

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование)

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на Технологический процесс изготовления корпуса приспособления для
тему автоматической линии по обработке корпусов подшипников

Обучающийся

В. А. Шаванов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Д. Ю. Воронов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент, Е. Г. Смышляев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. физ-мат. наук, доцент, Д. А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

В данной выпускной квалификационной работе, состоящей из 49 листов представлены разделы посвященные технологическому процессу изготовления детали, проектированию заготовки и технологических операций, разработке и необходимым расчётам.

Графическая часть работы состоит из 3 листов формата «А 1». В работе содержится 6 таблиц, 4 рисунка и 30 формул. Содержащийся в работе список используемых источников, состоит из 10 источников.

В разделе «Анализ исходных данных» анализируется служебное назначение детали, её условия работы, проводится анализ технологичности детали и классификация поверхностей.

В разделе «Выбор типа производства» с помощью заданного объёма выпуска и вычисленной массы детали определяется тип производства данной детали.

В разделе «Выбор исходной заготовки» проектируется заготовка, с учетом припусков и выбирается метод получения исходной заготовки.

В разделе «Технологический маршрут» разрабатываются схемы базирования для каждой операции.

В разделе «Выбор средств технологической оснастки» производится подбор режущего инструмента, станочного оборудования, приспособлений и контрольно-измерительных средств.

В разделе «Проектирование приспособлений и инструментов» представлен расчет сверла и приспособлений, в котором мы будем проектировать сверло и вспомогательное оборудование.

Рассматриваемая деталь обладает большим количеством отверстий и поверхностей, требующих точной обработки. Деталь является частью станочного приспособления и проектируемая технология была выполнена по принципу наибольшей концентрации переходов на одной операции. Исключением стали операции шлифование

Abstract

This final qualifying work, consisting of 49 sheets, contains sections devoted to the technological process of manufacturing the part, design of the workpiece and technological operations, development and necessary calculations. The graphic part of the work consists of 3 sheets of “A 1” format.

The work contains 6 tables, 4 figures and 30 formulas. The list of sources used in the work consists of 10 sources. In the “Analysis of initial data” section, the service purpose of the part, its operating conditions are analyzed, the manufacturability of the part is analyzed and the classification of surfaces is carried out. In the section “Selecting the type of production”, using the specified production volume and the calculated mass of the part, the type of production of this part is determined.

In the “Selection of initial workpiece” section, the workpiece is designed, taking into account allowances, and the method for obtaining the initial workpiece is selected.

In the “Technological Route” section, basing schemes are developed for each operation.

In the “Selection of technological equipment” section, the selection of cutting tools, machine tools, fixtures and instrumentation is made. The Fixtures and Tools Design section provides drill and fixture design in which we will design the drill and accessories.

The part in question has a large number of holes and surfaces that require precise processing. The part is part of a machine tool and the designed technology was implemented on the principle of the greatest concentration of transitions in one operation. The exception was grinding operations.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 5 |
| 1 Анализ исходных данных | 6 |
| 1.1 Анализ условий работы и служебного назначения | 6 |
| 1.2 Классификация поверхностей | 7 |
| 1.3 Анализ технологичности..... | 7 |
| 1.4 Формулировка цели и задачи работы | 8 |
| 2 Технологическая часть работы | 9 |
| 2.1 Выбор типа производства | 9 |
| 2.2 Выбор исходной заготовки | 9 |
| 2.3 Выбор методов обработки поверхностей | 10 |
| 2.4 Расчет размеров и припусков..... | 11 |
| 2.5 Проектирование заготовки..... | 14 |
| 2.6 Технологический маршрут..... | 14 |
| 2.7 Разработка схем базирования | 19 |
| 2.8 Выбор средств технологического оснащения..... | 19 |
| 2.9 Расчет режимов резания | 23 |
| 2.10 Нормирование | 29 |
| 3 Проектирование приспособлений и инструментов | 34 |
| 3.1 Проектирование тисков..... | 34 |
| 3.2 Проектирование сверла для глубокого резания..... | 36 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта | 38 |
| 5 Экономическая эффективность работы | 41 |
| Заключение | 44 |
| Список используемых источников | 45 |
| Приложение А Маршрутная карта | 49 |
| Приложение Б Операционная карта | 52 |
| Приложение В Спецификация | 53 |

Введение

В данной выпускной квалификационной работе, мы проведем анализ и необходимые расчеты для разработки процесса изготовления детали «Планка базовая».

Определим тип производства, после чего сформируем метод обработки, а также назначим квалитеты и определим переходы, на каждую поверхность. Проведем расчет припусков детали и изобразим поля допусков. Проанализируем условия работы детали и ее служебное назначение. Также потребуется составить технологический маршрут детали, и выбрать станки для ее изготовления.

Исходя из этих данных следует составить таблицу средств технологического оснащения для каждой операции, и назначить вспомогательное оборудование и контрольно-измерительные приборы. После чего необходимо будет рассчитать режимы резания для каждого типа операций, установов и позиций. Провести нормирование, в ходе которого будет выявлена норма времени на операцию.

Далее необходимо проанализировать спроектированную технологию на предмет экологичности, и обеспечения безопасности жизнедеятельности. Отдельным разделом будет проведем анализ экономической эффективности, призванной показать преимущество принципа концентрации перед дифференциацией.

В работе спроектированы гидравлические тиски и сверла для глубокого сверления глухих отверстий. Деталь обладает целым рядом поверхностей требующих тонкого фрезерования, а самая точная поверхность подвергается операциям шлифования, в частности плоское шлифование, и внутреннее шлифование.

Кроме спиральных сверел и сверел глубокого сверления используются конические сверла или фрезы для изготовления конусных отверстий под штуцер.

1. Анализ исходных данных

1.1 Анализ условий работы и служебного назначения

Настоящая планка эксплуатируется при статических нагрузках и динамических знакопеременных. В связи с этим в качестве материала детали используется легированная сталь 19ХГНМ ГОСТ 4345-71.

Планка должна обладать высокой жесткостью, прочностью, при этом имея обилие отверстий и малую массу. Поэтому для изготовления детали применяют химико-термическую обработку, а именно цементацию. Планка не работает в условиях вибраций и ударов, а потому повышение хрупкости не критично для эксплуатации. Глубина цементирования варьируется в пределах одного миллиметра.

1.2 Классификация поверхностей

Проведем классификацию поверхностей исходя из чертежа детали, а также разобьем их на группы по типу, и внесем данные в таблицу 1. Эскиз планки с пронумерованными поверхностями представлен ниже на рисунке 2 как вы понимаете рисунка нет.

Так можно заметить по таблице, наибольшее количество поверхностей являются свободными и получаются на заготовительной операции.

Таблица 1 – Классификация поверхностей детали.

| Тип поверхности | Номер поверхности |
|-------------------------------|---|
| Исполнительные поверхности | 37,39,58,59,56,57,46,44,40,42,27,29,31,33 |
| Основные конструкторские базы | 8,52,53,54,55.15,16,17,20,21,22 |

Продолжение таблицы 1

| | |
|--------------------------------------|--|
| Вспомогательные конструкторские базы | 48,49,50,51,34,35,60,61,62,63,64,65,12,14,18,19,23,24,47, 45,41,2,3,4,5 |
| Свободные поверхности | Все прочие |

1.3 Анализ технологичности

«Технологичность детали- совокупность свойств конструкции, обеспечивающих изготовление, ремонт и техническое обслуживание изделия по наиболее эффективной технологии в сравнении с аналогичными конструкциями при одинаковых условиях их изготовления, эксплуатации при одних и тех же показателях качества». Проведем оценку технологичности детали путем расчета некоторых коэффициентов по известной методике [5]. Рассчитаем коэффициент унификации, использования материала, точности и шероховатости.

