



## Аннотация

Рассматривается технологический процесс изготовления пуансона, который является элементом пресс-формы. На первом этапе был выполнен анализ условий работы пуансона, обоснованность технических требований условиям работы. Для пуансона выполнен анализ технологичности. Он показал, что деталь имеет сразу несколько нетехнологичных элементов. Это трудно обрабатываемый материал X12M, система точно скоординированных ступенчатых отверстий высокой точности, сложная профильная поверхность с высокими требованиями по шероховатости, высокие требования по твердости. Для объема выпуска в количестве 100 деталей в год и массе 17,5 кг выбран мелкосерийный тип производства. Для мелкосерийного типа производства выбрана исходная заготовка из листового проката. Разработан маршрут и операции. После отрезки выполняется черновая обработка по контуру со снятием напусков для формирования общего контура детали. В качестве оборудования используется автоматизированный фрезерно-сверлильно-расточной станок. На нем заготовка устанавливается в патроне с заменяемыми кулачками. Это позволяет обеспечить установку заготовки на станке при значительном изменении ее формы. На операции выполняется чистовое и тонкое фрезерование, обработка осевым инструментом ступенчатых высокоточных отверстий. Для удаления дефектов после механической обработки используется слесарная операция. После термообработки предусматривается моечная и контрольная операции. Для надежного и точного закрепления пуансона на операции предлагается разработанный патрон со сменяемыми кулачками. Также спроектирован режущий инструмент - сборная фреза с закругленной режущей частью для обработки профильной поверхности с высокими требованиями. Технология обеспечивается мерами по защите окружающей среды и охране труда. Предлагаемая конструкция инструмента рассчитана по экономическому эффекту в соответствующем разделе.

## **Abstract**

The title of the graduation work is « Technological process of manufacturing punch mold». The senior paper consists of an introduction, five chapters, a conclusion, tables, list of references, including foreign sources, and the graphic part on 7 sheets of A1 sheets.

The key issue of the final bachelor's work is the design of the technological process for manufacturing a punch for a mold. We consider the formation of the most accurate surfaces, including the processing of a system of interconnected smooth and stepped holes. The problem of processing the high-precision profiled surface of the punch is also being solved.

The aim of the work is to design for the conditions of small-scale production of a technological process for manufacturing a punch in accordance with a given quality and at a minimum cost.

The final work has the following interrelated parts in accordance with the methodology for designing and launching technological processes into production: analysis of the initial data; the technological part with the selection and design of the workpiece, the processing route, the design of technological operations, the choice of equipment and cutting tool; design part with the development and calculation of fixtures and tools; development of measures to protect labor and ensure environmental standards; calculation of economic efficiency of the proposed changes.

At the end of the presented work, a set of technological documentation necessary for the implementation of the developed technology is formed, as well as drawings of the process and the proposed equipment.

Summing up, we would like to emphasize that the presented work is relevant for manufacturing companies that produce stamping equipment for automotive plants.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Анализ назначения детали .....	7
1.3 Анализ технологичности.....	10
1.4 Задачи работы .....	11
2 Разработка технологии .....	12
2.1 Тип производства.....	12
2.2 Выбор заготовки .....	12
2.3 Проектирование заготовки .....	14
2.4 Выбор технологических баз .....	17
2.5 Разработка маршрута.....	17
2.5 Выбор средств оснащения .....	22
2.7 Проектирование операции .....	24
3 Разработка оснастки.....	34
3.1 Проектирование приспособления .....	34
3.2 Проектирование инструмента .....	38
4 Экологичность и безопасность проекта.....	40
5 Экономическая эффективность работы .....	45
Заключение .....	50
Список используемых источников.....	51
Приложение А Технологические карты .....	55
Приложение Б Спецификация приспособления .....	64
Приложение В Спецификация инструмента .....	66

## Введение

В машиностроении технологическая подготовка производства сводится главным образом к разработке технологических процессов и их оснащению. В механической обработке актуален вопрос обработки деталей мелкосерийного производства. Это связано с применением дорогостоящего высокопроизводительного оборудования, что при малых объемах выпуска неэффективно. Обработка на универсальном оборудовании малопроизводительна.

Технологический процесс состоит из ряда этапов. Они называются технологическими операциями. Начальным этапом технологии изготовления является получение исходного сырья и подготовка его для обработки. Это относится к области металлургического производства, если говорить об изготовлении деталей из легированных углеродистых сталей и сплавов, а также чугунов [23].

