| 020 Фрезерная | ИС500ПМ 1Ф4 | Фреза концевая Р6М5 | Штангенцирк. | Приспособление специальное |
| 025 Сверлильная | 2Р135 | Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5 Зенкер Р6М5 Развертка Р6М5 | Штангенцирк. Калибр-пробка | Приспособление специальное |
| 030 Слесарная | Верстак | Напильник, шлифшкурка | | |
| 035 Моечная | | | | |
| 040 Контрольная | | | | |
| 045 Термическая | | | | |

Продолжение таблицы 1.3

| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------------|--------|------------|--------------|-----------------|
| 050 Шлифовальная чист. | 3М131 | Шлиф. круг | Калибр-скоба | Патрон цанговый |
| 055 Внутрешлифовальная чист. | 3К227В | Шлиф. круг | Калибр-скоба | Патрон цанговый |
| 060 Моечная | | | | |
| 065 Контрольная | | | | |

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Недостатки базового ТП

Опишем основными недостатками базового техпроцесса.

1. Оборудование соответствует единичному и мелкосерийному производству - универсальные станки с низкой производительностью.
2. Сама последовательность операций выбрана неоптимально, она соответствует единичному типу производства.
3. На слесарной операции удаляются заусенцы вручную, что приводит к большому штучному времени.
4. Низкопроизводительный универсальный инструмент;
5. Применяемая технологическая оснастка преимущественно с ручным зажимом, что увеличивает вспомогательное время на установку и закрепление заготовки.
6. Применяемые контрольно-измерительные средства неоптимальны, что увеличивает вспомогательное время на приемы контроля.

1.4.2 Пути совершенствования техпроцесса, задачи бакалаврской работы

Опишем задачи бакалаврской работы и пути совершенствования ТП.

1. Использовать оптимальные высокопроизводительные станки - с ЧПУ, полуавтоматы. Рассмотрим высокопроизводительные импортные станки, которые зачастую стоят дешевле, чем отечественные, но более производительные.

2. Выбрать оптимальный метод получения заготовки, припуски на обработку рассчитать аналитическим методом;
3. Спроектировать более оптимальный техпроцесс исходя из условий выбранного типа производства;
4. Для удаления заусенцев применим электрохимический метод на станке 4407, что позволит уменьшить штучное время на слесарную операцию.
5. Подобрать наиболее оптимальный высокопроизводительный режущий инструмент.
6. Применить специализированную оснастку высокой производительности.
7. Применить высокопроизводительные контрольные приспособления, исходя из выбранного типа производства.
8. Спроектировать патрон клиновый для токарной операции.
9. Спроектировать приспособление для контроля допуска биения;
10. Выполнить анализ техпроцесса принимая во внимание безопасность и экологичность, уменьшить воздействие опасных и вредных факторов.
11. Выполнить экономический расчет эффективности применяемых технологических операций.

2 Технологическая часть проекта

2.1 Выбор типа производства

Для разных типов производства существуют разные подходы к дальнейшей разработке техпроцесса.

Согласно рекомендаций [9, с. 24, табл. 31] исходя из массы детали 0,109 кг., принимая во внимание годовую программу выпуска $N_T = 10000$ шт./год, при этом тип производства принимаем как среднесерийный.

2.2 Выбор и проектирование заготовки

2.2.1 Выбор вариантов проектирования исходной заготовки

В качестве заготовки для детали можно выбрать:

- а) штамповку;
- б) прокат.

Определим параметры исходных заготовок:

Масса штампованной заготовки $M_{шт.}$, приблизительно равна:

$$M_{шт.} = M_{дет.} \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где $M_{дет.}$ – масса готовой детали;

K_p – коэффициент формы детали, устанавливается по [11, с. 23], $K_p = 2.5$.

$$M_{шт.} = 0.109 \cdot 2.5 = 0.273 \text{ кг.}$$

Параметры заготовки будем принимать по ГОСТ 7505-89 [8]:

Оборудование для штамповки - КГШП, нагревать заготовку будем с помощью индукционных нагревателей, принимаем класс точности заготовки Т3 [8, с.28], принимаем группу стали как М2 [8, с.8], принимаем степень сложности заготовки как С3 [8, с. 29].

Массу заготовки из проката $M_{пр.}$ будем определять согласно формуле:

$$M_{\text{пр.}} = V_{\text{пр.}} \cdot \rho, \quad (2.2)$$

где $V_{\text{пр.}}$ – объем данного проката;

ρ - плотность материала заготовки из проката.

Так как форма заготовки, принимаемая для изготовления из сортового проката для детали типа тела вращения - цилиндр, у него диаметр $d_{\text{пр.}}$, мм и его длина $l_{\text{пр.}}$, мм будет равна:

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

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

где $d_{\text{д.}}^{\text{max}}$ – наибольший диаметр детали;

$l_{\text{д.}}^{\text{max}}$ – наибольшая длина детали.

$$d_{\text{пр.}} = 30 \cdot 1,05 = 31,5 \text{ мм.}$$

$$l_{\text{пр.}} = 51,5 \cdot 1,05 = 54,1 \text{ мм.}$$

По этим данным по ГОСТ стандартное значение будет равно: $d_{\text{пр.}} = 32 \text{ мм.}$

$$l_{\text{пр.}} = 54,1 \text{ мм.}$$

Произведем определение объема элементов заготовок V , мм³ формы цилиндра как:

$$V_{\text{ц.}} = \pi \cdot d_{\text{пр.}}^2 \cdot l_{\text{пр.}} / 4 \quad (2.5)$$

$$V_{\text{ц.}} = 3,14 \cdot 32^2 \cdot 54,1 / 4 = 43488 \text{ мм}^3.$$

$$M_{\text{пр.}} = 43488 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,341 \text{ кг.}$$

В результате произведем выбор размер горячекатаного проката по ГОСТ 2590-2006, точность – обычная В1:

$$\text{Круг} \frac{32 \text{ В1 – ГОСТ 2590 – 2006}}{19ХГН \text{ ГОСТ 1414 – 75}}$$

2.2.2 Техничко-экономический расчет выбора варианта заготовки

Цену детали, полученной из заготовки будем определять согласно формуле

$$C_{\text{дет.}} = C_{\text{заг.}} + C_{\text{мо.}} - C_{\text{отх.}}, \quad (2.6)$$

где $C_{\text{заг.}}$ – базовая цена принятого варианта заготовки;

$C_{\text{мо.}}$ – цена последующей мехобработки;

$C_{\text{отх.}}$ – цена отходов при мехобработке.

2.2.2.1 Расчет варианта горячей штамповки

Цену штампованной заготовки будем определять по формуле:

$$C_{\text{заг.штамп}} = C_{\text{баз.}} \cdot M_{\text{шт.}} \cdot K_{\text{т.}} \cdot K_{\text{сл.}} \cdot K_{\text{в.}} \cdot K_{\text{м.}} \cdot K_{\text{п.}}, \quad (2.7)$$

где $C_{\text{баз.}}$ – цена 1 т штамп. заготовок, принятая за базу, $C_{\text{б.}} = 11,2$ руб./кг. [8, с. 23];

$M_{\text{шт.}}$ – предварительно рассчитанная масса штамповки, кг.;

$K_{\text{т.}}$ – данный коэффициент определяется от класса точности штамповки,

$K_{\text{т.}} = 1.0$ [11, с. 24];

$K_{\text{сл.}}$ – данный коэффициент определяется от степени сложности штамповки,

$K_{\text{сл.}} = 1.00$ [11, с. 24];

$K_{\text{в.}}$ – данный коэффициент зависит от диапазона масс, в который входит масса заготовки, $K_{\text{в.}} = 1.94$ [11, с. 24];

$K_{\text{м.}}$ – данный коэффициент зависит от металла заготовки, для стали 40Х принимаем $K_{\text{м.}} = 1.45$ [11, с. 24];

$K_{\text{п.}}$ – данный коэффициент определяет выбранный среднесерийный тип производства, $K_{\text{п.}} = 1.0$ [11, с. 24].

$$C_{\text{заг.штамп}} = 11,2 \cdot 0.273 \cdot 1.0 \cdot 1.00 \cdot 1.94 \cdot 1.45 \cdot 1.0 = 8.59 \text{ руб.}$$

Произведем определение цены мехобработки штампованной заготовки $C_{\text{м.о.}}$, по формуле:

$$C_{\text{м.о.}} = (M_{\text{шт.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{уд.}}, \quad (2.8)$$

где $C_{\text{уд.}}$ – удельная стоимость съема 1 килограмма материала.

Удельная стоимость мехобработки резанием $C_{\text{уд.}}$, равна:

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

где C_c – общие финансовые траты, $C_c = 14,8$ руб./кг. [11, с. 25];

C_k – финансовые траты, $C_k = 32,5$ руб./кг.

E_n – показатель норм эффективности ($E = 0,1 \dots 0,2$). Принимает $E_n = 0,16$.

$$C_{мо.} = (0.273 - 0.109) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 3.27 \text{ руб.}$$

Цену отходов $C_{отх.}$, будем определять как

$$C_{отх.} = (M_{шт.} - M_{дет.}) \cdot C_{отх.}, \quad (2.10)$$

где $C_{отх.}$ – продажная возвратная цена отходов.

Принимаем эту цену $C_{отх.} = 0.4$ руб./кг. [11, с. 25]

$$C_{отх.} = (0.273 - 0.109) \cdot 0.5 = 0.08 \text{ руб.}$$

$$C_{дет.} = 8.59 + 3.27 - 0.08 = 11.77 \text{ руб.}$$

2.2.2.2 Расчет варианта заготовки, полученной из проката

Цену заготовки, которая получается из сортового проката будем определять по формуле [11, с. 26]

$$C_{пр.} = C_{м.пр.} \cdot M_{пр.} + C_{отрз.}, \quad (2.11)$$

где $C_{м.пр.}$ – стоимость металла 1 килограмма проката; $C_{м.пр.} = 14$ руб./кг.

$C_{отрз.}$ – стоимость реза проката на мерные заготовки.

$$C_{отрз.} = \frac{C_{пз.} \cdot T_{шт.}}{60}, \quad (2.12)$$

где $C_{пз.}$ – затраты для отрезного станка; $C_{пз.} = 30,2$ руб./ч. [11, с. 26];

Выполним расчет $T_{штуч.}$:

$$T_{штуч.} = T_o \cdot \Phi_k, \quad (2.13)$$

где T_0 – время обработки основное (машинное);

φ_k – параметр, учитывающий вид оборудования, принимается $\varphi_k = 1,5$.

Основное машинное время для отрезных станков T_0 :

$$T_{\text{осн.}} = 0,19 \cdot d_{\text{пр.}}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.14)$$

где $d_{\text{пр.}}$ – размер прутка.

$$T_{\text{осн.}} = 0,19 \cdot 32^2 \cdot 10^{-3} = 0.19 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{штуч.}} = 0.19 \cdot 1,5 = 0.29 \text{ мин.}$$

$$C_{\text{отрз.}} = 30,2 \cdot 0.29 / 60 = 0.15 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пр.}} = C_{\text{м.пр.}} \cdot M_{\text{пр.}} + C_{\text{оз.}} = 14 \cdot 0.341 + 0.15 = 4.93 \text{ руб.}$$

Цена мехобработки при этом будет равна:

$$C_{\text{мо.}} = (M_{\text{пр.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{уд.}} = (0.341 - 0.109) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 4.65 \text{ руб.}$$

Цена отходов при этом будет составлять:

$$C_{\text{отх.}} = (0.341 - 0.109) \cdot 0.50 = 0.12 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{дет.}} = C_{\text{пр.}} + C_{\text{мо.}} - C_{\text{отх.}} = 4.93 + 4.65 - 0.12 = 9.46 \text{ руб.}$$

2.2.3 Сопоставление двух вариантов заготовок

Произведем расчет параметра коэффициента использования металла $K_{\text{и.м.}}$, который будет равен [11, с. 28]:

$$K_{\text{и.м.}} = M_{\text{дет.}} / M_{\text{зав.}} \quad (2.15)$$

$$\text{Тогда при заготовке штамповки: } K_{\text{и.м.}} = 0.109 / 0.273 = 0.40$$

$$\text{При заготовке из проката: } K_{\text{и.м.}} = 0.109 / 0.341 = 0.32$$

Сравнив себестоимости заготовок и $K_{\text{им}}$, делаем вывод о том, что оптимальный вариант получения заготовки – прокат.

Экономический эффект, $\mathcal{E}_{\text{год.}}$, приведенный к годовой программе выпуска, будет равен:

$$\mathcal{E}_{\text{год.}} = (C_{\text{д.што}} - C_{\text{д.про}}) \cdot N_{\text{год.}} \quad (2.16)$$

где $N_{\text{год}} = 10000$ шт./год - программа производства детали в год.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (11.77-9.46) \cdot 10000 = 23159 \text{ руб.}$$

2.2.4 Проектирование и расчет исходной заготовки

Найдем максимальный диаметр заготовки из проката

На прокат примем припуски: на черновое точение припуск составляет 2,2 мм., на чистовое 0,5 мм., на шлифование 0,3 мм.