Можно заметить что рассматриваемая деталь обладает высокой технологичностью и не требует пересмотра с конструктивной точки зрения.

1.4 Формулировка цели и задачи работы

Данная дипломная работа имеет цель создания технологического процесса производства детали «Планка базовая». Исходя из этой цели сформулируем задачи, которые необходимы для ее достижения. Задача первая заключается в определении типа производства, поскольку от этого зависит ряд важных параметров технологического процесса, в том числе применяемая оснастка, номенклатура станков. Вторая задача заключается в выборе метода получения исходной заготовки, следуя данным полученным из чертежа. Это имеет значения для

последующего построения технологического маршрута обработки. Задача третья состоит в проектировании плана изготовления, а также в построении маршрута обработки поверхностей. Четвертая задача сводится к подбору средств технологического оснащения, а также проектированию прописанных операций [25]. Пятая и шестая задачи, заключаются в проектировании режущего инструмента и оснастки, применяемых в ходе технологического процесса. После следует сформулировать заключение с подведением итогов.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Имея в распоряжении годовую программу выпуска деталей, а также ее массу, можем определить тип ее производства в соответствии с методическими рекомендациями [3]. В общем случае для определения типа производства необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций, однако, воспользуемся более простым табличным методом.

Масса детали равна 4,32 кг, а программа выпуска по заданию $N=10\ 000$ шт/год. Соответственно тип производства определяем как среднесерийный [23]. Для данного типа производства характерно:

- средний объем и продолжительность выпуска изделий
- использование переменного-поточной формы организации
- применение, как универсальной, так и специальной оснастки
- использование расчетно-аналитических методов для решения технологических задач [9].

2.2 Выбор исходной заготовки

Как известно на выбор исходной заготовки влияют геометрия детали, материал, а также экономические аспекты [2]. Принимая во внимание призматическую форму детали, а также марку стали, можно сделать однозначный вывод, что в качестве заготовки может быть использован только прокат. А именно прокат квадратного сечения со стороной 110 мм. Квадратный прокат из легированной стали 19ХГНМ, производится промышленностью без спецзаказов [24].

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

В зависимости от точности поверхностей, их шероховатости и допуска на отклонение по форме, к ним применяются различные методы обработки. Поскольку имеется чертеж с полным пакетом требований, а также сводная таблица классификации поверхностей, то можем приступить к формированию таблицы методов обработки (таблица 2).

Таблица 2 – Методы обработки

| Номер поверхности | Точность | Шероховатость | Тип поверхности* | Допуск на отклонение по форме | Допуск на отклонение по расположению | Переходы** |
|---------------------------------|----------|---------------|------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| 2,3,4 | 9 | 3,2 | П | - | - | Ф-Фпч |
| 1,6,7,9,10,70,71,68,69,2536 | 12 | 12,5 | П | - | - | Ф |
| 5 | 9 | 3,2 | Ф | 0,01 | - | Ф-Фпч-Фч |
| 8,52,53,54,55,15,16,17,20,21,22 | 7 | 1,25 | П | 0,008 | 0,01 | Ф-Фпч-Фч-Фт |
| 13,34,35 | 7 | 0,63 | Ц | 0,008 | - | С-З-Р-Рт-Ртк |
| 37,39,56,57,58,59,72 | 12 | 12,5 | Ц | - | - | С |
| 48,49,64,63,65 | 10 | 6,3 | К | - | - | С-З |
| 50,51,60,61,62 | 8g | 3,2 | Р | - | - | С-З-Рз |
| 66,67 | 7 | 1,25 | П | - | - | Ф-Фпч-Фч-Ш |
| 40,42,44,46 | 12 | 12,5 | Ц | - | - | С |
| 12,18,23, | 10 | 6,3 | Ц | - | - | С-Ф |
| 14,24,19 | 10 | 6,3 | Ц | - | - | С-Ф |
| 26,27,28.29,30,31,32,33 | 12 | 12,5 | Ц | - | - | С |

Разделение поверхностей на группы по требованиям точности и шероховатости, позволило сформировать применяемые методы обработки.

2.4 Расчет размеров и припусков

Проведем расчет припусков между технологическими переходами, получения поверхности 35. Данная поверхность является вспомогательной конструкторской базой, и к ней предъявляются особо высокие требования по шероховатости, согласно чертежу. Расчет будет проводиться расчетно-аналитическим методом, поскольку тип производства определен как среднесерийный [22].

Поверхность 35 является цилиндрической внутри, а потому все переходы по ее получению осуществляются осевым инструментом. По той же причине операционные размеры зависят от номинала диаметра инструментов, а значит различные пространственные отклонения, погрешности установки, закрепления, глубина дефектного слоя, не оказывают влияния на значения припуска [11].

Поскольку в качестве заготовки используется прокат, то получить отверстие на заготовительном этапе невозможно, соответственно необходимо первым переходом осуществить сквозное сверление. Итоговое отверстие должно быть диаметром $21^{(+0,021)}H7$.

Таблица 3 – результаты расчета припусков и межоперационных размеров

| Технологические переходы | TD, мм | минимальный припуск, мм | максимальный припуск, мм | минимальный диаметр, мм | максимальный диаметр, мм |
|--------------------------|--------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| сверление | 0,21 | | | 18 | 18,21 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | |
|--------------------------|--------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| зенкерование | 0,084 | 2,574 | 2,7 | 20,7 | 20,784 |
| Технологические переходы | TD, мм | минимальный припуск, мм | максимальный припуск, мм | минимальный диаметр, мм | максимальный диаметр, мм |
| Развертывание черновое | 0,052 | 0,166 | 0,2 | 20,9 | 20,952 |
| Развертывание чистовое | 0,030 | 0,031 | 0,05 | 20,95 | 20,983 |
| Развертывание тонкое | 0,021 | 0,038 | 0,05 | 21 | 21,021 |

С учетом диаметра инструмента, минимальный диаметр отверстия определяется следующим соотношением.

$$D_{min_i} = D_{инструмента_i} \quad (1)$$

Где D_{min_i} - минимальный диаметр отверстия, после технологического перехода.

$D_{инструмента_i}$ - номинальный диаметр инструмента.

Тогда, минимальные диаметры отверстия на различных переходах:

$$D_{min1} = 18(\text{мм})$$

$$D_{min2} = 20,7(\text{мм})$$

$$D_{min3} = 20,9(\text{мм})$$

$$D_{min4} = 20,95(\text{мм})$$

$$D_{min5} = 21(\text{мм})$$

Далее рассчитаем максимальные диаметры.

$$D_{max_i} = D_{min_i} + TD_i \quad (2)$$

Подставляя допуски на разбивку, определенные табличным методом на каждый переход, получим

$$D_{max1} = 18 + 0,21 = 18,21 \text{ мм}$$

$$D_{max2} = 20,7 + 0,084 = 20,784 \text{ мм}$$

$$D_{max3} = 20,9 + 0,052 = 20,952 \text{ мм}$$

$$D_{max4} = 20,95 + 0,033 = 20,983 \text{ мм}$$

$$D_{max5} = 21 + 0,021 = 21,021 \text{ мм}$$

Имея набор минимальных и максимальных диаметров, можем определить припуски на каждый из переходов.