После подготовки исходного сырья оно используется на заготовительном этапе в технологических процессах изготовления деталей. Заготовительный этап имеет различные технологические способы для формирования исходной заготовки. Это полуфабрикат, из которого уже удалением припусков и напусков на металлорежущих станках получают требуемые показатели, указанные на рабочей конструкторской документации.

При формировании исходной заготовки основными способами являются литье, а также обработка металлов давлением. В зависимости от типа производства эти способы могут различаться. В единичном или мелкосерийном производствах используют более простой способ свободной ковкой, где течение металла неограниченно. Поэтому форма и точность получаемых заготовок не отличаются высокой точностью, припуски на обработку значительные.

Для снижения стоимости обработки применяют более точные способы получения штамповок. Для этого необходимо использовать прессовую

оснастку. Внутри данных элементов течение металла ограничено, и форма заготовки получается более похожей на форму готовой детали. Такой процесс деформирования сопровождается значительными нагрузками, силой трения и выполняется при высоких температурах исходных полуфабрикатов. Условия работы пресс-форм являются тяжелыми. При этом из-за больших нагрузок при деформировании материалов, для повышения износостойкости для прессовой оснастки выбирают материалы с высокими физико-механическими свойствами. Кроме этого, для повышения износостойкости применяют высокую твердость поверхностного слоя. Все это делает детали прессовой оснастки с точки зрения технологии их изготовления проблемными.

Современное производство является кастомизированным. Это значит учет требований заказчика к продукции при ее проектировании. Первая ключевая задача - понять требования заказчика к рассматриваемой детали, ее характеристикам. Это включает в себя изучение технического чертежа, используемых материалов, допусков по размерам и требуемой отделки поверхности.

Далее идет выбор материала и способов изготовления детали. Необходимо определить оптимальный по свойствам материал и способы изготовления детали на всех этапах технологии. Выбор материала и способов изготовления будут варьироваться в зависимости от таких факторов, как тип детали, объем производства и стоимость обработки, включая получение заготовки.

Поэтому разработка технологического процесса изготовления детали из пресс-формы - пуансона из труднообрабатываемого материала является важной и ответственной задачей технолога.

В работе проектируется технологический процесс изготовления пуансона с использованием современных технологических методов обработки на высокоскоростных станках.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Анализ назначения детали**

Пресс-форма – это устройство, которое используется для штамповки металлических деталей. Она состоит из двух половинок, нижней и верхней, которые соединяются между собой и образуют полость для формовки заготовки.

Требования к пресс-формам относятся к материалам, компоновке, условиям работы, особенностям выполнения отдельных деталей.

Прочность и долговечность пресс-формы должны быть обеспечены конструкцией и материалами деталей. Элементы должны быть достаточно прочными, чтобы выдерживать высокие нагрузки в процессе работы, включая трение и температуры, обеспечивать долгий срок службы.

Пресс-формы должны обеспечивать высокую точность формовки деталей, чтобы избежать брака и повторять однотипные операции с заданным разбросом параметров [22].

Пресс-формы должны быть надежными и безопасными для работы, чтобы предотвратить аварии и травмы. Ресурс их работы зависит в первую очередь от характеристик формующих поверхностей и того, как они обработаны.

Принцип работы пресс-форм заключается в выполнении ряда шагов-этапов, каждый из которых имеет свои параметры.

Сначала разогретая заготовка помещается в полость формы. Пресс форма может тоже нагреваться. Затем она закрывается, половинки формы сходятся с использованием направляющих, чтобы обеспечить взаимное выравнивание пуансона и матрицы.

На заготовку оказывается давление, которое приводит к ее формовке в соответствии с контурами формы за счет пластической деформации.

Пресс открывается, половинки формы разъединяются, и готовая заготовка - штамповка извлекается.

Пресс-формы могут быть различных типов, в зависимости от их конструкции и принципа работы. Например, существуют пресс-формы для горячей штамповки, для холодной штамповки, для высокоскоростной штамповки. Каждый тип пресс-формы имеет свои особенности и применяется для определенных задач в производстве.

Пуансон работает в пресс-форме для оказания воздействия на заготовку листовой формы. Нагрузка и сила трения высокие, температура значительная.

Для выравнивания положения матрицы и пуансона используют направляющие отверстия. Для крепления дополнительных элементов отверстия резьбовые. Для выталкивателей используют точные отверстия.

Назначение – формирование листовой заготовки.

Пуансон представляет собой цилиндрический профильный с отверстиями диск.

Условия работы в графитовой смазочной среде.

Эскиз пуансона приведен на рисунке 1.

Основные конструкторские базы задают положение пуансона в пресс-форме. Это цилиндрическая шейка 6 с опорным торцом 1.