Тогда диаметр заготовки

$$D = 30 + 2,2 + 0,5 + 0,3 = 33 \text{ мм.}$$

Принимаем прокат по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг } \frac{33 \text{ В1 ГОСТ } 2590 - 2006}{19\text{ХГН ГОСТ } 1414 - 75}$$

Припуск на подрезку каждого торца по 1,4 мм. на сторону.

Тогда длина заготовки

$$L_3 = 51,5 + 1,4 \cdot 2 = 54,3 \text{ мм., принимаем } 54,3 \text{ мм.}$$

Эскиз заготовки представлен на рисунке 2.1

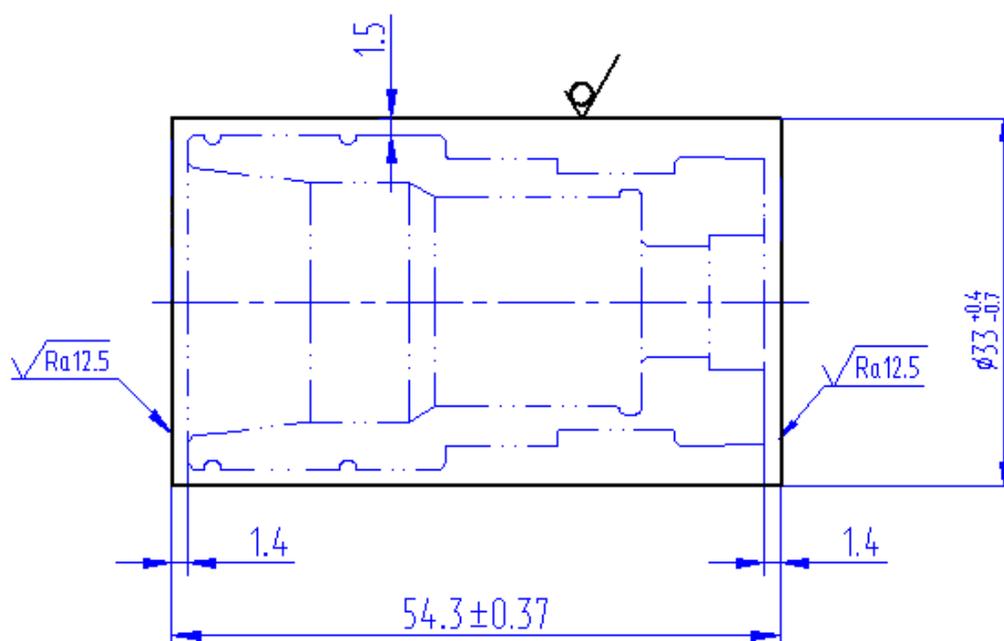


Рисунок 2.1 – Эскиз заготовки

При расчете объема цилиндрические элементы проката будем определять по формуле (2.5) по плюсовым допускам $\varnothing 33^{+0,4}_{-0,7}$

$$V = 3,14/4 \cdot (33,4^2 \cdot 54,3) = 47551 \text{ мм}^3.$$

Произведем определение массы проката $M_{\text{прок.}}$, кг по формуле (2.2)

$$M_{\text{прок.}} = V \cdot \gamma = 47551 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,373 \text{ кг.}$$

При этом уточняем коэффициент использования материала на рассчитанную заготовку согласно формулы (2.15)

$$\text{КИМ} = M_{\text{д}} / M_{\text{прок}} = 0,109 / 0,373 = 0,29$$

2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки

2.3.1 Выбор технологических баз

Точность базирования корпуса на всех операциях технологического процесса в диаметральном и осевом направлениях, обеспечивается рациональным выбором диаметр. и осевых баз и применением самоцентрирующих зажимных приспособлений.

Погрешность обработки при переходе обрабатываемой детали от одной операции к другой снижается, так как постоянно увеличивается точность и чистота поверхностей технологических баз.

Анализируя конструкцию детали, выясняем, что в качестве черновых баз, используемых при установке заготовки на первой операции необходимо использовать поверхность 3 с торцем 1.

При следующей токарной обработке левого конца в качестве баз возможно использовать поверхность 8 и торец поверхность 16, правого – поверхность 3 и торец 1.

При сверлильной обработке в качестве баз возможно использовать поверхность 3 и торец поверхность 23.

При фрезерной обработке в качестве баз возможно использовать поверхность 3 и торец поверхность 1.

В качестве баз при круглом шлифовании необходимо использовать отв. 21 и торец 1.

В качестве баз при внутреннем шлифовании необходимо использовать поверхность 3 и торец 16.

Условные обозначения баз приведены в плане обработки.

2.3.2 Выбор методов обработки поверхностей

Анализируя конструкцию детали, ее точность и шероховатость, произведем определение маршрута обработки ее поверхностей.

Произведем определение способа и вида технологической обработки по каждой из поверхностей детали согласно источникам [5] и [11, с. 32-34].

Произведем назначение промежуточные способов обработки - технологических переходов. Произведем определение показателя трудоемкости на основании [8, с. 32-34]. Определим коэффициент трудоемкости.

По результатам выбора маршрутов обработки заполним таблицу 2.1

Таблица 2.1 - Последовательность обработки поверхностей

| Поверхности обработки | Точность | Шероховатость | Технологический маршрут |
|-----------------------|----------|---------------|-------------------------|
| | IT | Ra, мкм | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1,2,6,7,9,11,12,14 | 14 | 2,5 | Т, Тч, ТО |
| 4,5,8,10,15,16 | 11 | 2,5 | Т, Тч, ТО |
| 3,13 | 8 | 0,8 | Т, Тч, Ш, ТО, Шч |
| 17,19,20,22,24,26 | 14 | 2,5 | С, Р, Рч, ТО |
| 25,27 | 11 | 2,5 | С, Р, Рч, ТО |
| 21 | 9 | 0,8 | С, Р, Рч, ТО, Шч |
| 23 | 9 | 0,8 | С, Р, Рч, ТО, Шч |
| 18 | 9 | 1,25 | С, Р, Рч, Ш, ТО, Шч |
| 28,29 | 11 | 2,5 | С, 3, ТО |

Продолжение таблицы 2.1

| | | | |
|--|----|-----|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 30,31,32 | 11 | 2,5 | Ф, ТО |
| Т- обтач.черновое, Тч- обтач.чистовое, С- сверл., Р- раст.черновое, Рч- раст.чистовое, З- зенкеров., Ф-фрезеров., Д-долблен., Ш- шлиф.черновое, Шч- шлиф.чистовое, ТО- термообаб.а | | | |

Данные методы обработки поверхностей корпуса обеспечивает выполнение требований чертежа детали по точности и качеству поверхностей.

2.3.3 Технологический маршрут обработки детали

Результаты выбора технологического маршрута для всех поверхностей детали представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Тех.маршрут обработки детали.

| Операция | Баз. поверхн. | Обработ. поверхн. | IT | Ra |
|--------------------------------|------------------|-----------------------------|--------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 000 Заготовительная | 3 | 1,16 | 14 | 20 |
| 005 Токарная (черн.) | 1,3 | 7,8,9,10,11, 13,25,26,27 | 13 | 5 |
| 010 Токарная (черн.) | 8,16 | 1,3,18,19,20,21,23 | 13 | 5 |
| 015 Токарная (чист.) | 1,3 | 6-16,25-27 | 10 | 2,5 |
| 020 Токарная (чист.) | 8,16 | 1-5,17-23 | 10 | 2,5 |
| 025 Круглошлифовальная (черн.) | 1,21 | 3,13 | 9 | 1,6 |
| 030 Сверлильная | 3,23 | 28,29 | 11 | 2,5 |
| 035 Фрезерная | 1,3 | 32,26,30,31 | 10 | 2,5 |
| 040 Слесарная | | | | |
| 045 Моечная | | | | |
| 050 Контрольная | | | | |
| 055 Термическая | | | | |
| 060 Внутришлифовальная | 16,3 | 21 23 | 9 9 | 0,8 2,5 |
| 065 Внутришлифовальная | 16,3 | 18 | 6 | 0,8 |
| 070 Круглошлифовальная (чист.) | 1,21 | 3,13 | 8 | 0,8 |

Продолжение таблицы 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|---|---|---|---|
| 075 Моечная | | | | |
| 080 Контрольная | | | | |

2.3.4 План обработки детали

На основании предыдущих расчетов произведем разработку плана обработки детали, где указывается основная информация, полученная в результате расчетов: перечень операций, эскиз обработки, промежуточные допуски размеров на обработку по операциям.

План обработки детали " Корпус" представлен в чертежах данной работы.

2.4 Выбор средств технологического оснащения

2.4.1 Обоснование выбора оборудования

Произведем выбор оборудования.

Данные по подбору станков и другого оборудования представлены в таблице 2.3

Таблица 2.3 - Выбор оборудования

| Операция | Станок |
|--------------------------------|--|
| 1 | 2 |
| 005,010 Токарная (черн.) | Токарный станок с ЧПУ ZMM LT580/1000 |
| 015,020 Токарная (чист.) | Токарный станок с ЧПУ ZMM LT580/1000 |
| 025 Круглошлифовальная (черн.) | Круглошлиф. станок с ЧПУ КШ-3 CNC |
| 030 Сверлильная | Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2-1 |
| 035 Фрезерная | Вертикальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500VS |
| 040 Слесарная | Электрохим. станок для снятия заусенцев 4407 |
| 045,070 Моечная | Камерная моечная машина |

Продолжение таблицы 2.3

| 1 | 2 |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 060,065 Внутришлифовальная | Внутришлиф. п/а 3К227В |
| 070 Круглошлифовальная (чист.) | Круглошлиф. станок с ЧПУ КШ-3 CNC |

2.4.2 Выбор средств технологического оснащения

Произведем выбор средств технологического оснащения. Результаты подбора - в таблицах 2.4-2.5

Таблица 2.4 - Выбор приспособлений

| Операция | Приспособление |
|--------------------------------|---|
| 005,010 Токарная (черн.) | Патрон токар. 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80 |
| 015,020 Токарная (чист.) | Патрон токар. 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80 |
| 025 Круглошлифовальная (черн.) | Цанговый патрон ОСТ 1-52345-79 |
| 030 Сверлильная | Приспособ. специальное ОСТ 3-2913-75 |
| 035 Фрезерная | Приспособ. специальное ОСТ 3-2913-75 |
| 060,065 Внутришлифовальная | Мембран. патрон ОСТ 3-3443-76 |
| 070 Круглошлифовальная (чист.) | Цангов. патрон ОСТ 1-52345-79 |

Таблица 2.5 - Выбор инструмента

| Операция | Режущий инструмент | Мерительный инструмент |
|--------------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 005,010 Токарная (черн.) | Резец-вставка проход.. Пластина ромбич., Т5К10. $\varphi=107^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 Сверло спирал. комбинир. $\varnothing 9,4/\varnothing 11,5$ ОСТ 2И21-1-76 Р6М5К5 Резец-вставка расточ. Пластина 3х гран., Т5К10 $\varphi=97^\circ$ h=20 b=20 L=140 ОСТ 2И.101-83 | Калибры-скобы ГОСТ 18355-73 Калибры-пробки ГОСТ 14807-69 Шаблоны ГОСТ 2534-79 |
| 015,020 Токарная (чист.) | Резец-вставка проход.. Пластина 3х гран., Т15К6 $\varphi=93^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 Резец-вставка канав. Пластина канав., Т15К6 В=1,6 h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 Резец-вставка расточ.. Пластина 3х гран., Т15К6 $\varphi=97^\circ, \lambda=0 \alpha=11^\circ$ h=20 b=20 L=140 ОСТ 2И.101-83 | Калибры-скобы ГОСТ 18355-73 Калибры-пробки ГОСТ 14807-69 Шаблоны ГОСТ 2534-79 |

Продолжение таблицы 2.5

| 1 | 2 | 3 |
|---------------------------------|---|--|
| 025 Круг-лошлифовальная (черн.) | Круг шлиф. 1 400x20x127 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 | Калибры-скобы ГОСТ 18355-73 Шаблоны ГОСТ 2534-79 Приспособ. мерит. с индикатором ГОСТ 5584-61 |
| 030 Сверлильная | Сверло спирал. Ø 5,9, Ø 6,9 ГОСТ 10902-77 Р6М5К5 Зенкер цельный Ø6,1, Ø7,1 Р6М5К5 ГОСТ 12489-71 | Калибры-пробки ГОСТ 14827-69 Шаблоны ГОСТ 2534-79 |
| 035 Фрезерная | Фреза концев. Ø 10 ГОСТ 15162-82 Р6М5К5 | Шаблоны ГОСТ 2534-79 |
| 060,065 Внутришлифовальная | Круг шлиф. 5 22x30x10 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Круг шлиф. 6 16x30x8 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 | Калибры-пробки ГОСТ 14827-69 Шаблоны ГОСТ 2534-79 Приспособ. мерит. с индикатором ГОСТ 5584-61 Микроинтерферометр МИИ-6 |
| 070 Круг-лошлифовальная (чист.) | Круг шлиф. 1 400x20x127 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 | Калибры-скобы ГОСТ 18355-73 Шаблоны ГОСТ 2534-79 Приспособ. мерит. с индикатором ГОСТ 5584-61 Микроинтерферометр МИИ-6 |

2.5 Разработка технологических операций

2.5.1 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров

2.5.1.1 Расчет промежуточных припусков аналитическим методом

Выполним расчетно-аналитический расчет на одну из поверхностей - поверхность $\varnothing 30_{-0,098}^{-0,065}$

Последовательность обработки данной поверхности:

- 1 заготовительный переход - прокат
- 2 переход точения черного, установка в патроне 3-х кулачковом
- 3 переход точения чистового, установка в патроне 3-х кулачковом
- 4 переход шлифования предварительного, установка в патроне цанговом

5 переход шлифования окончательного, установка в патроне мембранном

Расчет выполним по методике, представленной в [3, с. 65] и [6, с. 67]

По таблицам [3, с. 66] и [6, с. 69] назначим для переходов исходные данные - величину микронеровностей – Rz, глубину дефектного слоя - h.