Минимальный припуски:

$$2Z_{min_i} = D_{max_i} - D_{max_{i-1}} \quad (3)$$

$$2Z_{min_2} = 20,784 - 18,21 = 2,574(\text{мм})$$

$$2Z_{min_3} = 20,952 - 20,784 = 0,166 (\text{мм})$$

$$2Z_{min_4} = 20,983 - 20,952 = 0,031(\text{мм})$$

$$2Z_{min_5} = 21,021 - 20,983 = 0,038 (\text{мм})$$

Максимальные припуски:

$$2Z_{max_i} = D_{min_{i-1}} - D_{min_i} \quad (4)$$

$$2Z_{max_2} = 20,7 - 18 = 2,7(\text{мм})$$

$$2Z_{max_3} = 20,9 - 20,7 = 0,2 (\text{мм})$$

$$2Z_{max_4} = 20,95 - 20,9 = 0,05(\text{мм})$$

$$2Z_{max_5} = 21 - 20,95 = 0,05 (\text{мм})$$

2.5 Проектирование заготовки

При работе по проектированию заготовки, решаются две основные задачи. Первая заключается в определении формы и размеров исходной заготовки. Вторая задача заключается в назначении припусков на механическую обработку. Как было отмечено выше единственным вариантом исходной заготовки, в виду формы и марки стали является отрезок квадратного проката. Используя известные методики [8], назначим следующие характеристики. Принимаем квадратный прокат по ГОСТ 2591-2006, со стороной 110 мм класса точности Б1, его предельные отклонения равны +0,4 мм и -1,7 мм соответственно. Припуски на черновое и чистовое фрезерование плоскостей принимаем равными 1,4 мм, согласно табличным данным.

Полученная конфигурация заготовки представляет собой прямоугольную призму, а потому любую из плоскостей можно принять за черновую технологическую базу, без избыточной потери точности [20].

В результате проделанного проектирования заготовки представим ее чертеж. Полученная заготовка обладает 16 квалитетом точности, и допуском на диагональный размер 4 мм, что обусловлено методом ее получения [1].

2.6 Технологический маршрут

Поскольку составлен маршрут обработки поверхностей, а также чертеж с требованиями по шероховатости, можем составить маршрут обработки, представленный в таблице 4

Таблица 4 – Технологический маршрут обработки детали «Планка базовая»

| Номер операции | Наименование | Содержание | Точность | Шероховатость | Оборудование |
|----------------|--------------------------|---|----------|---------------|--|
| 000 | Заготовительная (прокат) | Квадратный прокат по шестнадцатому качеству | 16 | 25 | валки для проката |
| 005 | Фрезерная с ЧПУ | <p>Установ А: позиция 1: фрезерование черновое-пов. 1,2,3,4,5,6,7</p> <p>Установ Б: позиция 1: фрезерование черновое-пов.66</p> <p>Установ В: позиция 1: фрезерование черновое-пов. 67</p> <p>Установ Г: позиция 1: фрезерование черновое-пов. 8,9</p> <p>Установ Д: позиция1: фрезерование получистовое-пов.8, 10, 25, 36, 66, 69, 70</p> <p>позиция 2: фрезерование чистовое-пов. 8,66</p> <p>позиция 3: фрезерование тонкое-</p> | 7 | 1,25 | Станок фрезерный с ЧПУ, Станок сверлильный |

Продолжение таблицы 4

| Номер операц ии | Наименов ание | Содержание | Точнос ть | Шерохова тость | Оборудо вание |
|-----------------------|------------------|--|--------------|-------------------|------------------|
| | | <p>пов. 8,66</p> <p>Установ Е:</p> <p>позиция 1:</p> <p>фрезерование получистовое-пов. 67,68,71</p> <p>позиция 2: фрезерование чистовое-пов. 67</p> <p>позиция 3:</p> <p>фрезерование тонкое-пов. 67</p> <p>Установ Ж:</p> <p>Позиция 1:</p> <p>фрезерование черновое-пов. 15, 16, 17, 20, 21, 22, 52, 53, 54, 55</p> <p>позиция 2:</p> <p>фрезерование получистовое-пов. 15, 16, 17, 20, 21, 22, 52, 53, 54, 55</p> <p>позиция 3:</p> <p>фрезерование чистовое-пов. 15, 16, 17, 20, 21, 22, 52, 53, 54, 55</p> <p>позиция 4:</p> <p>фрезерование тонкое-пов. 15, 16, 17, 20, 21, 22, 52, 53, 54, 55</p> <p>Установ И:</p> <p>позиция 1:</p> <p>сверление-пов. 14, 19, 24, 12, 18, 23</p> <p>Позиция 2:</p> <p>сверление-пов. 34, 35</p> <p>позиция 3:</p> <p>сверление-пов. 26, 27, 28, 29, 30,</p> | | | |

Продолжение таблицы 4

| Номер операци и | Наиме новани е | Содержание | Точност ь | Шероховат ость | Оборудо вание |
|-----------------------|----------------------|---|--------------|-------------------|------------------|
| | | <p>позиция 5: зенкерование-пов. 35</p> <p>позиция 6: развертывание черновое-пов. 35</p> <p>позиция 7: развертывание чистовое-пов. 35</p> <p>позиция 8: развертывание тонкое-пов. 35</p> <p>Установ К: позиция 1: фрезерование черновое-пов. 41, 43, 45, 13</p> <p>позиция 2: сверление-пов. 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80</p> <p>Установ Л: позиция 1: сверление-пов. 56, 57, 58, 59</p> <p>позиция 2: сверление-пов. 64, 63</p> <p>позиция 3: резьбонарезание-пов. 60, 61</p> <p>Установ М: позиция 1: сверление-пов. 72,</p> <p>позиция 2: сверление-пов. 65</p> <p>позиция 3: резьбонарезание-пов. 62</p> | | | |

Продолжение таблицы 4

| Номер операции | Наименование | Содержание | Точность | Шероховатость | Оборудование |
|----------------|--------------------|---|----------|---------------|----------------|
| | | Установ Н: позиция 1: сверление-пов. 37, 39 позиция 2: сверление-пов. 48, 49 позиция 3: резьбонарезание-пов. 50, 51 | | | |
| 010 | ХТО | Цементация h0,8-1,2 HRC 59-63-пов. 66, 67 | - | - | |
| 015 | Сверлильная с ЧПУ | Установ А: позиция 1: сверление-пов. 44, 46 Установ Б: позиция 1: сверление-пов. 40, 42 | 14 | 12,5 | |
| 020 | Плоскошлифовальная | Установ А позиция 1: шлифование-пов. 66, 67 | 7 | 1,25 | |
| 025 | Внутришлифовальная | Установ А: позиция 1: шлифование-пов. 35 | 7 | 0,63 | |
| 030 | Моечная | Мойка | - | - | Моечная машина |

Продолжение таблицы 4

| Номер операции | Наименование | Содержание | Точность | Шероховатость | Оборудование |
|----------------|--------------|------------|----------|---------------|------------------|
| 035 | Контроль | Контроль | - | - | Контрольный стол |

Сформированный маршрут обеспечивает экономическую эффективность и производительность.