Вспомогательные конструкторские базы все отверстия. Четыре симметричных отверстия под направляющие 12. Отверстия симметричные 16 и 15 под выталкиватели. Под фиксаторы резьба 14 и отверстия 13.

Рабочей поверхностью является профильная верхняя поверхность 8, 9, 2.

Правильный выбор стали важен при изготовлении пуансонов. Сталь Х12М, являются типичным выбором для изготовления пуансонов, так как обладает высокой износостойкостью и может сохранять свою твердость при высоких температурах.

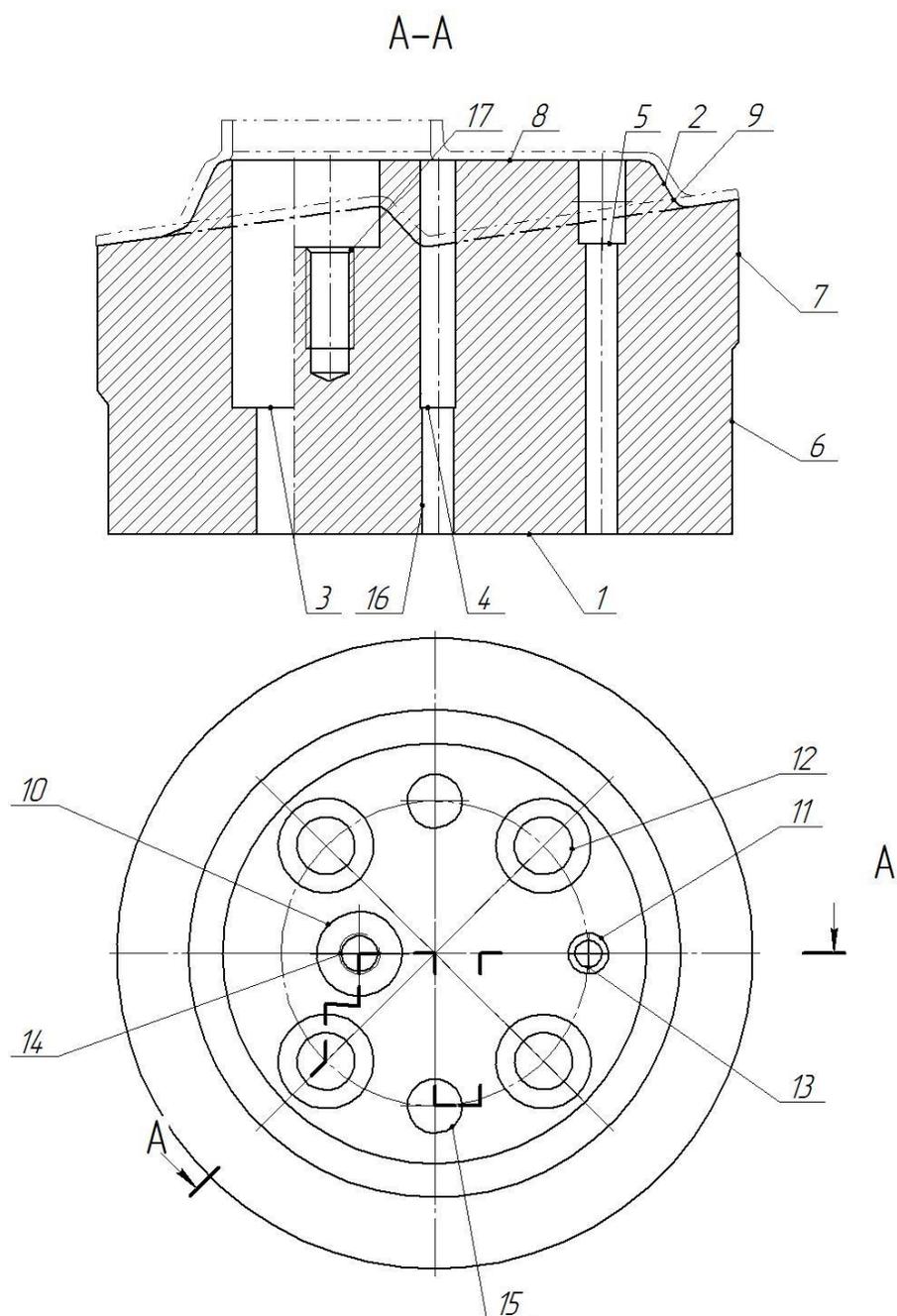


Рисунок 1 - Поверхности пуансона

Для выполнения своего служебного назначения для пуансона выбрана марка материала - легированная углеродистая сталь X12M. Она может подвергаться термической обработке для повышения твердости, долговечности и износостойкости. Это должно помочь выдерживать ударные нагрузки, значительное трение и статические нагрузки при эксплуатации, но затрудняет обработку.