Отклонение ρ_o , заготовки проката типа "вал" определяется по формуле

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{OM}^2 + \rho_{Ц}^2}, \quad (2.17)$$

где ρ_{OM} - величина отклонения расположения;

$\rho_{Ц}$ - величина отклонения при центровке

Погрешность ρ_{OM} , определяется так:

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot L = 0.001 \cdot 51 = 0.051 \text{ мм.} \quad (2.18)$$

где L- расстояние от торца заготовки до сечения, в котором определяется погрешность коробления;

Δ_k – величина удельного коробления.

Погрешность центровки $\rho_{Ц}$, для установки заготовки определяется в зависимости от точности заготовки по формуле:

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.19)$$

где δ_3 – допуск установочных поверхностей, $\delta_3 = 1.1$ мм.

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{1.1^2 + 1} = 0.372 \text{ мм.}$$

Тогда по формуле (2.17) определим ρ_o ,

$$\rho_o = \sqrt{0.051^2 + 0.372^2} = 0.375 \text{ мм.}$$

Теперь определим погрешность установки заготовки $\epsilon_{уст}$:

2 переход - $\epsilon_{уст} = 0,32$ мм., 3 переход - $\epsilon_{уст} = 0,070$ мм., 4 переход - $\epsilon_{уст} = 0,030$ мм., 5 переход - $\epsilon_{уст} = 0,015$ мм.,

Отклонения $\rho_{ост}$, для последующих операций равны:

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_o, \quad (2.20)$$

где K_y - коэффициент, уточняющий переход обработки. $K_{y2} = 0,06$, $K_{y3} = 0,04$, $K_{y4} = 0,02$, $K_{y5} = 0,01$

Аналогично определяется погрешность установки.

Выполним расчет, результаты приводим в таблице 2.6

Таблица 2.6- Расчет припуска

Размеры в миллиметрах

| Технолог. переход | Составляющие припуска, мм | | | | 2Z min | допуск Td/IT | Размеры предельные, мм | | Припуски предельные, мм | |
|---------------------------------------|---------------------------|------------------|------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|------------------------|--------------------|-------------------------|--------|
| | Rz ⁱ⁻¹ | h ⁱ⁻¹ | ρ ⁱ⁻¹ | ε _{уст} ⁱ⁻¹ | | | d ⁱ max | d ⁱ min | 2Z max | 2Z min |
| | | | | | | | | | | |
| 1 Заготовительный переход | 0.150 | 0.150 | 0.375 | - | - | 1.1 B | 33.149 | 32.049 | - | - |
| 2 Переход черногого точения | 0.025 | 0.025 | 0.023 | 0.320 | 1.586 | 0.330 13 | 30.793 | 30.463 | 2.356 | 1.586 |
| 3 Переход чистового точения | 0.012 | 0.015 | 0.015 | 0.100 | 0.305 | 0.084 h10 | 30.242 | 30.158 | 0.551 | 0.305 |
| 4 Переход предварительного шлифования | 0.008 | 0.015 | 0.008 | 0.050 | 0.158 | 0.052 h9 | 30.052 | 30.000 | 0.190 | 0.158 |
| 4 Переход окончательного шлифования | 0.004 | 0.010 | 0.004 | 0.025 | 0.098 | 0.033 d8 | 29.935 | 29.902 | 0.117 | 0.098 |

Минимальный припуск $2Z_{min}$, равен:

$$2Z_{min} = 2(Rz+h+\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_{yi}^2}) \quad (2.21)$$

Выполним расчеты, результаты приводим в таблице 2.6

Размеры по поверхностям определяется по формулам

$$d_{min}^{i-1} = d_{min}^i + 2Z_{min} \quad (2.22)$$

$$d_{max}^i = d_{min}^i + Td^i \quad (2.23)$$

Максимальные припуски $2Z_{max}$, будут равны:

$$2Z_{max} = d_{max}^{i-1} - d_{max}^i \quad (2.24)$$

Минимальные припуски $2Z_{min}$, будут равны:

$$2Z_{min} = d_{min}^{i-1} - d_{min}^i \quad (2.25)$$

Выполним расчет, результаты приводим в таблице 2.6

По результатам расчетов строим схему, на которой указываем расположение припусков, допусков, операционных размеров. Данные представлены на рисунке 2.1.

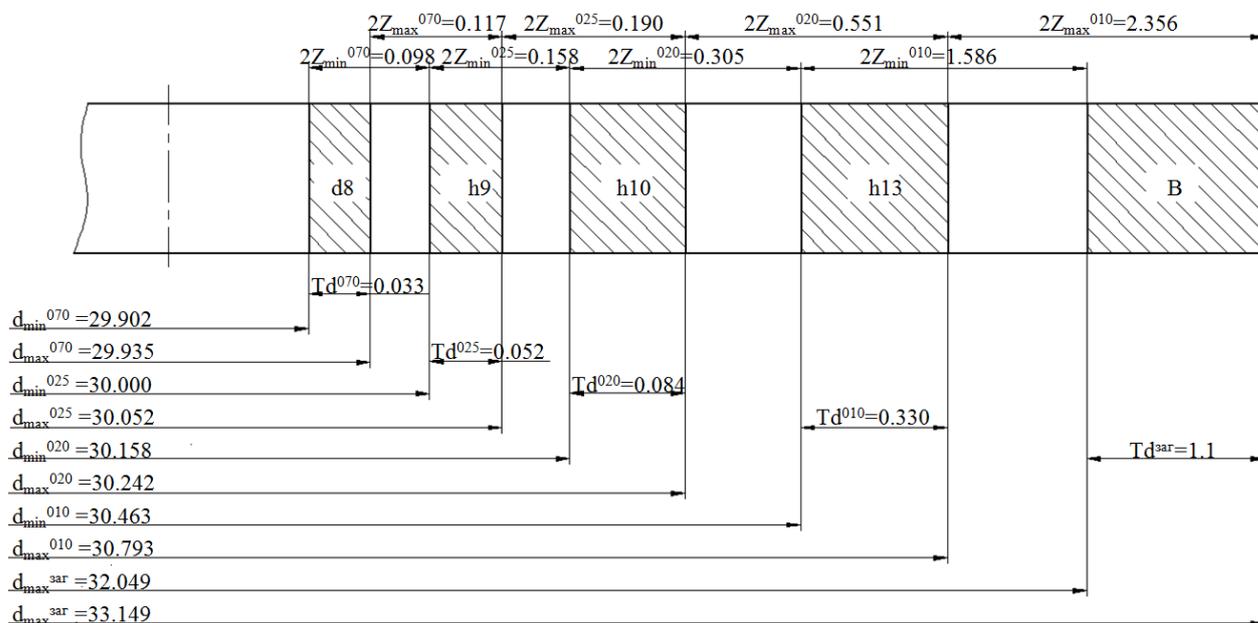


Рисунок 2.2 – Результаты расчетов на $\varnothing 30^{-0,065}_{-0,098}$

2.5.1.2 Расчет промежуточных припусков табличным методом

Выполним расчет и определение промежуточные припуски на промежуточную обработку всех поверхностей детали табличным методом по источнику [16, с. 191].

Сведем результаты в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Припуски на обработку поверхностей корпуса

| Операция | Поверхности обработки | Припуск Z, мм |
|----------------------|-----------------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 005 Токарная (черн.) | 7,8,9,10,11,13,16 | 1,6 max |
| 010 Токарная (черн.) | 1,3 18,19,20,21,23 | 1,1 2,0 max |

Продолжение таблицы 2.7

| 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------|------------|------|
| 015 Токарная (чист.) | 6-16,25-27 | 0,30 |
| 020 Токарная (чист.) | 1-5,17-23 | 0,30 |
| 025 Круглошлифовальная (черн.) | 3,13 | 0,10 |
| 060 Внутришлифовальная | 21,23 | 0,10 |
| 065 Внутришлифовальная | 18 | 0,10 |
| 070 Круглошлифовальная (чист.) | 3,13 | 0,05 |

2.5.2 Определение режимов резания с помощью аналитического расчета

Произведем расчет режимов резания на 025 токарную операцию по эмпирическим формулам, т. е. аналитическим методом.

2.5.2.1 Содержание операции

Оп 020 Токарная.

1: Точение наружное с размерами $\varnothing 30,25_{-0,084}$; $0,65 \times 45^\circ$; $51,5 \pm 0,05$

2: Точение канавки с размерами $\varnothing 28,4_{-0,084}$; $1,6^{+0,084}$; R0.8; $36,4_{-0,1}$; $48,5_{-0,1}$

3: Растачивание с размерами $\varnothing 21,5^{+0,084}$; $\varnothing 18,6^{+0,084}$; 30° ; 7° ; $0,67 \times 45^\circ$; $0,5 \times 45^\circ$; $11,1 \pm 0,035$; $31,8 \pm 0,05$; $41,73 \pm 0,05$

2.5.2.2 Применяемый режущий инструмент

1: Резец-вставка проходной. Пластина 3х гранная, T15K6 $\varphi=93^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83

2: Резец-вставка канавочный. Пластина канавочная, T15K6 B=1,6 h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83

3: Резец-вставка расточной. Пластина 3х гранная, T15K6 $\varphi=97^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=20 b=20 L=140 ОСТ 2И.101-83

2.5.2.3 Применяемое оборудование

Принимается токарный станок с ЧПУ ZMM LT580/1000

2.5.2.4 Определение режимов резания

Расчет режимов резания выполним для перехода 1 и 3. Результаты расчета режимов резания на переход 2 приведены в таблице 2.8

Припуск на обработку:

Переходы 1,3: $t = 0,3$ мм.

Подача на оборот заготовки S , мм./об:

$S = 0.15$ мм/об [16, с.268].

Произведем определение расчётной скорости резания V :

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.26)$$

где C_U – параметр зависимости от условий точения; $C_U = 420$ [15, с.270];

T – норматив времени работы инструментального материала между перетачиванием, мин; $T = 60$ мин.;

t – припуск на обработку;

m, x, y – показатели степеней зависимостей: $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.20$, [15, с.270];

K_U – параметр фактической обработки [15, с.282], определяется по формуле;

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.27)$$

где K_{MU} – коэффициент, который определяется в зависимости от качества обрабатываемого материала [15, с.261], определяем по формуле (2.29);

$K_{ПУ}$ – коэффициент, который определяется в зависимости от состояние поверхностей обрабатываемой заготовки; $K_{ПУ} = 1.0$ [15, с.263];

$K_{ИУ}$ – коэффициент, который определяется в зависимости от инструментального материала; $K_{ИУ} = 1,0$ [15, с.263];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.28)$$

где K_{Γ} – показатель характеристики материала по его обрабатываемости; $K_{\Gamma} =$

1.0 [15,с.262];

σ_B – значение предела прочности у стали;

n_U – коэффициент, $n_U = 1.0$ [15,с.262].