2.7 Разработка схем базирования

Рассматриваемая деталь, обладает призматической геометрией со множеством отверстий, и взаимно ортогональных плоскостей. На заготовительной стадии, представляет собой отрезок квадратного проката. В виду этого базирование исходной заготовки, и операционных заготовок, целесообразно осуществлять по типовой схеме, реализуемой с самоцентрирующимися тисками [6].

Для подготовки чистовых технологических баз, необходимо провести фрезерование нескольких плоскостей. Подготовка этих баз происходит на операции «фрезерная с ЧПУ», при этом на различных установках. Поскольку для последующей обработки отверстий понадобится целый ряд чистовых технологических баз [19]. По этой же причине, изобразим применяемую схему базирования, только для одного из установов.

В этой схеме базирования, установка по плоскости отнимает три степени свободы заготовки, направляющая база еще две, и последняя степень свободы отнимается упором. При такой схеме базирования, погрешность базирования равна нулю [13].

2.8 Выбор средств технологической оснастки

Для каждой операции и позиции, необходимо подобрать номенклатуру инструмента, контрольных средств, приспособлений, и оборудования [21]. В виду, среднесерийного типа производства, в качестве оборудования применяются, только станки с ЧПУ, а в номенклатуре инструмента присутствуют, как стандартные ГОСТ изделия, так и специальные инструменты [4]. Сведем общую информацию в таблицу 5.

Таблица 5 – Выбор средств технологической оснастки

| Номер операции | Оборудование | Приспособления | Режущий инструмент | Контрольно-измерительные средства |
|----------------|--|--------------------------------|---|--|
| 000 | прокатная машина | - | гидравлические ножницы | линейка слесарная-1000 ГОСТ 427-75 |
| 005 | фрезерный обрабатывающий центр-IRONMAC IMV-10.55 | тиски станочные гидравлические | фреза 2214-0003 T5K10 60 ⁰ ГОСТ 24359-80 фреза 2223-0791 ГОСТ 17026-71 (z=5)фреза 2220-0363 BK8 ГОСТ 18372-73 (z=3)фреза 2223-0112 ГОСТ 17026- | ШЦЦ-1 ГОСТ 166-89 Микрометр МК100-1 ГОСТ 6507-90 калибр-пробка 8133-0935 ГОСТ 14810-69 |

Продолжение таблицы 5

| Номер операции | Оборудование | Приспособления | Режущий инструмент | Контрольно-измерительные средства |
|----------------|-----------------------|----------------|---|-----------------------------------|
| 005 | | | 71 (z=8) сверло 2301-4294 ГОСТ 22736-77 сверло 2301-4372 ГОСТ 22736-77 сверло CORO drill 861.1-1500-180 A1-GN сверло конусное 6-20мм TIN, зенкер 2320-2582 ГОСТ 12489-71, развертка 1 – 9 H9 (D=20,9) ГОСТ 1672-2016 развертка 1 – 8 H8 (D=20,95) ГОСТ 1672-2016 развертка 1 – 7 H7 (D=21)ГОСТ 1672-2016 | |
| 010 | печь с карбюризатором | - | - | Твердомер Роквелла |

Продолжение таблицы 5

| Номер операции | Оборудование | Приспособления | Режущий инструмент | Контрольно-измерительные средства |
|----------------|--|--|---|--|
| 015 | станок сверлильный с ЧПУ ZK5140 | тиски станочные гидравлические, шарнирный стол | Сверло 2300-0167 ГОСТ 20902-77 | калибр-пробка 8133-0906 ГОСТ 14810-69 |
| 020 | плоскошлифовальный станок с ЧПУ FS4080MCNC | тиски 7200-0230 ГОСТ 16518-96 | круг шлифовальный 5 350 x50x127 24А 10-П Ц2 6 КПП 35 А1 | микрометр МК100-1 ГОСТ 6507-90 |
| 025 | внутришлифовальный станок с ЧПУ ОШ-642-18 | тиски 7200-0230 ГОСТ 16518-96 | круг шлифовальный 5 10 x13x3 24А 10-П Ц2 6 КПП 35 А1 | калибр-пробка 8133-0935 ГОСТ 14810-69 |
| 030 | Моечная машина | - | - | - |
| 035 | Контрольный стол | - | - | ШЦЦ-1 ГОСТ 166-89 микрометр МК100-1 ГОСТ 6507-90 калибр-пробка 8133-0935 ГОСТ 14810-69 |

К каждой операции были подобраны станки, инструмент, и контрольно-измерительные средства.

2.9 Расчет режимов резания

Рассчитаем режимы обработки, для операции «фрезерная с ЧПУ», поскольку она является более трудоемкой. Расчет проведем по известной методике [10].

Установ А

Позиция 1: фрезерование черновое

Фрезерование осуществляется торцевой фрезой со вставными пластинами из твердого сплава[17].

Глубину резания принимаем $t=1,3$ мм

Подача на зуб $S_z=0,3$ мм

Скорость резания, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \quad (5)$$

где C_v – коэффициент скорости резания, $C_v = 332$

$D = 125$ – Диаметр фрезы, мм

$T = 180$ – Период стойкости режущего инструмента, мин

$B = 110$ – Ширина фрезерования, мм

$Z = 12$ – Число зубьев фрезы

$q = 0,2$ – Степенной показатель диаметра фрезы

$m = 0,2$ – Степенной показатель периода стойкости

$x = 0,1$ – Степенной показатель глубины резания

$y = 0,4$ – Степенной показатель подачи

$u = 0,2$ – Степенной показатель ширины фрезерования

$p = 0$ – Степенной коэффициент числа зубьев

$K_v = 0,794$ – Общий поправочный коэффициент на скорость резания

$$V = \frac{332 \cdot 125^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 1,3^{0,1} \cdot 0,3^{0,4} \cdot 110^{0,2} \cdot 12^0} \cdot 0,794 = 93,311 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Рассчитаем частоту вращения фрезы об/мин

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (6)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 93,311}{\pi \cdot 125} = 237,786 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Поскольку черновое фрезерование по определению характеризуется наибольшей силой резания, то проведем расчет ее главной составляющей, для последующей проверки условий обработки.

$$P_Z = \frac{10C_P \cdot t^x \cdot s_Z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^W} \cdot K_{MP}, \quad (7)$$

где $C_P = 825$ – Коэффициент силы резания

$W = 0,2$ – Степенной показатель частоты оборотов

$K_{MP} = 1,04$ – Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала

$$P_Z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,3^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 110^{1,1} \cdot 12}{125^{1,3} \cdot 237,786^{0,2}} \cdot 1,04 = 5777,393 \text{ Н}$$

Определим крутящий момент на шпинделе

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_Z \cdot D}{200} \quad (8)$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{5777,393 \cdot 125}{200} = 3610,871 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 1020} \quad (9)$$

$$N_e = \frac{5777,393 \cdot 93,311}{60 \cdot 1020} = 8,809 \text{ кВт}$$

Для установов Б, В, Г, применяются те же режимы резания (черновое фрезерование).