### 1.3 Анализ технологичности

Изготовление пуансонов из труднообрабатываемых сталей может быть сложной задачей, но есть несколько особенностей технологии, которые могут помочь.

Добавление таких покрытий на рабочую часть, как нитрид титана (TiN), может дополнительно улучшить характеристики пуансона. Эти покрытия могут повысить износостойкость и уменьшить трение, увеличивая срок службы пуансонов. Тогда требуется дополнительная операция со специальным оборудованием [2].

Пуансон имеет ступенчатые отверстия. При этом отверстия большого диаметра точные, что затрудняет подвод режущего инструмента к данной области. Пуансон имеет высокую конструктивную жесткость, так как диаметр 182 мм, а длина 100 мм. Нужны при обработке как минимум две установки для обработки этой заготовки.

Поверхности имеют малую протяженность. Общая точность средняя за исключением отверстий. Они имеют точность по 7 качеству. Точность профильной поверхности, обрабатываемой по программе 0,01 мм. Отделка поверхности пуансонов может повлиять на производительность. Гладкие поверхности уменьшают трение и износ, благодаря чему пуансон служит дольше и работает более эффективно.

Материал X12M труднообрабатываемый. Имеет низкий уровень обрабатываемости как быстрорежущим (коэффициент 0,3), так и твердосплавным инструментом (коэффициент – 0,8). Содержание химических веществ в процентах: углерод – 1,45-1,65; кремний – 0,1-0,4; марганец – 0,15-0,45; хром – 11-12,5; ванадий – 0,15 -0,3. Материал X12M дефицитный и по своим физико-механическим свойствам соответствует служебному назначению пуансона.

Все поверхности необходимо обрабатывать, так как уровень точности не соответствует возможной точности заготовительной операции. Сама

заготовка может быть прокат, поковка и штамповка. Выбор соответствующего метода будет определяться типом производства. Заготовка может быть унифицирована. Конструктивные элементы стандартизировано и унифицированы, кроме профильной поверхности. Самым нетехнологичным элементом является фасонный профиль. Он имеет высокие требования по точности с шероховатостью Ra 0,8 мкм при твердости HRC 57..61. Прецизионная обработка необходима при изготовлении данного пуансона. Точная обработка по профильной поверхности сложной формы с высокими требованиями имеет решающее значение при изготовлении пуансонов из труднообрабатываемых сталей. Пуансон является не технологичным.

#### **1.4 Задачи работы**

Цель работы заключается в выпуске пуансона в объеме 100 деталей в год с заданными требованиями. Задачи при проектировании технологического процесса изготовления пуансона соответствуют стандартным этапам подготовки производства [11]. Выбор и проектирование заготовки. Эта задача включает в себя также определение последовательности операций, необходимых для изготовления детали, определение необходимого оборудования, оснастки и приспособлений для каждой операции. Конструкторская задача - проектирование инструмента и приспособления. Проектирование оснастки является неотъемлемой частью технологического процесса [1]. Заключительной стадией подготовки производства является создание технологических маршрутных и операционных карт, карт наладок, процедур и карт контроля и всей другой документации, необходимой для обеспечения качества конечного продукта.

Выводы по разделу

В разделе на основе анализа технологичности сформулированы задачи для проектирования технологического процесса изготовления пуансона.

## 2 Разработка технологии

### 2.1 Тип производства

При выборе типа производства в условиях ограниченной информации необходимо учитывать ряд факторов. Технические возможности производства влияют на характеристики производства. Необходимо оценить, насколько сложна деталь, какие требования к ее точности и качеству, какой материал используется. Объем производства является ключевым фактором выбора типа производства. В целом, выбор типа производства должен основываться на комплексном анализе всех вышеперечисленных факторов, а также на оценке конкретных условий и потребностей заказчика.

С учетом годового объема выпуска 100 деталей и массы пуансона пресс-формы 17,5 кг выбран мелкосерийный тип производства [14].

### 2.2 Выбор заготовки

Пуансон имеет симметричную форму с профильной верхней поверхностью. Получить штамповку для выпуска 100 деталей в год не целесообразно. Поэтому для годового объема выпуска детали - 100 штук в год можно выбрать только прокат из плиты, так как круглого проката Х12М такого размера нет [9].