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{1180}\right)^{1.0} = 0,64.$$

$$K_U = 0,64 \cdot 1.0 \cdot 1,2 = 0,76.$$

$$V_{\text{точ}} = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0,3^{0.15} \cdot 0.15^{0.2}} \cdot 0,76 = 246,4 \text{ м./мин.}$$

$$V_{\text{раст}} = V_T \cdot 0,9 = 246,4 \cdot 0,9 = 221,7 \text{ м./мин.}$$

Произведем определение частоты вращения шпинделя станка, n , мин.⁻¹:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.29)$$

где V - рассчитанная скорость резания, м./мин.

$$\text{Ø } 30,25: n_1 = \frac{1000 \cdot 246,4}{3.14 \cdot 30,25} = 2594 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Ø } 21,5: n_2 = \frac{1000 \cdot 221,7}{3.14 \cdot 21,5} = 3283 \text{ мин}^{-1}.$$

Произведем корректирование частоты вращения шпинделя, исходя из паспортных данных станка.

$$n_1 = 2000 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_2 = 2000 \text{ мин}^{-1}.$$

Выполним пересчет скорости V , м./мин.:

$$\text{Ø } 30,25: V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 30,25 \cdot 2000}{1000} = 190,0 \text{ м./мин.};$$

$$\text{Ø } 21,5: V_2 = \frac{3.14 \cdot 21,5 \cdot 2000}{1000} = 135,0 \text{ м./мин.}$$

Расчёт сил резания

Произведем определение главной составляющей силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.30)$$

где C_p - коэффициент зависимости параметров обработки на силы резания; $C_p = 300$ [15,с.273];

x, y, n - коэффициенты показателей степени; $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$ [15,с.273];

K_p - коэффициент зависимости от обрабатываемой стали и характеристик инструмента, рассчитывается по формуле:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{гp} \quad (2.31)$$

K_{MP} - коэффициент, который определяется в зависимости от качества обрабатываемого материала [15,с.264], определяем по формуле:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_b}{750}\right)^n, \quad (2.32)$$

где σ_b - значение предела прочности материала;

n - коэффициент; $n = 0.75$ [15,с.264].

$$K_{MP} = \left(\frac{1180}{750}\right)^{0.75} = 1.4;$$

$K_{\phi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{гp}$ - коэффициенты, который определяется в зависимости от геометрических параметров режущей части инструмента.

Определим эти коэффициенты по [16, с.275]: $K_{\phi p} = 0,89$; $K_{\gamma p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{гp} = 1,0$.

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 190^{-0,15} \cdot 1,4 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 123 \text{ Н.}$$

Мощность резания N , кВт вычисляем по следующей формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.33)$$

$$N = \frac{123 \cdot 190}{1020 \cdot 60} = 0,4 \text{ кВт.} < N_{\text{штп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт.}$$

2.5.3 Расчет режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1]. Полученные данные занесем таблицу 2.8

Таблица 2.8 - Сводная таблица режимов резания

| Операция | Переход | t, | S _{таблич,} | V _{таблич,} | n _{таблич,} | n _{принят,} | V _{принят,} |
|-------------------------------------|------------------------|------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | мм | мм/об | м/мин | об/мин | об/мин | м/мин |
| 005 Токарная (черн.) | Точ.Ø 26,8 | 1,6 | 0,3 | 130 | 1544 | 1600 | 134,6 |
| | Точ.Ø 23,6 | 1,6 | 0,3 | 100 | 1349 | 1250 | 92,6 |
| | Сверл.Ø9,4/11,5 | 5,75 | 0,25 | 20 | 553 | 500 | 18,0 |
| 010 Токарная (черн.) | Точ.Ø 30,8 | 1,1 | 0,3 | 130 | 1344 | 1250 | 120,9 |
| | Сверл.Ø 17 | 8,5 | 0,3 | 22 | 412 | 400 | 21,3 |
| | Расточ.Ø 20,9 | 2,0 | 0,3 | 115 | 1752 | 1600 | 105,0 |
| 015 Токарная (чист.) | Точ.Ø 26,25 | 0,28 | 0,15 | 246,4 | 2989 | 2000 | 164,9 |
| | Точ.Ø 23 | 0,3 | 0,15 | 246,4 | 3144 | 2000 | 144,4 |
| | Расточ.Ø 12,1 | 0,3 | 0,15 | 221,7 | 5835 | 2000 | 76,0 |
| | Расточ.Ø 10 | 0,3 | 0,15 | 221,7 | 7060 | 2000 | 62,8 |
| 020 Токарная (чист.) | Точ.Ø30,25 | 0,3 | 0,15 | 246,4 | 2594 | 2000 | 190,0 |
| | Точ.канав. Ø 23 | 0,9 | 0,10 | 180 | 2492 | 2000 | 144,4 |
| | Раст.Ø 21,5 | 0,3 | 0,15 | 221,7 | 3283 | 2000 | 135,0 |
| 025 Круглошлифо- вальная (черн.) | Шлиф.Ø26,04 | 0,10 | 0,008* | 30 | 367 | 367 | 30 |
| | Шлиф.Ø 30,04 | 0,10 | 5 | 30 | 318 | 318 | 30 |
| 030 Сверлильная | Сверл.Ø5,9 | 2,95 | 0,05 | 18,9 | 1020 | 1000 | 18,5 |
| | Сверл.Ø 6,9 | 3,45 | 0,05 | 18,9 | 872 | 800 | 17,3 |
| | Зенкер.Ø 6,1 | 0,1 | 0,5 | 15 | 783 | 800 | 15,3 |
| | Зенкер.Ø 7,1 | 0,1 | 0,5 | 15 | 672 | 630 | 14,0 |
| 035 Фрезерная | Фрез.паз фрезой Ø10 | 3,5 | 0,20 | 25 | 796 | 800 | 25,1 |
| 060 Внутришлифо- вальная | Шлиф.Ø 18,8 | 0,10 | 0,005** | 35 | 592 | 592 | 35 |
| | Шлиф.торец | 0,10 | 2000*** | 35 | 592 | 592 | 35 |
| 065 Внутришлифо- вальная | Шлиф.Ø 24 | 0,10 | 0,005** 2000*** | 35 | 464 | 464 | 35 |
| 070 Круглошлифо- вальная (чист.) | Шлиф.Ø25,935 | 0,05 | 0,005* | 35 | 430 | 430 | 35 |
| | Шлиф.Ø29,935 | 0,05 | 3 | 35 | 372 | 372 | 35 |

*-подача в мм/ход, **-подача в мм/дв.ход стола, ***-подача в мм/мин

2.5.4 Определение норм времени на все операции

Произведем определение норм штучно-калькуляционного времени $T_{штуч-кальк}$, согласно формулы [5, с.101]

$$T_{штуч-кальк} = T_{под-заг}/n_{прогр.} + T_{штуч.} \quad (2.34)$$

где $T_{под-заг}$ – табличные нормативы времени подготовительно-заключительных работ;

$n_{прогр.}$ – величина настроечной партии заготовок, она равна:

$$n_{прогр.} = N \cdot a / D_{раб}, \quad (2.35)$$

где N - программа выпуска деталей, в год;

a - период запуска партии деталей в днях, $a=6$;

$D_{раб}$ - рабочие дни

$$n_{прогр} = 10000 \cdot 6 / 254 = 236 \text{ шт.}$$

Произведем расчет норматива штучного времени $T_{шт.}$:

Для операций лезвийной обработки, кроме операций абразивной обработки $T_{шт.}$, будет равно [5, с.101]:

$$T_{штуч} = T_{осн} + T_{вспом} \cdot k + T_{об.от} \quad (2.36)$$

где $T_{осн}$ – время основной обработки заготовки;

$T_{вспом}$ – время вспомогательных работ;

k – серийный показатель.

$T_{об.от}$ - норматив времени, связанный с обслуживанием рабочего места, а также отдыха и личных надобностей.

Для операции абразивной обработки (шлифовальной) $T_{шт.}$, будет равно:

$$T_{штуч} = T_{осн} + T_{вспом} \cdot k + T_{технич.} + T_{организац.} + T_{отдых.} \quad (2.37)$$

где $T_{технич.}$ - норматив времени, связанный с техническим обслуживанием рабо-

чего места станочника, который определяется по формуле (2.38);

$T_{\text{организац.}}$ - норматив времени, связанный с организационным обслуживанием;

$T_{\text{отдых}}$ - норматив времени, связанный с перерывами рабочего для отдыха и личных надобностей.

$$T_{\text{технич}} = T_{\text{осн}} \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.38)$$

где $t_{\text{п}}$ - норматив времени, связанный с правкой шлифовального круга роликом или алмазом;

T - стойкость шлифовального круга.

Определим норматив времени вспомогательного $T_{\text{вспом.}}$:

$$T_{\text{вспом}} = T_{\text{устан.}} + T_{\text{закреп.}} + T_{\text{управл.}} + T_{\text{измер.}}, \quad (2.39)$$

где $T_{\text{устан.}}$ – норматив времени, связанный с установкой и снятием детали;

$T_{\text{закрепл}}$ - норматив времени, связанный с закреплением и откреплением детали,;

$T_{\text{управл.}}$ - норматив времени, связанный с приемами управления станком;

$T_{\text{измер.}}$ - норматив времени, связанный с измерением детали, мин.

$$T_{\text{тех}} = T_{\text{о}} \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.40)$$

где $t_{\text{п}}$ - норматив времени, связанный с правкой шлифовального круга роликом или алмазом;

T - стойкость шлифовального круга.

Расчет норм времени на 020 токарную операцию

Произведем определение основного (машинного) времени $T_{\text{о}}$, по формуле:

$$T_{\text{осн.}} = \frac{L_{\text{раб.ход}} \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.41)$$

где $L_{\text{раб.ход}}$ - суммарная длина хода инструмента, [9, с. 84], определяется как:

$$L_{\text{раб.ход}} = L_{\text{резан.}} + l_{1\text{подв}} + l_{2\text{врез}} + l_{3\text{переб}}, \quad (2.42)$$

где $L_{резан}$ – длина поверхностей обработки (резания), [9, с. 85];

$l_{1,2,3}$ – величины, связанные: с длиной подвода $l_{1подв}$, врезания $l_{2врез}$ и перебега $l_{3переб}$ режущего инструмента, [9, с.85];

i – количество ходов режущего инструмента.

$$T_{осн.} = \frac{29}{2000 \cdot 0,15} + \frac{2 \cdot 2}{2000 \cdot 0,10} + \frac{52}{2000 \cdot 0,15} = 0,097 + 0,02 + 0,173 = 0,290 \text{ мин.}$$

$$T_{вспом.} = (0,10+0,18+0,07 \cdot 20 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 1,036 \text{ мин.}$$

$$T_{операт.} = 0,290+1,036 = 1,326 \text{ мин.}$$

$$T_{об.отд.} = 0,06 \cdot 1,326 = 0,080 \text{ мин.}$$

$$T_{под-заг.} = 21 \text{ мин.}$$

$$T_{штуч.} = 1,326+0,080 = 1,406 \text{ мин.}$$

$$T_{штуч-кальк.} = 1,406+21/236 = 1,495 \text{ мин.}$$

Таким же образом, выполнив расчет на все остальные операции, внесем данные в таблицу 2.9

Таблица 2.9 - Нормы времени

| Операция | $T_{осн.}$ | $T_{вспом.}$ | $T_{операт.}$ | $T_{об.от.}$ | $T_{под-заг.}$ | $T_{штуч.}$ | $n_{прогр}$ | $T_{штуч-кальк.}$ |
|--------------------------------|------------|--------------|---------------|--------------|----------------|-------------|-------------|-------------------|
| | минут | минут | минут | минут | минут | минут | | минут |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 005 Токарная (черн.) | 0.315 | 0.944 | 1.259 | 0.076 | 21 | 1.335 | 236 | 1.424 |
| 010 Токарная (черн.) | 0.621 | 0.685 | 1.306 | 0.078 | 21 | 1.384 | 236 | 1.473 |
| 015 Токарная (чист.) | 0.187 | 0.984 | 1.171 | 0.07 | 21 | 1.241 | 236 | 1.33 |
| 020 Токарная (чист.) | 0.290 | 1.036 | 1.326 | 0.080 | 21 | 1.406 | 236 | 1.495 |
| 025 Круглошлифовальная (черн.) | 0.220 | 0.733 | 0.953 | 0.084 | 21 | 1.037 | 236 | 1.126 |

Продолжение таблицы 2.9

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|----|-------|-----|-------|
| 030 Сверлильная | 0.771 | 0.725 | 1.496 | 0.090 | 31 | 1.586 | 236 | 1.717 |
| 035 Фрезерная | 0.737 | 0.751 | 1.488 | 0.089 | 19 | 1.577 | 236 | 1.658 |
| 060 Внутришлифовальная | 0.209 | 0.821 | 1.03 | 0.09 | 19 | 1.12 | 236 | 1.201 |
| 065 Внутришлифовальная | 0.115 | 0.777 | 0.892 | 0.074 | 19 | 0.966 | 236 | 1.047 |
| 070 Круглошлифовальная (чист.) | 0.262 | 0.821 | 1.083 | 0.096 | 21 | 1.179 | 236 | 1.268 |

3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления.

Цели проектирования

На 030 сверлильной операции для закрепления детали в базовом варианте применяется универсально-сборное приспособление с ручным винтовым зажимом. Основным недостатком такого приспособления является низкая надежность закрепления, большое время закрепления.