Установ Д

Позиция 1:

Фрезерование получистовое

Глубину резания принимаем равной $t=0,5$ мм

Подача на зуб $S_z=0,2$ мм

Скорость резания:

$$V = \frac{234 \cdot 12^{0,44}}{90^{0,37} \cdot 0,5^{0,24} \cdot 0,2^{0,26} \cdot 12^{0,1} \cdot 3^{0,13}} \cdot 0,794 = 38,14 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Рассчитаем частоту вращения фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot 38,14}{\pi \cdot 12} = 1013,284 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Позиция 2:

Фрезерование чистовое

Глубину резания принимаем $t=0,15$ мм

Подача на зуб $S_z=0,2$

$$V = \frac{46,7 \cdot 63^{0,45}}{120^{0,33} \cdot 0,15^{0,5} \cdot 0,2^{0,5} \cdot 63^{0,1} \cdot 5^{0,1}} \cdot 1,12 = 225,734 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Рассчитаем частоту вращения фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot 225,734}{\pi \cdot 63} = 1141,108 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Позиция 3:

Фрезерование тонкое

Примем глубину резания $t=0,05$ мм

Подача на зуб $S_z=0,05$ мм

$$V = \frac{46,7 \cdot 10^{0,45}}{120^{0,33} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 10^{0,1} \cdot 8^{0,1}} \cdot 1,12 = 392,054 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Рассчитаем частоту вращения фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot 392,054}{\pi \cdot 10} = 10396,919 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Рассчитаем режимы резания для переходов установка И, в частности сверление, зенкерование, и несколько видов развертывания.

Режимы резания для сверления на прочих позициях и установках аналогичны.

Глубину резания принимаем равной $t=9$ мм

Подача на оборот равна $S=0,23$ мм/об

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (10)$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 18^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,23^{0,5}} \cdot 1 = 35,671 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частота вращения сверла

$$n = \frac{1000 \cdot 35,671}{\pi \cdot 18} = 631,121 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Крутящий момент на шпинделе:

$$M_{\text{кр}} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P, \quad (11)$$

где C_M – Коэффициент крутящего момента

K_P – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки

Принимаем $C_M = 0,0345$, $q = 2$, $y = 0,8$.

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 18^2 \cdot 0,23^{0,8} \cdot 1 = 34,494 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Осевая сила при сверлении:

$$P_O = 10C_P \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_P, \quad (12)$$

где C_P – Коэффициент силы резания

Принимаем $C_P = 68$, $q = 1$, $y = 0,7$.

$$P_O = 10 \cdot 68 \cdot 18^1 \cdot 0,23^{0,7} = 4375,129 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} \quad (13)$$

$$N_e = \frac{34,494 \cdot 631,121}{9750} = 2,232 \text{ кВт}$$

Зенкерование.

Для зенкерования расчет сил резания проводится не будет

Подача на оборот $S=0,8$ мм/об

Глубина резания $t=1,319$ мм

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y \cdot t^x} \cdot K_v \quad (14)$$

$$V = \frac{16,3 \cdot 20,7^{0,3}}{40^{0,3} \cdot 0,8^{0,5} \cdot 1,319^{0,2}} \cdot 1 = 14,15 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частота вращения зенкера

$$n = \frac{1000 \cdot 14,15}{\pi \cdot 20,7} = 217,699 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Развертывание черновое

Глубина резания равна $t=0,09$ мм

Подача на оборот $s=1,1$

Скорость резания

$$V = \frac{10,5 \cdot 20,9^{0,3}}{80^{0,4} \cdot 1,1^{0,65} \cdot 0,09^{0,2}} \cdot 1 = 6,891 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частота вращения развертывания

$$n = \frac{1000 \cdot 6,891}{\pi \cdot 20,9} = 105,004 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Развертывание чистовое

Глубина резания $t=0,02$ мм

Подача на оборот $s=0,8$ мм/об

$$V = \frac{10,5 \cdot 20,95^{0,3}}{80^{0,4} \cdot 0,8^{0,65} \cdot 0,02^{0,2}} \cdot 1 = 11,458 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 11,458}{\pi \cdot 20,95} = 174,179 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Развертывание тонкое

Глубина резания $t=0,02$ мм

Подача на оборот $s=0,6$ мм/об

$$V = \frac{10,5 \cdot 21^{0,3}}{80^{0,4} \cdot 0,6^{0,65} \cdot 0,02^{0,2}} \cdot 1 = 13,823 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 13,823}{\pi \cdot 21} = 209,63 \text{ об/мин}$$

2.10 Нормирование

Проведем расчет норм времени на операцию «Фрезерная с ЧПУ»

Фрезерование черновое:

Рассчитаем основное время для обработки

$$T_0 = \frac{l_1 + l}{S_{\text{мин}}}, \quad (15)$$

где l_1 – Длина врезания, мм

l – Длина обрабатываемого участка, мм

$S_{\text{мин}}$ – Минутная подача

$$l_1 = \sqrt{h(d_{\phi} - h) + 1}, \quad (16)$$

где h – Глубина резания, мм

d_{ϕ} – Диаметр фрезы, мм

$$S_{\text{мин}} = s_z \cdot n \cdot z \quad (17)$$

Принимаем длину обрабатываемого участка $l = 512$ мм, $h = 1,3$ мм,
 $d_\phi = 125$ мм

$$l_1 = \sqrt{1,3(125 - 1,3)} + 1 = 13,681 \text{ мм}$$

$$S_{\text{мин}} = 0,3 \cdot 237,8 \cdot 12 = 856,08 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

$$T_0 = \frac{13,681 + 512}{856,08} = 0,614 \text{ мин}$$

Фрезерование получистовое:

Принимаем длину обрабатываемого участка $l = 512$ мм, $h = 0,5$ мм,
 $d_\phi = 12$ мм.

$$l_1 = \sqrt{0,5(12 - 0,5)} + 1 = 3,398 \text{ мм}$$

$$S_{\text{мин}} = 0,2 \cdot 1013 \cdot 3 = 607,8 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

$$T_0 = \frac{3,398 + 512}{607,8} = 0,848 \text{ мин}$$

Фрезерование чистовое:

Принимаем длину обрабатываемого участка $l = 512$ мм, $h = 0,15$ мм,
 $d_\phi = 63$ мм.

$$l_1 = \sqrt{0,15(63 - 0,15)} + 1 = 4,07 \text{ мм}$$

$$S_{\text{мин}} = 0,2 \cdot 1141 \cdot 5 = 1141 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

$$T_0 = \frac{4,07 + 512}{1141} = 0,452 \text{ мин}$$

Фрезерование тонкое:

Принимаем длину обрабатываемого участка $l = 512$ мм, $h = 0,05$ мм,
 $d_\phi = 10$ мм.

$$l_1 = \sqrt{0,05(10 - 0,05)} + 1 = 1,705 \text{ мм}$$

$$S_{\text{мин}} = 0,05 \cdot 10000 \cdot 8 = 4000 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

$$T_0 = \frac{1,705 + 512}{4000} = 0,128 \text{ мин}$$

Сверление

Основное время

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0}, \quad (18)$$

где L – Длина рабочего хода, мм

i – число проходов

S_0 – Подача на оборот, мм/об

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{110 \cdot 1}{631 \cdot 0,23} = 0,758 \text{ мин}$$

Для перехода зенкерования отверстия:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{110 \cdot 1}{218 \cdot 0,8} = 0,631 \text{ мин}$$

Для развертывания черного:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{110 \cdot 1}{105 \cdot 1,1} = 0,952 \text{ мин}$$

Для развертывания чистового:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{110 \cdot 1}{174 \cdot 0,8} = 0,79 \text{ мин}$$

Для развертывания тонкого:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0} = \frac{110 \cdot 1}{210 \cdot 0,6} = 0,873 \text{ мин}$$

Так, суммарное основное время для рассмотренных переходов:

$$\begin{aligned} T_o &= 0,873 + 0,79 + 0,952 + 0,631 + 0,758 + 0,128 + 0,452 + 0,614 \\ &= 5,198 \text{ мин} \end{aligned}$$

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n} + T_{\text{шт}}, \quad (19)$$

где $T_{\text{шт}}$ – штучное время, мин;

$T_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии запуска, шт.