Задачей раздела является проектирование нового специализированного наладочного приспособления с большей надежностью закрепления, большей точностью установки, автоматизированным пневматическим зажимом.

3.1.2 Расчет усилия резания

Определим усилия резания, действующего на заготовку при ее обработке. Крутящий момент будем определяем согласно формулы:

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.1)$$

Осевую силу будем определять согласно формулы:

$$P_o = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.2)$$

где C_m , C_p - параметры условий сверления; $C_m = 0,0345$; $C_p = 68$ [13, с.281];

q , y , - параметры у степени;

для $M_{кр}$ $q = 2.0$, $y = 0.8$, [13, с.281];

для P_o $q = 1.0$, $y = 0.7$, [13, с.281];

K_p - параметры на материал заготовки, определяется как:

$$K_p = K_{MP} \quad (3.3)$$

K_{MP} - поправочный параметр на качество обрабатываемого материала определяется по [13, с.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (3.4)$$

где σ_B - значение предела прочности материала;

n - коэффициент; $n = 0.75$.

$$K_{MP} = \left(\frac{1180}{750} \right)^{0.75} = 1,40$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,9^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1,40 = 5,04 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 6,9^{1,0} \cdot 0,15^{0,7} \cdot 1,40 = 1740 \text{ Н.}$$

3.1.3 Расчет сил зажима заготовки

Выполним схему закрепления заготовки на операции, представленную на рисунке 3.1. На этой схеме показываем силы резания, моменты резания, силы зажима, диаметры зажима и углы призм.

При сверлении момент M стремится свернуть заготовку в призмах. Этому повороту препятствуют силы трения T_{1-4} .

Тогда момент от сил трения будет равен:

$$M_{тр} = (T_1 + T_2 + T_3 + T_4) \cdot \frac{d}{2} \quad (3.5)$$

Учитывая то, что

$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = \frac{W \cdot f_{оп}}{4 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} \quad (3.6)$$

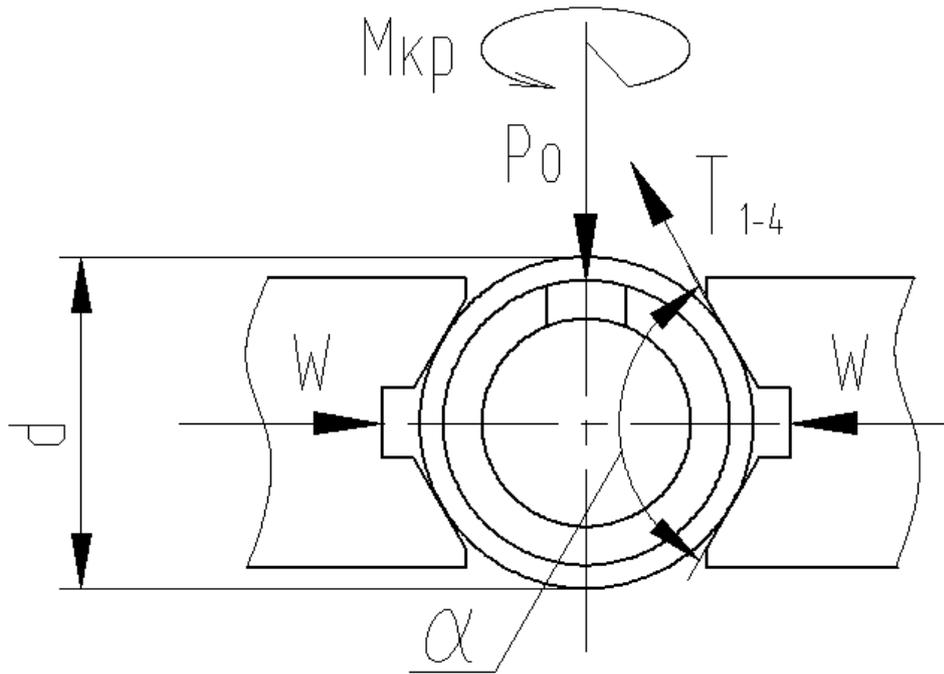


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

получаем:

$$M_{тр} = \frac{2 \cdot Q \cdot f_{оп} \cdot d}{\sin \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{d}{2} \quad (3.7)$$

где W - усилие закрепления заготовки;

$f_{оп}$ - показатель трения; $f_{оп} = 0.16$ [12,с.384];

d - диаметр зажимаемой заготовки

α - угол призмы; $\alpha = 120^\circ$.

Тогда из равенства $M_{рез}$ и $M_{тр}$ получаем формулу для определения усилия зажима:

$$W = \frac{K \cdot M \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{d \cdot f_{оп}}, \quad (3.8)$$

где K - коэффициент запаса;

Определяем коэффициент запаса согласно формулы:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.9)$$

где K_0 - коэффициент гарантированного запаса. $K_0 = 1,5$ [18, с.382];

K_1 - данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при случайных неровностях на обрабатываемых поверхностях заготовки. $K_1 = 1,0$ [18, с.382];

K_2 - данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента. $K_2 = 1,2$ [18, с.383];

K_3 - данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании. $K_3 = 1,2$ [18, с.383];

K_4 - данный коэффициент характеризует постоянство сил, которые развивает зажимной механизм приспособления $K_4 = 1,0$ [18, с.383];

K_5 - данный коэффициент характеризует эргономику при немеханизированном зажиме $K_5 = 1,0$ [18, с.383].

K_6 - данный коэффициент учитывается при наличии моментов резания, которые стремящихся повернуть заготовку, которая установлена плоской поверхностью. $K_6 = 1,0$ [18, с.384].

Подставим определенные значения коэффициентов в формулу (3.5):
 $K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16$, тогда т.к. $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

$$W = \frac{2,5 \cdot 5,04 \cdot 10^3 \cdot \sin \frac{120}{2}}{30,04 \cdot 0,16} = 2243 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Схему зажимного механизма указываем на рисунке 3.2.

Усилие W_1 , создаваемое силовым приводом, которое передается через механизм зажима на призмы будет равно:

$$W_1 = K_1 \cdot (1 + 2af / h)(l_1 / l)Q, \quad (3.10)$$

где K_1 - параметр, который учитывает влияние сил трения в сопрягаемых эле-

ментах приспособления, не учтенные особо. $K_1 = 1,1$ [12, с. 153]

f – параметр трения в сопряжении ласточкиного хвоста и паза корпуса приспособления.

h – вылет зажимных элементов;

a – длина направляющей зажимного элемента;

$$W_1 = 1,1 \cdot (1 + 2 \cdot 70 \cdot 0,1 / 60) (50 / 60) \cdot 2243 = 2553 \text{ Н.}$$

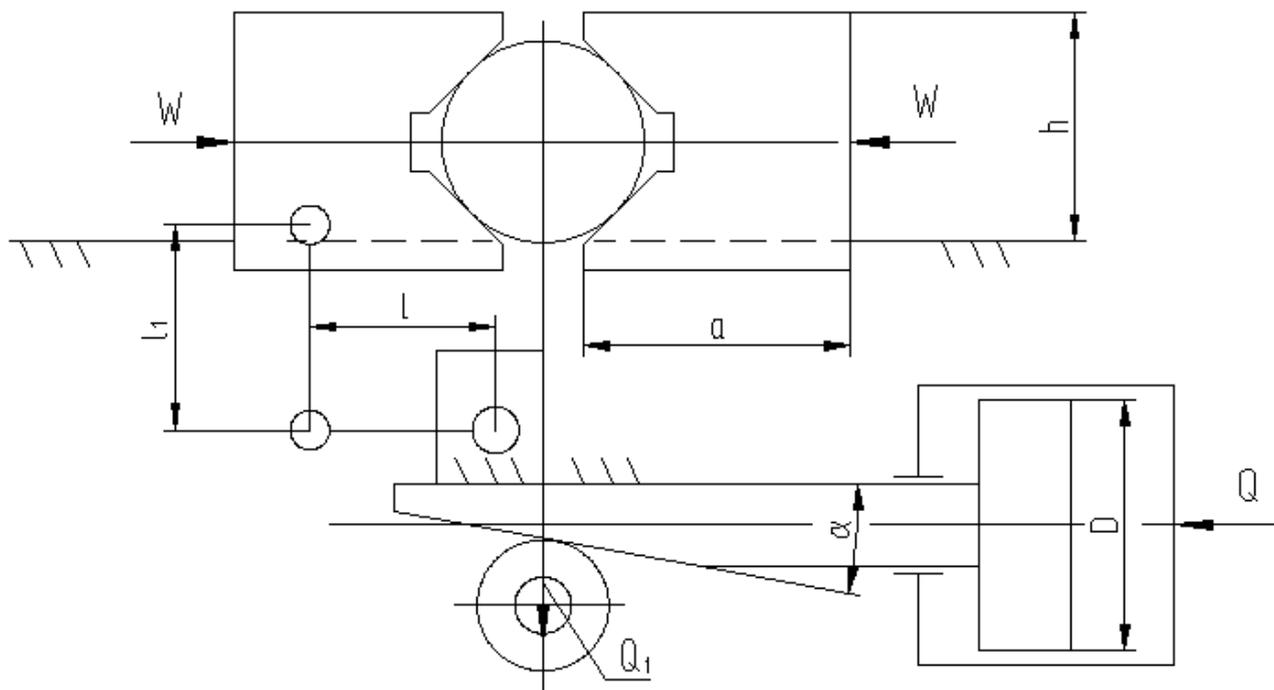


Рисунок 3.2 - Схема механизма закрепления.

Определим сила на приводе для зажима с двухопорным плунжером по формуле:

$$Q = K_2 \cdot W_1 \cdot \left[\frac{1}{\cos \alpha} + \tan \varphi_{пр} \right] \cdot \tan \varphi_1, \quad (3.11)$$

где K_2 – коэффициент, который учитывает влияние сил трения в элементах двухопорного плунжера, $K_1 = 1,1$

α - угол скашивания клина конца штока;

$\varphi_{пр}$ - приведенный угол трения на скошенной поверхности клине;

φ_1 - угол трения, возникающий на горизонтальной поверхности клинового механизма

$$Q = 1,1 \cdot 2553 \cdot \left[g \left(\frac{1}{\cos 2^{\circ}50'} + \tan 2^{\circ}50' \right) \right] = 625 \text{ Н.}$$

3.1.5 Расчет силового привода

Примем для привода пневмоцилиндр с двусторонним действием с давлением сжатого воздуха 0,4 МПа.

Тогда диаметр поршня пневмоцилиндра будет равен:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (3.12)$$

где p – давление сжатого;

$\eta = 0,9$ -КПД пневмопривода.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{625}{0,4 \cdot 0,9}} = 47,1 \text{ мм.}$$

Принимаем большее значение $D=80$ мм с учетом конструктивных особенностей приспособления.

Тогда ход штока $h_{ш}$ пневмоцилиндра будет равен:

$$h_{ш} = S_K \cdot i_{п}, \quad (3.13)$$

где S_K – ход призм, определяем по формуле (3.14);

$i_{п} = \text{ctg} \alpha \cdot (l_1 / l)$ - передаточное отношение зажимного механизма по перемещению.

$$S_K = T + \Delta_{ГАР} + \Delta S_p, \quad (3.14)$$

где T – допуск на заготовку; $T = 0.052$ мм. (для $\varnothing 30,04h9$)

$\Delta_{ГАР}$ - зазор между заготовкой и призмами ($\Delta_{ГАР} = 0.2 \dots 0.4$ мм.);

ΔS_p - запас хода, компенсирующий износ призм, ($\Delta S_p = 0.2 \dots 0.3$ мм);

$S_K = 0,052 + 0,4 + 0,3 = 0,75$ мм. Принимаем $S_K = 0,8$ мм.

Тогда

$$i_{\Pi} = \operatorname{ctg}\alpha \cdot (l_1 / l) = \operatorname{ctg}7^{\circ} \cdot (60 / 50) = 9.8 ;$$

$$h_{\text{ш}} = 0,8 \cdot 9,8 = 7,8 \text{ мм.}$$

Примем $h_{\text{ш}} = 8 \text{ мм.}$

3.1.6 Расчет погрешности базирования

Так как данное приспособление, применяемый при установке заготовки – самоцентрирующее, то погрешность базирования будет равна нулю, $\varepsilon_{\text{Б}}=0$ – база измерительная совпадает с базой технологической.

3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Произведем описание конструктивных элементов приспособления.

Приспособление содержит корпус, позиция 5, в нем по Т-образному направляющему пазу вставлены подкулачники, позиция 19, в них винтами, позиция 30 и шайбами, позиция 41 крепятся призмы, позиция 20.