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{об}} + T_{\text{пер}}, \quad (20)$$

где T_o – основное время;

T_v – вспомогательное время;

$T_{\text{об}}$ – время на обслуживание рабочего места;

$T_{\text{пер}}$ – время перерывов.

Далее, рассчитаем штучное время операции, определив T_v , $T_{\text{об}}$ и $T_{\text{пер}}$ по таблицам [9].

$$T_{\text{шт}} = 9,482 + 22,759 + 0,664 = 32,905 \text{ мин}$$

Для определения штучно-калькуляционного времени рассчитаем объем запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{u}, \quad (21)$$

где N – годовой объём выпуска;

a – периодичность запуска;

u – кол-во рабочих дней в году;

$$n = \frac{N \cdot a}{u} = \frac{10000 \cdot 16}{254} = 630 \text{ штук};$$

Тогда штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{13}{630} + 32,905 = 32,927 \text{ мин}$$

Для наглядности отразим нормы времени в сводной таблице 6

Таблица 6 – Нормы времени на операцию «Фрезерная с ЧПУ»

| Уста нов ы | основн ое время, мин | вспомог ательное время, мин | опера ционн ое время , мин | время обслуж ивания и переры вов, мин | штучное время, мин | подготов ительно- заклучи тельное время, мин | parti я запус ка, шт | штучно- калькуляцио нное время, мин |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--|---|--------------------------|---|-------------------------------|--|
| Уста нов ы А- Н | 9,482 | 22,759 | 32,24 1 | 0,664 | 32,905 | 13 | 630 | 32,927 |

В представленной таблице, мы наблюдаем что больше всего времени уходит на штучно-калькуляционное время, а также что время для всех установов будет одинаковым.

3 Проектирование приспособлений и инструментов

3.1 Проектирование тисков

При проектировании приспособления необходимо учитывать требуемую силу зажима. Поскольку заготовка имеет призматическую форму, а усилие зажима передается от привода на губке, и от губок на заготовку напрямую, то определение требуемой силы зажима, сводится к определению ряда коэффициентов, и учета опрокидывающего момента [11].

Наибольшая сила резания возникает при черновом фрезеровании и равна 5777 Н. Определим коэффициент запаса.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (22)$$

Где, $K_0=1,5$ - гарантированный коэффициент запаса,

$K_1 = 1,2$ - коэффициент, учитывающий увеличение сил,

$K_2 = 1$ -коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента,

$K_3 = 1$ - учитывает увеличение сил резания,

$K_4 = 1$ - характеризует постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом,

$K_5 = 1$ - характеризует эргономику немеханизированного зажимного механизма

K_6 - не требует при расчете коэффициента запаса, исходя из источника [12].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8$$

Определим величину действующего опрокидывающего момента.

Учитывая, что высота губок принимается равной 80мм, а габаритная высота заготовки 110мм. Тогда плечо будет равно 30мм.

$$M = P \cdot L \quad (23)$$

$$M = 5777 \cdot 0,03 = 173,31 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Теперь определим необходимую силу зажима.

$$W = \frac{K \cdot P \cdot M}{f \cdot F} \quad (24)$$

$$W = \frac{1,5 \cdot 1,8 \cdot 5777 \cdot 173,31}{0,2 \cdot 400} = 33790,9 \text{ Н}$$

Очевидно, что для обеспечения такой силы зажимов необходим силовой привод отличный от ручного.

Определим тип привода гидравлический или пневматический.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (25)$$

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{33790}{0,4}} = 328,41 \text{ мм}$$

Данное значение диаметра больше 110мм, и является некомпактным, а потому применять следует гидравлику с рабочим давлением 5 МПа. Тогда диаметр будет равен.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{33790}{5}} = 91,7 \text{ мм}$$

Определим ход губок.

$$S_Q = \frac{S_W}{i_n} \quad (26)$$

$$S_Q = \frac{5}{1} = 5 \text{ мм}$$

3.2 Проектирование сверла для глубокого сверления

На операции «фрезерная с ЧПУ», в заготовке требуется изготовить два отверстия глубиной 500мм, при этом глухие. В связи с этим, спроектируем сверло для глубокого сверления. Проектируемое сверло будет спиральным и имеет длину 600мм и номинальный диаметр 15мм. Сверло следует изготавливать цельным из твердого сплава.

Начнем проектирования с определения геометрических параметров сверла [15].

Рассчитаем задний угол

$$\alpha = \alpha_T \left(\frac{3,33}{d + 3,25} + 0,79 \right) \quad (27)$$

$$\alpha = 6 \left(\frac{3,33}{15+3,25} + 0,79 \right) = 5,83^\circ$$

Рассчитаем угол наклона винтовой канавки.

$$\omega = \omega_T \left(1,1 - \frac{1,624}{d + 3,5} \right) \quad (28)$$

$$\omega = 4 \left(1,1 - \frac{1,624}{15+3,5} \right) = 4,049^\circ$$

Для проектируемого сверла используем одинарную заточку с подточкой перемычки.

Рассчитаем ширину ленточки сверла. Учитывая обрабатываемый материал.

$$f = 0,5\sqrt[3]{d} \quad (29)$$

$$f = 0,5\sqrt[3]{d} = 1,233 \text{ мм}$$

Определим ширину пера.

$$B = d \cdot \sin \frac{\pi - \nu}{2} \cos \omega \quad (30)$$

$$B = 15 \cdot \sin \frac{\pi - 90}{2} \cos 4,049 = 10,58 \text{ мм}$$

Толщину сердцевины сверла принимаем равной 10мм.

Рассчитаем суммарную длину проектируемого сверла.

$$L = L_0 + (0,3 \dots 1)d + L_{\text{КОН}} + L_{\text{СТ}} + L_{\text{К}} + L_{\text{Ш}} + L_{\text{ХВ}} \quad (31)$$

$$L = 428 + 4,5 + 40 + 5 + 7,5 + 12 + 110 = 607 \text{ мм}$$

Рассчитаем диаметр конуса Морзе (средний) для случая сверления данных отверстий.

$$d = 0,5933 \cdot \frac{P_0}{M_{\text{кр}}} \quad (32)$$

$$d = 0,059 \cdot \frac{3500}{7} \approx 30 \text{ мм}$$

Спроектированное сверло представлено в графической части.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Проведем краткий обзор технологического процесса с точки зрения безопасности жизнедеятельности [18], в частности составим сводную таблицу описания для лимитирующей операции.