В отверстии корпуса, позиция 5 вставлен вал, позиция 2. Рычаг, позиция 26 крепится в корпусе приспособления с помощью оси, позиция 10. На концах рычага с помощью осей, позиция 11 и 12 крепятся сухари, позиция 22 и 23, при этом ось, позиция 10 крепится винтами, позиция 34 и 35.

Рычаг своими плечами с установленными сухарями, позиция 11 входит в паз подкулачника, позиция 19, а сухарями 12 входит в паз вала, позиция 2. Вал от его проворота зафиксирован штифтом, позиция 43.

Центральное отверстие корпуса закрывается с помощью крышки, позиция 8, крепящаяся винтами, позиция 28.

К корпусу, позиция 5 также винтами, позиция 28 и штифтами, позиция 44 крепится упор, позиция 27, в который упирается заготовка.

К валу, позиция 2 прикрепляется вилка, позиция 1. К этой вилке на оси, позиция 14 крепится ролик, позиция 25. В отверстие вилки, позиция 1 входит клин, позиция 4, он своим скосом давит на ролик, позиция 25. В пазы клина, позиция 4 входят оси 13, они установлены в серьге 21, она другим своим кон-

цом крепится к оси, позиция 14.

На конце клина, позиция 4 гайкой 36 и стопорным винтом 33 крепится поршень, позиция 15 пневмоцилиндра.

Отверстие пневмоцилиндра закрывает крышка, позиция 6, она винтами, позиция 29 и шайбами, позиция 40 прикрепляется к корпусу, позиция 5. Для уплотнения крышки, позиция 6 устанавливается прокладка, позиция 16. Для уплотнения поршня, позиция 15 устанавливаются кольца, позиция 39. Для уплотнения штока клина, позиция 4, проходящего через корпус, позиция 5, к корпусу, позиция 5 на винтах, позиция 38 прикрепляется крышка, позиция 7 с прокладкой, позиция 17 и кольцом, позиция 38.

На поршне, позиция 15 и в выточке крышки, позиция 6 установлены демпферы, позиция 3, служащие для демпфирования ударов поршня о стенки пневмоцилиндра.

Приспособление установлено на стол станка с помощью направляющих шпонок, позиция 42 и закрепляется Т-образными болтами.

Приспособление работает следующим образом:

Заготовка устанавливается в призмах, позиция 20 с опорой на упор, позиция 27.

Когда сжатый воздух подается в поршневую полость пневмоцилиндра поршень, позиция 15 движется влево, клин, позиция 4 давит на ролик 26, тогда вилка 1 отходит вниз, тянет вал, позиция 2, при этом рычаги, позиция 26 поворачиваются на осях 14, тогда призмы 20 движутся навстречу друг другу и зажимают заготовку.

Когда сжатый воздух подается в штоковую полость пневмоцилиндра, поршень, позиция 15 отходит вправо, оси, позиция 13 скользят по пазу клина 4 и тянут за собой через серьги, позиция 21 вилку, позиция 1 вверх. Рычаги, позиция 26 поворачиваются на осях, позиция 10, призмы, позиция 20 движутся в обратном направлении и разжимают заготовку.

3.2 Проектирование контрольного приспособления

3.2.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На Оп 080 Контрольная контролируются геометрические параметры корпуса - биения поверхности 13 относительно базовой поверхности 3.

В базовом варианте контроль производится на цанговой оправке механическим индикатором с ценой деления 0,005 мм. В отличие от базового варианта применим электронный индикатор TESA DIGICO 11 с ценой деления 0,001 мм.

3.2.2 Описание конструкции приспособления

На основе расчета начертим чертеж приспособления, который представлен в графической части данной бакалаврской работы.

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

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

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

Приспособление работает следующим образом.

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

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Произведем описание технологического объекта данной бакалаврской работы, которое характеризуется паспортом объекта, в котором описываются этапы техпроцесса, виды работ, применяемое технологическое оборудование и перечень различных расходных материалов и веществ, которые участвуют в данном этапе техпроцесса. Внесем данные в таблицу 4.1

Таблица 4.1 – Результаты заполнения технологического паспорта объекта

| Наименование перехода технологического процесса, выполняемые работы, должность работника | Модель технологического оборудования | Применяемые материалы и вещества |
|--|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1) Пер: Точение, Оп: Токарная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ | ZMM LT580/1000 | Металл, СОЖ |
| 2) Пер: Сверление, Оп: Сверлильная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ | 2P135Ф2-1 | Металл, СОЖ |
| 3) Пер: Фрезерование, Оп: Фрезерная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ | 500VS | Металл, СОЖ |
| 4) Пер: Внутреннее шлифование, Оп: Внутришлифовальная, Рабочий: Шлифовщик | 3K227B | Металл, СОЖ |
| 5) Пер: Круглое шлифование, Оп: Круглошлифовальная, Рабочий: Шлифовщик | КШ-3 CNC | Металл, СОЖ |

4.2 Определение производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Произведем определение основных производственных, технологических, эксплуатационных профессиональных рисков, которые согласно ГОСТ 12.0.003-74, именуются как опасные и вредные производственные факторы.

Опишем эти факторы для основных технологических операций с наименованием операций и переходов, перечнем произв. факторов и источником этих

факторов. Результаты приводим в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Определение профессиональных рисков

| Переход техпроцесса, операция, Источник возникновения произв. фактора | Перечень опасных и вредных произв. фактор |
|---|--|
| Оп: Токарная Источник: ZMM LT580/1000 | Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы |
| Оп: Сверлильная Источник: 2P135Ф2-1 | Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы |
| Оп: Фрезерная Источник: 500VS | Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы |
| Оп: Внутришлифовальная, Источник: 3K227B Оп: Круглошлифовальная Источник: КШ-3 CNC | Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы |

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Анализируя действующие опасные и вредные произв. факторы, опишем организационно-технические методы, а также технические средства для защиты от них. Результаты приводим в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Перечень средства и методов устранения воздействия опасных и вредных производственных факторов

| Опасный, вредный произв. фактор | Организационные методы, технические средства, средства индивидуальной защиты (СИЗ) для защиты, снижения и устранения опасного, вредного произв. фактора |
|--|--|
| 1 | 2 |
| 1) Высокая или низкая температура на поверхностях технологического оборудования, применяемых материалов | Орг.методы: Ограждение оборудования СИЗ: Краги для металлурга |
| 2) Перемещающиеся машины и части механизмов | Орг.методы: Необходимо соблюдать правила безопасности выполняемых работ СИЗ: Каска защитная, очки защитные |
| 3) Перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и перемещающиеся обрабатываемые изделия, заготовки | Орг.методы: Защитное огораживание технологического оборудования СИЗ: Каска защитная, очки защитные |
| 4) Воздействие пыли, загазованности, стружки приводит к фиброгенному воздействию | Орг.методы: Необходимо применение вентиляции, в частности приточно-вытяжной СИЗ: Респиратор |
| 5) При применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы | Орг.методы: Необходимо применение вентиляции, в частности приточно-вытяжной, огораживать технологическое оборудование, на станках применять защитные экраны СИЗ: Респиратор, перчатки |
| 6) Большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; | Орг.методы: Подналадка технологического оборудования для исключения его шума, при увеличении жесткости технологических систем уменьшаются резонансные колебания, применение специальных материалов, которые поглощают шум, колебания и вибрации СИЗ: беруши, наушники |

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта

4.4.1 Определение опасных факторов пожара

Произведем выявление возможных опасных факторов, которые могут привести к пожару. Определим класс пожара (А...F) в зависимости от горения различных веществ, материалов и газов.

А также, наряду с опасными факторами пожара, непосредственно воздействующими на людей и материальное имущество опишем также сопутствующие проявления опасных факторов пожара.

Все полученные данные заносим в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Определение классов и опасных факторов пожара

| Технологический участок, применяемое оборудование | Наименование класса пожара | Возникающие факторы пожара: опасные и сопутствующие |
|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Участок: Лезвийная обработка Оборуд: ZMM LT580/1000, 2P135Ф2-1, 500VS | Класс В – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно различных горючих жидкостей, в также плавящихся твердых веществ и материалов | Опасн: Пламя и искры Сопутств: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д. |
| Участок: абразивная шлифовальная обработка Оборуд: 3K227B , КШ-3 CNC | Класс В – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно различных горючих жидкостей, в также плавящихся твердых веществ и материалов | Опасн: Пламя и искры Сопутств: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д. |

4.4.2 Определение организационных мероприятий и подбор технических средств для обеспечения пожарной безопасности разрабатываемого технического объекта

Подберем организационно-технические методы и технические средства, необходимые для защиты от пожаров.

1) Первичные средства пожаротушения. К ним относятся огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком

2) Мобильные средства пожаротушения. К ним относятся пожарные автомобили, пожарные лестницы.

3) Автоматические пожарные средства. К ним относятся различные приемно-контрольные пожарные приборы, а также технологические средства, применяемые для оповещения и управления эвакуацией.

4) Пожарное оборудование. К нему относятся различные напорные пожарные рукава, а также рукавные разветвления.

5) Средства для индивидуальной защиты, а также спасения людей при пожарах. К ним относятся пожарные веревки, различные карабины, а также респираторы и противогазы.

6) Пожарный инструмент. К нему относится как механизированный, так и немеханизированный инструмент: пожарные багры, ломы, лопаты и т.д.

7) Пожарные сигнализация. К ним относятся автоматизированные извещатели для связи и оповещения.

4.4.3 Определение организационных и организационно-технических мероприятий, направленных на предотвращение пожара

Произведем разработку организационных и организационно-технических мероприятия, необходимых для предотвращения возникновения пожара, а также опасных факторов, которые способствуют возникновению пожара на одну из операций.

Операция: Сверлильная, оборудование: 2P135Ф2-1

Произведем описание видов реализуемых организационных и организационно-технических мероприятий:

- необходимо контролировать правильную эксплуатацию производственного оборудования, содержать его в технически исправном состоянии;
- своевременно проводить пожарный инструктаж по пожарной безопасности;
- повсеместно применять различные автоматические устройства, предназначенные для тушения пожаров, устройства обнаружения возгораний и устройства оповещения при пожаре.

Произведем описание требования, которые необходимо предъявить для обеспечения пожарной безопасности:

- своевременно проводить противопожарное инструктирование работников,
- запрещать курение в неотведенных для этого местах, запрещать применение открытых очагов огня вне производственных мест,
- при проведении работ, связанных с возгоранием необходимо строго соблюдать меры пожарной безопасности,
- необходимо применять средства для тушения пожаров,
- необходимо применять средства сигнализации и извещения о возгорании.

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Произведем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, которые возникают при технологическом процессе.

4.5.1 Идентификация экологических факторов технического объекта

В зависимости от вида предлагаемого технологического процесса проведем идентификацию негативных экологических факторов применимо к одной из операций.

Операция: Сверлильная, оборудование: 2P135Ф2-1

1) Структурные составляющие рассматриваемого технического объекта или технологического процесса:

- оборудование: 2P135Ф2-1

2) Фактор негативного воздействия рассматриваемого технического объекта на атмосферу:

- пыль стальная.

3) Фактор негативного воздействия рассматриваемого технического объекта на гидросферу:

- различные вещества, находящиеся во взвешенном состоянии;
- различные нефтяные продукты;
- применяемая в производстве СОЖ

4) Фактор негативного воздействия рассматриваемого технического объекта на литосферу:

- получаемые в процессе производства отходы, основная их часть хранится в металлических контейнерах в 1,0 м³.

4.5.2 Определение организационно-технических мероприятий, направленных на снижение негативных антропогенных воздействий разрабатываемого технического объекта на окружающую среду.

Произведем описание разработанных организационно-технических мероприятий, которые направлены на уменьшение вредного антропогенного воздействия разрабатываемого технического объекта на окружающую среду, применимо к одной из операций. Результат занесем в таблицу 4.3

Таблица 4.8 - Организационно-технические мероприятия уменьшения вредного антропогенного воздействия разрабатываемого технического объекта на окружающую среду.

| Операция, оборудование | Наименование технического объекта. Мероприятия, направленные на снижение вредного антропогенного воздействия на: | | |
|------------------------|---|---|---|
| | атмосферу | гидросферу | литосферу |
| Сверлильная, 2Р135Ф2-1 | Применение «сухих» механических пылеуловителей | Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения | Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение |

4.6 Заключение по разделу

В результате выполнения данного раздела были получены следующие результаты:

- произведено описание техпроцесса изготовления детали, выбранного оборудования, должностей работников, применяемых в техпроцессе веществ и материалов;

- определены профессиональные риски по операциям техпроцесса, описаны возникающие опасные и вредные производственные факторы. Для защиты от воздействия этих факторов определены организационные методы, технические средства и средства индивидуальной защиты;

- рассмотрено обеспечение пожарной и техногенной безопасности, разработаны технические средства и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;

- рассмотрены экологические факторы с разработкой мероприятий по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

5 Экономическая эффективность работы

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

Для выполнения данного раздела необходимо краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали, по вариантам, чтобы обосновать экономическую эффективность, внедряемых мероприятий. Основные отличия по сравниваемым вариантам представлены в качестве таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

| Базовый вариант | Проектируемый вариант |
|---|--|
| <p><u>Операции 025 – Токарная (тонкая).</u></p> <p>Чистовая обработка базовых поверхностей производится тонким точением. $T_O = 0,810$ мин., $T_{шт} = 2,282$ мин.</p> <p><u>Оборудование</u> – Токарный станок с ЧПУ, модель 16A20Ф3С15.</p> <p><u>Оснастка</u> – цанговый патрон.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец-вставка токарный для контурного точения, пластина 3-хгранная, Т30К4.</p> | <p><u>Операции 025 – Круглошлифовальная (черновая).</u></p> <p>Черновая обработка шеек производится шлифованием. $T_O = 0,220$ мин., $T_{шт} = 1,126$ мин.</p> <p><u>Оборудование</u> – Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ-3СНС.</p> <p><u>Оснастка</u> – цанговый патрон.</p> <p><u>Инструмент</u> – круг шлифовальный 1 400x20x127 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.</p> |

Описанные, в таблице 5.1., условия являются исходными данными для определения цены на оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения экономических расчетов, с целью обоснованности внедрения предложенных изменений. Однако, представленной информации для правильного выполнения раздела будет не достаточно, так как необходимо знание следующих величин:

- программа выпуска изделия, равная 10000 шт.;
- материал изделия, масса детали и заготовки, а также способ получения заготовки, которые влияют на величину расходов основного материала. Однако, если проектным вариантом ТП не предусмотрено изменение параметров заготовки или детали, то определять данную статью не целесообразно, так как не зависимо от варианта, величина будет одинаковой и на разницу между сравниваемыми процессами оказывать влияние не будут;
- нормативные и тарифные значения, используемые для определения расходов на воду, электроэнергию, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки, применяемые при определении заработной платы основных производственных рабочих.

Для упрощения расчетов, связанных с проведением экономического обоснования, совершенствования технологического процесса предлагается использовать пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Совокупное использование данных и соответствующей программы позволит определить основные экономические величины, рассчитываемые в рамках поставленных задач и целей. Согласно алгоритму расчета, применяемой методики [10], первоначально следует определить величину технологической себестоимости, которая является основой для дальнейших расчетов. Структура технологической себестоимости, по вариантам, представлена в виде диаграммы на рисунке 5.1.

Анализируя представленный рисунок, можно наблюдать уменьшающую тенденцию по затратам, входящим в технологическую себестоимость, что дает право сделать предварительное заключение об эффективности предложений. Однако, для вынесения окончательного вывода, необходимо еще провести ряд соответствующих расчетов.

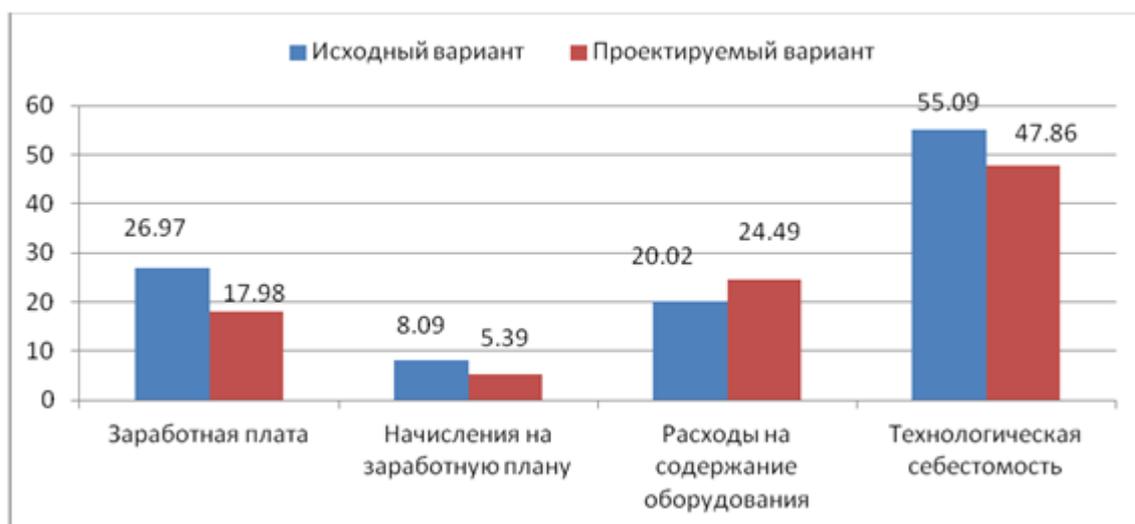


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, рублей.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [10], данная величина составила 110351,73 рублей, в состав которой входят затраты на приобретение нового оборудования, инструмента, проектирование технологического процесса и т.д.

Далее выполним экономические расчеты по определению эффективности предложенных внедрений. Применяемая методика расчета [10], позволяет определить необходимые величины, такие как: чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект. Анализ описанных значений позволит сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

| № | Наименование показателей | Условное обозначение, единица измерения | Значение показателей |
|---|-----------------------------------|---|----------------------|
| 1 | Срок окупаемости инвестиций | T_{OK} лет | 2 |
| 2 | Общий дисконтированный доход | $D_{OБЩ.ДИСК}$ руб. | 137327,9 |
| 3 | Интегральный экономический эффект | $E_{ИНТ} = ЧДД$, руб. | 26976,18 |
| 4 | Индекс доходности | $ИД$, руб. | 1,24 |

При анализе представленных значений, особенно внимание необходимо уделять сроку окупаемости, величине чистого дисконтированного дохода и индекса доходности. Все описанные параметры имеют значения, которые подтверждают эффективность внедрения описанного технологического проекта. А именно:

- получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 26976,18 рублей;

- рассчитано значение срока окупаемости – 2 года, который можно считать относительно оптимальной величиной для машиностроительного предприятия;

- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,12 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

Данные значения позволяют сделать окончательное заключение о том, что внедряемый проект можно считать эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении бакалаврской работы были решены задачи сформулированные в начале работы и достигнуты цели поставленные во введении данной работы:

- разработан новый технологический процесс изготовления корпуса головки шпильковерта для условий среднесерийного типа производства;
- снизилась себестоимость готовой детали;
- повысилось качество обработки;
- обеспечен заданный объем выпуска $N_T=10000$ шт.;

Также в процессе выполнения работы были получены следующие результаты:

- выбрана заготовка, полученная из проката с минимальными припусками на обработку
- применена современная технологическая оснастка;
- применен современный режущий инструмент;
- спроектирован патрон клиновый с пневмоприводом для токарной операции;
- спроектировано приспособление для контроля радиального биения с электронным индикатором.

По итогам проведенных изменений, подсчитан экономический эффект, который составляет 26976,18 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. — М. : Машиностроение, 2007. — 736 с.
- 2 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Издание третье, переработанное и дополненное - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 3 Блюменштейн, В.Ю. Технология машиностроения: лабораторный практикум. / В.Ю. Блюменштейн, И.Н. Гергал, А.А. Клепцов, С.А. Кузнецов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2009. — 122 с.
- 4 Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки. / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 224 с.
- 5 Горбачев, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. / А.Ф.Горбачев, В.А. Шкред; пятое издание, стереотипное. Перепечатка с четверного издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учебное пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 7 Гусев, А.А. Проектирование технологической оснастки./ А.А. Гусев, И.А. Гусева. —М. Машиностроение, 2013. — 416 с.
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введение 1990-01-07. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 83 с.
- 9 Деев, О.М. Курсовое проектирование для студентов специальности «Технология машиностроения». / О.М. Деев, Р.З. Диланян, В.Л. Киселев, Е.Ф. Никадимов. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 28 с.
- 10 Зубкова, Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. – 123 с.
- 11 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.
- 12 Моисеев, В.Б. Основы технологии машиностроения. Оценка факторов,

влияющих на точность механической обработки. / В.Б. Моисеев, А.В. Ланциков, Е.А. Колганов. — Пенза : ПензГТУ, 2013. — 47 с.

13. Нелюдов, А.Д. Резание материалов. Справочник для практических занятий. Методическая разработка на практические занятия для студентов специальности 151001 "Технология машиностроения". — Пенза : ПензГТУ, 2012. — 51 с.

14 Справочник технолога - машиностроителя. В двух книгах. Книга 1/ А.Г. Косилова [и другие]; под редакцией А.М. Дальского [и другие]; - пятое издание, переработанное и дополненное. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

15 Справочник технолога - машиностроителя. В двух книгах. Книга 2/ А.Г. Косилова [и другие]; под ред. А.М. Дальского [и другие]; - пятое издание, переработанное и дополненное - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

16 Станочные приспособления: Справочник. В двух книгах. Книга 1./ Б.Н. Вардашкин; под редакцией Б.Н. Вардашкина [и других]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Тарабарин, О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении. / О.И. Тарабарин, А.П. Абызов, В.Б. Ступко. — СПб. : Лань, 2013. — 304 с.

18 Филонов, И.П. Инновации в технологии машиностроения. И.П. Филонов, И.Л. Баршай. — Минск : "Высшая школа", 2009.

19 Шишмарев, В.Ю. Машиностроительное производство: Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / В.Ю. Шишмарев, Т.И. Каспина. – М. – Издательский центр «Академия», 2004 – 352 с.

20 Шубин, И.Н. Типовые процессы в машиностроении: лабораторный практикум. И.Н. Шубин, А.Г. Ткачев. – Тамбов: Издательство тамбовского государственного университета, 2007 – 84 с, ил.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А - Маршрутная карта представленного технологического процесса.

Приложение Б - Операционные карты технологических эскизов.

Приложение В – Спецификация, применительно к чертежу станочного приспособления.

Приложение Г – Спецификация, применительно к чертежу мерительного приспособления.

| | | | | | | | | | | Итого | | | | |
|-------|--------------------------------|--------|------|--------------------|----------------------------|-----------------------|-----|----|------|-------|-----|------|------|-------|
| | | | | | | | | | | 2 | 3 | | | |
| Добл. | Взам. | Г/обл. | | | | | | | | | | | | |
| А | цех | Уд. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | Обозначение документа | | | КОИД | ЕН | ОП | Конт | Тол. | Тол. |
| Б | Код, наименование оборудования | | СМ | Проф. | С. | УТ | КР | КР | КОИД | ЕН | ОП | Конт | Тол. | Тол. |
| 01А | XXXXXX | 065 | 4132 | Внутришлифовальная | ИОТ И 37.101.7419-85 | | | | | | | | | |
| 02Б | 38132XXX | | | ЗК227В | 2 | 18873 | 411 | 1Р | 1 | 1 | 236 | 1 | 19 | 0,966 |
| 03 | | | | | | | | | | | | | | |
| 04А | XXXXXX | 070 | 4131 | Круаполифовальная | ИОТ И 37.101.7419-85 | | | | | | | | | |
| 05Б | 38132XXX | | | КШ-3 СМС | 2 | 18873 | 411 | 1Р | 1 | 1 | 236 | 1 | 21 | 1,179 |
| 06 | | | | | | | | | | | | | | |
| 07А | XXXXXX | 075 | 0130 | Моечная | | | | | | | | | | |
| 08Б | 375698XXX | | | КММ | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10Б | XXXXXX | 080 | 0200 | Контрольная | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | |

| | | ГОСТ 3.1404-88 Формы 3 | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|------------------------|---------|-----------|-----|-------|--------|--------|-------|-------------------|-------------|
| Дробь | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | |
| Полп | | | | | | | | | | | |
| Взам.Ф | Курбанов | | | | | | | | | | 1 2 |
| Дробь | Резинов | | | | | | | | | | XXXX XXXX |
| | | | | | | | | | | | 10141 00001 |
| Н. контр. | Вид.Метод | | | | | | | | | | |
| Наименование операции | | Материал | | Твердость | | ЕВ | | МД | | Профиль и размеры | |
| 4110 Токарная | | Сталь 19ХГН | | 200 НВ | | 166 | | 0,109 | | Ø33х54,3 | |
| Оборудование, уст.работ во ЧПУ | | Обозначение программы | | То | | За. | | Длит. | | СОЖ | |
| ZMM L T580/1000 | | XXXXXX | | 0,290 | | 1,036 | | 21 | | 1,406 Уклин.г-1 | |
| P | | ПИ | Д или В | L | l | s | n | V | | | |
| 01 | | | ММ | ММ | ММ | ММ/об | об/мин | мл/мин | | | |
| O02 | 1. Установить снять заготовку | | | | | | | | | | |
| T03 | 396111XXX- патрон 3-х кулачковый ГОСТ12195-66 | | | | | | | | | | |
| O04 | 2. Точить поверж., выдерж. разм. 1-3 | | | | | | | | | | |
| T05 | 392110XXX- резец-вставка 25х25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; | | | | | | | | | | |
| T06 | 393120XXX- калибр-суба ГОСТ 18355-73 | | | | | | | | | | |
| P07 | | XX | 30,25 | 29 | 0,3 | 1 | 0,15 | 2000 | 190,0 | | |
| O08 | 3. Точить канавки, выдерж. разм. 4-8. | | | | | | | | | | |
| T09 | 392110XXX- резец-вставка канавочный ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83 | | | | | | | | | | |
| P10 | | XX | 28,4 | 0,9 | 0,9 | 1 | 0,15 | 2000 | 144,4 | | |
| O11 | 4. Работить отв., выдерж. разм. 9-21 | | | | | | | | | | |
| T12 | 392110XXX- резец расточной Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| OKT | | | | | | | | | | | |