Таблица 7 – Краткое описание технологического процесса

| Номер производственного процесса | Технологическая операция выполняемых работ | Оборудование, техническое устройство, приспособление | Материалы, вещества |
|----------------------------------|--|--|---------------------|
| 1 | заготовительная | прокатная машина | Сталь 19ХГНМ |
| 2 | фрезерная с ЧПУ | фрезерный обрабатывающий центр-IRONMAC IMV-10.55 тиски станочные гидравлические | Сталь 19ХГНМ |
| 3 | ХТО | | СОЖ |
| 4 | сверлильная | станок сверлильный с ЧПУ ZK5140 тиски станочные гидравлические, шарнирный стол | Сталь 19ХГНМ |
| 5 | плоскошлифовальная с ЧПУ | плоскошлифовальный станок с ЧПУ FS4080MCNC тиски 7200-0230 ГОСТ 16518-96 | Сталь 19ХГНМ |

Продолжение таблицы 7

| Номер производственного процесса | Технологическая операция выполняемых работ | Оборудование, техническое устройство, приспособление | Материалы, вещества |
|----------------------------------|--|---|---------------------|
| 6 | внутришлифовальная с ЧПУ | внутришлифовальный станок с ЧПУ ОШ-642-18 тиски 7200-0230 ГОСТ 16518-96 | Сталь 19ХГНМ |
| 7 | моечная | - | - |
| 8 | контрольная | - | - |

Определение опасностей и экологических аспектов на производственном участке проведем по локальному нормативному документу, который устанавливает порядок идентификации экологических аспектов, а также потенциальных рисков и промышленных опасностей.»[7]

Таблица 8 – Определение вредных и опасных производственных факторов

| № п/п | Оборудование | Класс пожара | Опасные факторы пожара |
|-------|------------------------------|--------------|--|
| 1 | Огнетушители, пожарный шланг | E | тепловой поток, открытое пламя и продукты горения |
| 2 | Ящики с песком | D | вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок |

Для минимизации этих факторов предложим мероприятия: мероприятия и средства по снижению профессиональных рисков позволяют снизить их общий уровень, сократить производственный травматизм и уровень производственной заболеваемости.

Мероприятия и технические средства оснащения по пожарной безопасности и снижению негативного экологического воздействия выбранные мной соответствуют уровням опасности. Но требуют постоянного контроля за их исполнением.» [7]

Проведем обеспечение пожарной безопасности участка

Технологический процесс оказывает влияние на экологию, в виде металлической стружки, взвеси, СОЖ масла и прочие технические жидкости. Для снижения антропогенного воздействия, требуется организовать чистку сточных вод, утилизацию отходов, и систему вентиляции.

«Выбранные мероприятия и средства по снижению профессиональных рисков позволяют снизить их общий уровень, сократить производственный травматизм и уровень производственной заболеваемости. Мероприятия и технические средства оснащения по пожарной безопасности и снижению негативного экологического воздействия выбранные мной соответствуют уровням опасности. Но требуют постоянного контроля за их исполнением.» [7]

5 Экономическая эффективность работы

Одним из главных факторов при разработке и внедрении технологического процесса является его эффективность с экономической точки зрения. Оценка экономической эффективности основывается на себестоимости производства детали с учетом всевозможных издержек. Проведем сравнение проектной технологии, относительно технологии, подразумевающей применение принципа дифференциаций операции. Проведем расчет себестоимости деталей (рисунок такой-то).

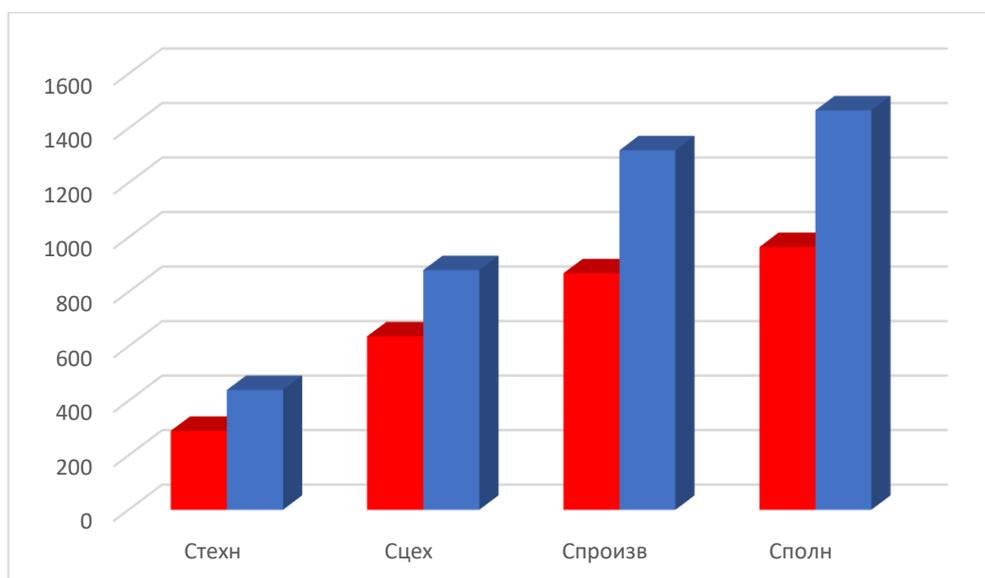


Рисунок 1 – Результаты расчета себестоимостей

Для расчета экономических показателей воспользуемся известной методикой [16], представленной на рисунке 2.



Рисунок 2 – Методика расчета экономических показателей

Также требуются расчеты дополнительных показателей представленных на рисунке 3.

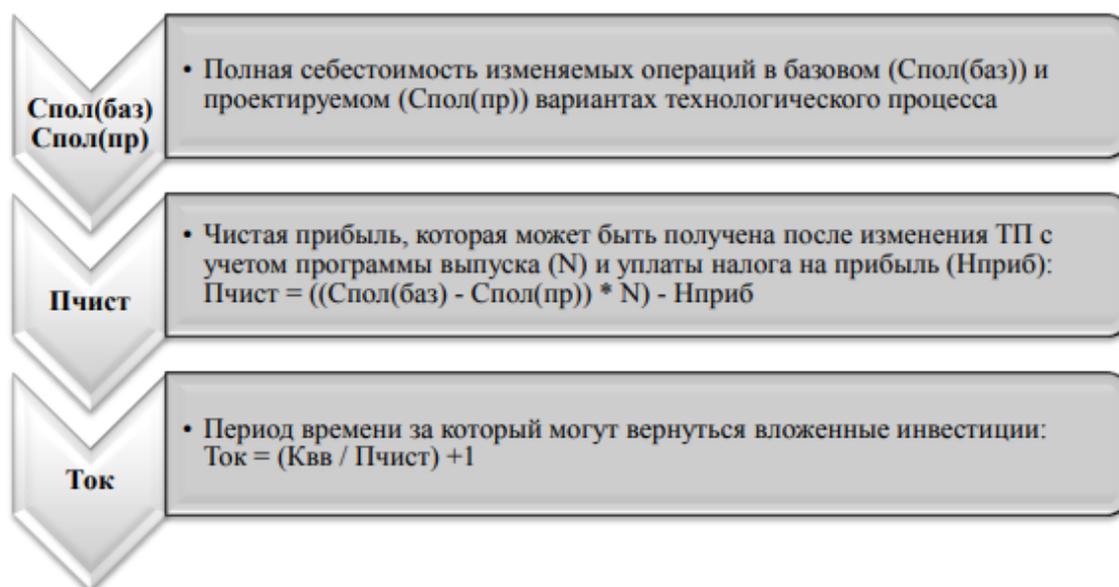


Рисунок 3 – Расчет промежуточных экономических показателей

Требуемые капитальные вложения, для реализации проектной технологии, составляют 9,6 миллионов рублей. Рассчитаем срок окупаемости вложений и интегральный экономический эффект через сложные проценты. Результаты отобразим на рисунке 4

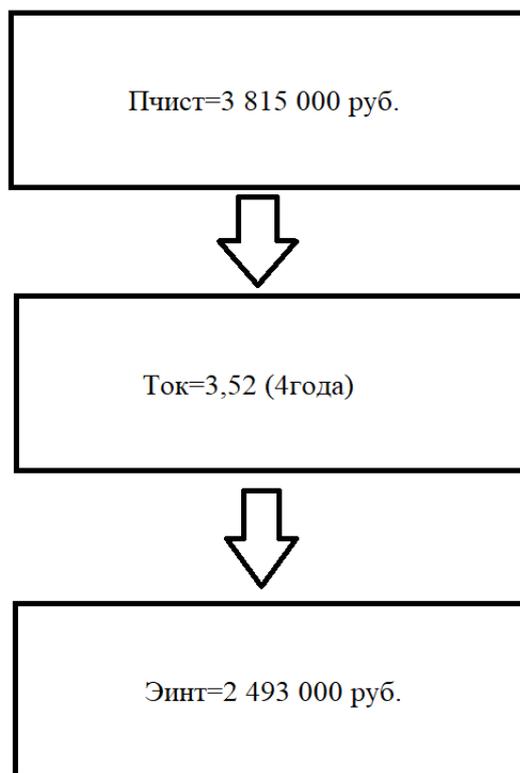


Рисунок 4 – Результаты оценки экономической эффективности

Можно заключить, что спроектированный технологический процесс на принципах концентрации, является экономически эффективным.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе, были проведены анализ и необходимые расчеты для разработки процесса изготовления детали «Планка базовая».

Был определен среднесерийный тип производства, затем сформирован метод обработки, назначены квалитеты и определены переходы, на каждую поверхность проведен расчет припусков детали и изображения полей допусков. Была назначена цементация для создания высокой прочности конструкции детали.

Составлен технологический маршрут детали, а также выбраны станки для ее изготовления. Также была составлена таблица средств технологического оснащения для каждой операции, и назначены станки, оборудования и контрольно-измерительные приборы. После чего были рассчитаны режимы резания для каждого типа операций, установов и позиций. Проведено нормирование, в ходе которого была выявлена норма времени на операцию.

Была проанализирована и спроектирована технология на предмет экологичности, и обеспечения безопасности жизнедеятельности. Отдельным разделом был проведен анализ экономической эффективности, призванной показать преимущество принципа концентрации перед дифференциацией.

В работе спроектированы гидравлические тиски и сверла для глубокого сверления глухих отверстий. Деталь обладает целым рядом поверхностей требующих тонкого фрезерования, а самая точная поверхность подвергается операциям шлифования, в частности плоское шлифование, и внутреннее шлифование.

Спроектированный технологический процесс является оптимальным с точки зрения производительности, номенклатуры оборудования, экономической эффективностью, и экологичностью.

Список используемых источников

1. Амбросимов С. К. Исследование новых методов фрезерования со скольжением режущей кромки относительно поверхности резания //Наука и современность. – 2014. – №. 2. – С. 41.
2. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с. : ил. - 5-50. - Текст : непосредственный.
3. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.
4. Википедия о стали: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сталь>
5. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.
6. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с. : ил. - Прил.: с. 252-297. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-94178-181-2 : 329-60. - Текст : непосредственный.
7. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00. - Текст : непосредственный.
8. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию

технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.

9. Кирсанов С. В., Бабаев А. С. Сверление глубоких отверстий в кальцийсодержащей стали ружейными сверлами малых диаметров //Проблемы информатики. – 2012. – №. 5. – С. 120-124.

10. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. -

11. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

12. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

13. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

14. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

15. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления

[Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

16. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15 48 01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.

17. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

18. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.

19. Филиппов А. В., Шамарин Н. Н., Подгорных О. А. Исследование качества обработки поверхности при фрезеровании коррозионностойкой стали 08X18H10Г2М2 с крупнокристаллической и ультрамелкозернистой структурой //Инновационные технологии в машиностроении: сборник трудов X Международной научно-практической конференции, 23–25 мая 2019 г., Юрга.—Томск, 2019. – 2019. – С. 94-97.

20. Яцун Е. И., Могилев С. Н. Конструкторско-технологическое обеспечение процесса глубокого сверления жаропрочной стали //Известия Юго-Западного государственного университета. – 2022. – Т. 25. – №. 4. – С. 8-18.

21. Chow H. M., Lee S. M., Yang L. D. Machining characteristic study of friction drilling on AISI 304 stainless steel //Journal of materials processing technology. – 2008. – Т. 207. – №. 1-3. – С. 180-186.

22. Gao X. J. et al. Simulation of stainless steel drilling mechanism based on Deform-3D //Advanced materials research. – 2011. – Т. 160. – С. 1685-1690

23. Kim D. W. et al. Tool life improvement by peck drilling and thrust force monitoring during deep-micro-hole drilling of steel //International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2009. – T. 49. – №. 3-4. – C. 246-255.

24. Miller S. F., Shih A. J., Blau P. J. Microstructural alterations associated with friction drilling of steel, aluminum, and titanium //Journal of Materials Engineering and Performance. – 2005. – T. 14. – C. 647-653.

25. Teimouri R. et al. Sustainable drilling process of 1045 steel plates regarding minimum energy consumption and desired work quality //International Journal of Lightweight Materials and Manufacture. – 2019. – T. 2. – №. 4. – C. 397-406.

Продолжение приложения А

| Дубл. | Взам. | Подп. | | | | | | | | | | | 2 | | | | |
|-------|---|------------------------------|----|------|--|----|-------|-----------------------|----|----|------|----|----|-----|-----|-----|--------|
| А | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпз | Тип | |
| Б | Код | Наименование оборудования | | | Наименование детали, сб. единицы или материала | | | Обозначение документа | | | | | | | | | Н.расх |
| К/М | Наименование детали, сб. единицы или материала | | | | Обозначение, код | | | | | | | | | | | | |
| T16 | 391620 зенкер 2320-2582 ГОСТ 12489-71, развертка 1 – 9 Н9 (D=20,9)ГОСТ 1672-2016 развертка 1 – 8 Н8 (D=20,95)ГОСТ 1672-2016 развертка 1 – 7 Н7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T17 | (D=21)ГОСТ 1672-2016, 393311 Штангенциркуль ШЦЦ-500-0,01 ГОСТ 166-89, 393410 Микрометр МК100-1 ГОСТ 6507-90, калибр-пробка 8133-0935 ГОСТ 14810-69, 396131 Тиски станочные гидравлические | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A19 | 010 | Химико-термическая обработка | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| B20 | Печь с карбюризатором | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| A22 | 015 | Сверлильная | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| B23 | Станок ZK5140 с ЧПУ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O24 | Сверлить пов. 44,46, сверлить пов. 40,42, 391210 Сверло 2300-0167 ГОСТ 20902-77, 393120 Калибр-пробка 8133-0906 ГОСТ 14810-69, 396131 Тиски станочные гидравлические | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A26 | 020 | Плоскошлифовальная | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| B27 | плоскошлифовальный станок с ЧПУ FS4080MCNC | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| O28 | шлифование-пов. 66, 67, тиски 7200-0230 ГОСТ 16518-96, круг шлифовальный 5 350 x50x127 24А 10-П Ц2 6 КЛГ 35 А1, микрометр МК100-1 ГОСТ 6507-90 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 025 | Внутришлифовальная | | | | | | | | | | | | | | | |
| B30 | внутришлифовальный станок с ЧПУ ОШ-642-18 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | |