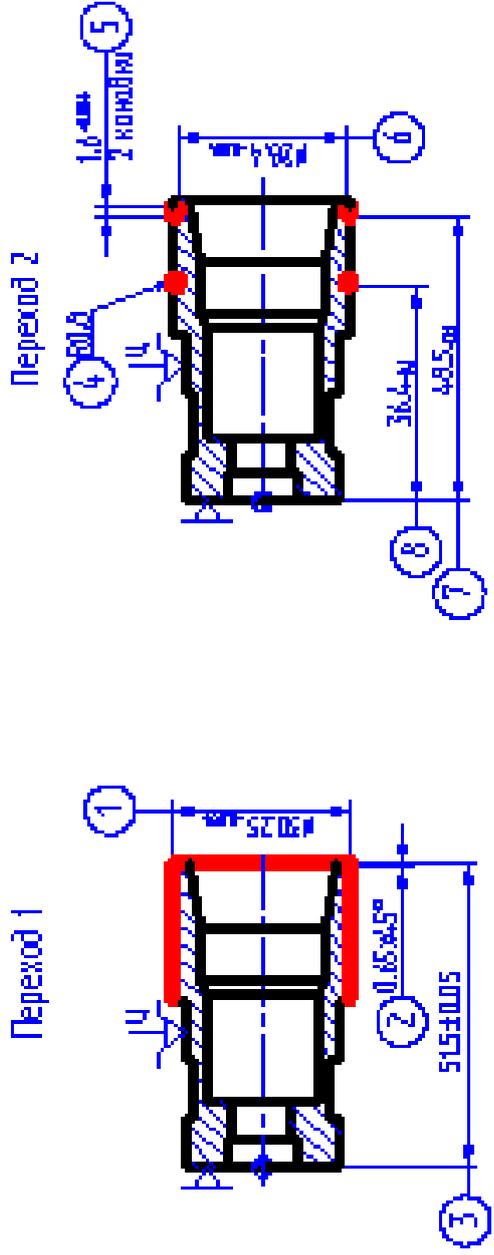
| | | ГОСТ 3.1740-88 Формы 3 | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|---|--|------------------|--|-------------------|--|------|--|------------------|-------|
| Дил. | | | | | | | | | | | |
| Взм. | | | | | | | | | | | |
| Лобл. | | | | | | | | | | | |
| Вязкоб. | Курбанов | | | | | | | | | 01101 | 25211 |
| Срок. | Резников | | | | | | | | | XXXX | XXXX |
| Н. контр. | Вит. Козлов | | | | | | | | | 10141 | 00001 |
| Наименование операции | | Корпус головки шпильки верста | | | | | | | | | |
| 4121 Сверлильная | | Материал | | ТВЕРДОСТЬ | | Профиль и размеры | | | | МЗ | |
| | | Сталь 19ХГН | | 200 НВ 166 0,109 | | Ø33х54,3 | | | | 0,373 | |
| Оборудование, уст. работ во ЧПУ | | Обозначение программы | | То | | Лит. | | | | СОЖ | |
| 2Р135Ф2-1 | | XXXXXX | | 0,771 0,725 31 | | 1,586 | | | | Уклин. 1 | |
| Р | | ПИ | | D или B | | L | | t | | s | |
| 01 | | | | мм | | мм | | мм | | мм/об | |
| 020 | | 1. Установить и снять заготовку | | | | | | | | | |
| 03Т | | 3961811XXX-пристособление специальное ОСТ 3-2913-75 | | | | | | | | | |
| 04Р | | 2. Сверлить отв., выдер. разм. 1-2 | | | | | | | | | |
| 05Т | | 391267XXX- сверло спиральное Ø5,9 ГОСТ 10902-77 Р6М5К5 | | | | | | | | | |
| 06Т | | 393120XXX- шаблон ГОСТ9038-83; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69 | | | | | | | | | |
| 07Р | | XX | | 5,9 | | 16 | | 2,95 | | 1 0,12 1000 18,5 | |
| 080 | | 3. Сверлить отв., выдер. разм. 3-4 | | | | | | | | | |
| 09Т | | 391267XXX- сверло спиральное Ø6,9 ГОСТ 10902-77 Р6М5К5 | | | | | | | | | |
| 10Т | | 393120XXX- шаблон ГОСТ9038-83; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69 | | | | | | | | | |
| 11Р | | XX | | 6,9 | | 15 | | 3,45 | | 1 0,15 800 17,3 | |
| 120 | | 4. Зенкеровать отв., выдер. разм. 5-6 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| ОКП | | | | | | | | | | | |

| ГОСТ 3.1404-88 Формы 2В | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|---|----|-----|---|------|--------|-------|------|-------|
| Форм. | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | |
| Лист | | | | | | | | | 2 | 2 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| P | ПИ | D или B | L | t | l | s | n | V | мм/б | л/мин |
| 01 | | мм | мм | мм | | мм/б | об/мин | л/мин | | |
| 02Т | 391285XXX- | зенкер цельный с кониче склм хвостовиком Ø6,1 Р6М5К5 ГОСТ 12489-71; | | | | | | | | |
| 03Т | 393120XXX- | шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69 | | | | | | | | |
| 04Р | XX | 6,1 | 14 | 0,1 | 1 | 0,50 | 800 | 15,3 | | |
| 05О | 5. Зенкеровать отв., выдер. разм. 7-8 | | | | | | | | | |
| 06Т | 391285XXX- | зенкер цельный с кониче склм хвостовиком Ø7,1 Р6М5К5 ГОСТ 12489-71; | | | | | | | | |
| 07Т | 393120XXX- | шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69 | | | | | | | | |
| 08Р | XX | 7,1 | 13 | 0,1 | 1 | 0,50 | 630 | 14,0 | | |
| 09 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | |
| ОКП | | | | | | | | | | |

| | | | |
|----------------|---------------|-------------|----------|
| ГОСТ 3.1105-84 | | Формат 7 | |
| Мат.: | | | |
| Взам.: | | | |
| Полн.: | | | |
| Размер: | 01101.24205.1 | 2 | |
| Проб.: | XXXXXX | XXXXXX | |
| | 2014.00003 | | |
| Исполн.: | Выполн: | Чех Юч. ГИМ | Дир. ГИМ |

ТГУ
I Корпус золотки шпильковерта

Ro3.2



КЗ

| Форм. | Зона | Лоз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примеч. |
|--------|----------|----------|-------------------------|---------------------|--------------------|---------|
| | | | | <u>Документация</u> | | |
| A1. | | | 17.07.ТМ.084.60.000.СБ. | Сборочный чертеж | | |
| | | | | <u>Детали</u> | | |
| | | 1 | 17.07.ТМ.084.60.001 | Вилка | 1 | |
| | | 2 | 17.07.ТМ.084.60.002 | Вал | 1 | |
| | | 3 | 17.07.ТМ.084.60.003 | Демпфер | 2 | |
| | | 4 | 17.07.ТМ.084.60.004 | Клин | 1 | |
| | | 5 | 17.07.ТМ.084.60.005 | Корпус | 1 | |
| | | 6 | 17.07.ТМ.084.60.006 | Крышка | 1 | |
| | | 7 | 17.07.ТМ.084.60.007 | Крышка | 1 | |
| | | 8 | 17.07.ТМ.084.60.008 | Крышка | 1 | |
| | | 9 | 17.07.ТМ.084.60.009 | Ось | 1 | |
| | | 10 | 17.07.ТМ.084.60.010 | Ось | 1 | |
| | | 11 | 17.07.ТМ.084.60.011 | Ось | 2 | |
| | | 12 | 17.07.ТМ.084.60.012 | Ось | 2 | |
| | | 13 | 17.07.ТМ.084.60.013 | Ось | 2 | |
| | | 14 | 17.07.ТМ.084.60.014 | Ось | 1 | |
| | | 15 | 17.07.ТМ.084.60.015 | Поршень | 1 | |
| | | 16 | 17.07.ТМ.084.60.016 | Прокладка | 1 | |
| | | 17 | 17.07.ТМ.084.60.017 | Прокладка | 1 | |
| | | 18 | 17.07.ТМ.084.60.018 | Пробка | 2 | |
| | | | 17.07.ТМ.084.60.000 | | | |
| Ком. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |
| Вып. | Курбанов | | | | Лист | Листов |
| Дав. | Резников | | | | 1 | 3 |
| Н.инж. | Викторов | | | | ТГУ, зр. ТМба-1233 | |
| Утв. | Ложников | | | | | |

| Форм. | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примеч. |
|-------|------|----------|---------------------|----------------------------|-----------|---------|
| | | 19 | 17.07.ТМ.084.60.019 | Подкулачник | 2 | |
| | | 20 | 17.07.ТМ.084.60.020 | Призма | 2 | |
| | | 21 | 17.07.ТМ.084.60.021 | Серьга | 2 | |
| | | 22 | 17.07.ТМ.084.60.022 | Сухарь | 2 | |
| | | 23 | 17.07.ТМ.084.60.023 | Сухарь | 2 | |
| | | 24 | 17.07.ТМ.084.60.024 | Ролик | 1 | |
| | | 25 | 17.07.ТМ.084.60.025 | Ролик | 1 | |
| | | 26 | 17.07.ТМ.084.60.026 | Рычаг | 2 | |
| | | 27 | 17.07.ТМ.084.60.027 | Упор | 1 | |
| | | | | <u>Стандартные изделия</u> | | |
| | | | | Винты ГО СТ 11738-72 | | |
| | | 28 | | M8x1 8.88 | 4 | |
| | | 29 | | M8x28.88 | 4 | |
| | | 30 | | M10x1 8.88 | 4 | |
| | | | | Винты ГО СТ 1491-80 | | |
| | | 31 | | M5x1 6.58 | 3 | |
| | | 32 | | M5x20.58 | 6 | |
| | | 33 | | Винт M5x1 2.58 | | |
| | | | | ГОСТ 17475-80 | 1 | |
| | | 34 | | Винт M10x28.48 | | |
| | | | | ГОСТ 1477-75 | 1 | |
| | | 35 | | Винт M10x20.48 | | |
| | | | | ГОСТ 1478-75 | 1 | |
| | | 36 | | Гайка 7003-0135. | | |
| | | | | ГОСТ 12460-67 | 1 | |
| | | 37 | | Кольцо A15 65Г кд 15хр | | |
| | | | | ГОСТ 13941-80 | 1 | |
| | | | | 17.07.ТМ.084.60.000.СБ. | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Лист 2 | |

| Форм. | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примеч. |
|-----------|------|------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|---------|
| | | | | <u>Документация</u> | | |
| А1. | | | 17.07.ТМ.084.61.000.СБ. | Сборочный чертеж | | |
| | | | | <u>Сборочные единицы</u> | | |
| | | 1 | 17.07.ТМ.084.61.100 | Индикатор | 1 | |
| | | 2 | 17.07.ТМ.084.61.100 | Оправка | 1 | |
| | | | | <u>Детали</u> | | |
| | | 3 | 17.07.ТМ.084.61.003 | Ножка | 1 | |
| | | 4 | 17.07.ТМ.084.61.004 | Основание | 1 | |
| | | 5 | 17.07.ТМ.084.61.005 | Плита | 1 | |
| | | 6 | 17.07.ТМ.084.61.006 | Стойка | 1 | |
| | | 7 | 17.07.ТМ.084.61.007 | Стойка | 1 | |
| | | 8 | 17.07.ТМ.084.61.008 | Табличка | 1 | |
| | | | | <u>Стандартные изделия</u> | | |
| | | 9 | | Винт М5х12.48 | | |
| | | | | ГОСТ 1477-75 | 2 | |
| | | 10 | | Винт М5х10.58 | | |
| | | | | ГОСТ 17473-80 | 1 | |
| | | | | 17.07.ТМ.084.61.000 | | |
| Ком. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |
| Разраб. | | Курбанов | | | Лист | Листов |
| Проф. | | Резникоз | | | 1 | 2 |
| И. Контр. | | Витковский | | | ТГУ, вр. ТМба-1233 | |
| Утв. | | Ложинев | | | | |