Масса заготовки на основе объема описанного около детали параллелепипеда

$$M = HBl\rho, \quad (1)$$

где  $H$  – высота плиты, м;

$B$  – ширина плиты, мм;

$l$  – длина плиты, мм;

$\rho$  – плотность, кг/мм<sup>3</sup>.

Размеры заготовки – отрезка из плиты по длине и ширине принимаем увеличенным на 10 мм для припуска на обработку. Для высоты добавляем 2,5 мм на сторону. Тогда масса плиты под пуансон

$$M = 165 \cdot 165 \cdot 100 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} = 21,4 \text{ кг.}$$

Себестоимость изготовления  $C_T$  пуансона

$$C_T = C_{\text{заг.}} \cdot M + C_{\text{мех.}} \cdot (M - m) - C_{\text{отх.}} \cdot (M - m), \quad (2)$$

где  $C_{\text{заг.}}$  – стоимость исходной заготовки, руб/кг;

$C_{\text{мех.}}$  – стоимость обработки, руб/кг;

$m$  – масса пуансона, кг;

$C_{\text{отх.}}$  – цена лома, руб/кг.

Удельная стоимость резания

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (3)$$

где  $C_c$  – текущие затраты, руб/кг;

$E_n$  – коэффициент эффективности вложений;

$C_k$  – капитальные затраты, руб/кг.

Стоимость обработки

$$C_{\text{мех}} = 100,6 + 0,15 \cdot 220,13 = 140 \text{ руб/кг.}$$

Для стоимости отходов  $C_{\text{отх}} = 14 \text{ руб/кг.}$

Стоимость проката

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{пр}} \cdot h_{\phi}, \quad (4)$$

где  $C_{\text{пр}}$  – стоимость материала, руб/кг;

$h_{\phi}$  – коэффициент длины ( $h_{\phi} = 1,1$ ).

Тогда

$$C_{\text{заг}} = 600,49 \cdot 1,1 = 66,5 \text{ руб./кг.}$$

Суммируем затраты на заготовку

$$C_{\text{т.пр.}} = 21,4 \cdot 604,9 + 140 \cdot (21,4 - 17,5) - 14 \cdot (21,4 - 17,5) = 13430 \text{ руб.}$$

### 2.3 Проектирование заготовки

Расчет размеров и припусков на сложную профильную поверхность является типовым расчетом и требует использования определенных данных и методик расчета. Процесс расчета может быть описан следующим образом. Сначала идет определение основных размеров детали из рабочего чертежа детали. Необходимо знать длину, ширину и высоту детали, а также ее форму и профиль.

Определение точности изготовления поверхностей и необходимых для этого припусков. Это зависит от требований к качеству детали и ее функционального назначения.

Расчет припусков ведется на основе учета точности изготовления (допусков) и других факторов, таких как тепловые и упругие деформации заготовки, технологические особенности установки заготовки.

Разработка чертежа заготовки с учетом всех необходимых размеров и припусков.

Проверка полученных результатов на соответствие требованиям и корректировка при необходимости.

Для расчета припуска учтем коробление  $\rho_{\text{кор}}$ , которое возникает на плите

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot l, \quad (5)$$

где  $\Delta_{\text{к}}$  –коробление проката, мкм/мм;

$l$  – размер плиты, мкм.

$\Delta_k$  примем для проката обычной точности [13]

$$\rho_{кор} = 2,5 \cdot 200 = 500 \text{ мкм.}$$

По переходам коробление будет равно

$$\rho_i = k_i \cdot \rho_{заг}, \quad (6)$$

где  $k_i$  – коэффициент уточнения.

Все параметры расчета показаны в таблице 1, а сам расчет в таблице 2.

Таблица 1 – Параметры для расчета припуска, мкм

Переход	Шероховатость	Глубина дефектного слоя	Отклонения	Погрешность установки
Заготовка	120	120	233	-
Фрезерование черновое со снятием напусков	60	60	14	150
Фрезерование чистовое	40	40	12	60
Фрезерование тонкое	5	5	10	8

Таблица 2 - Расчет размеров

Переход	Допуск, мкм	Размер, мм		Припуск, мкм	
		$L_{min}$	$L_{max}$	$2z_{min}^{np}$	$2z_{max}^{np}$
Заготовка	1	92,6	93,6	-	-
Фрезерование черновое со снятием напусков	0,25	91,533	91,783	1	1,8
Фрезерование чистовое	0,062	91,17	91,232	0,363	0,557
Фрезерование тонкое	0,025	90,975	91	0,185	0,222

Схема припусков показана на рисунке 2.

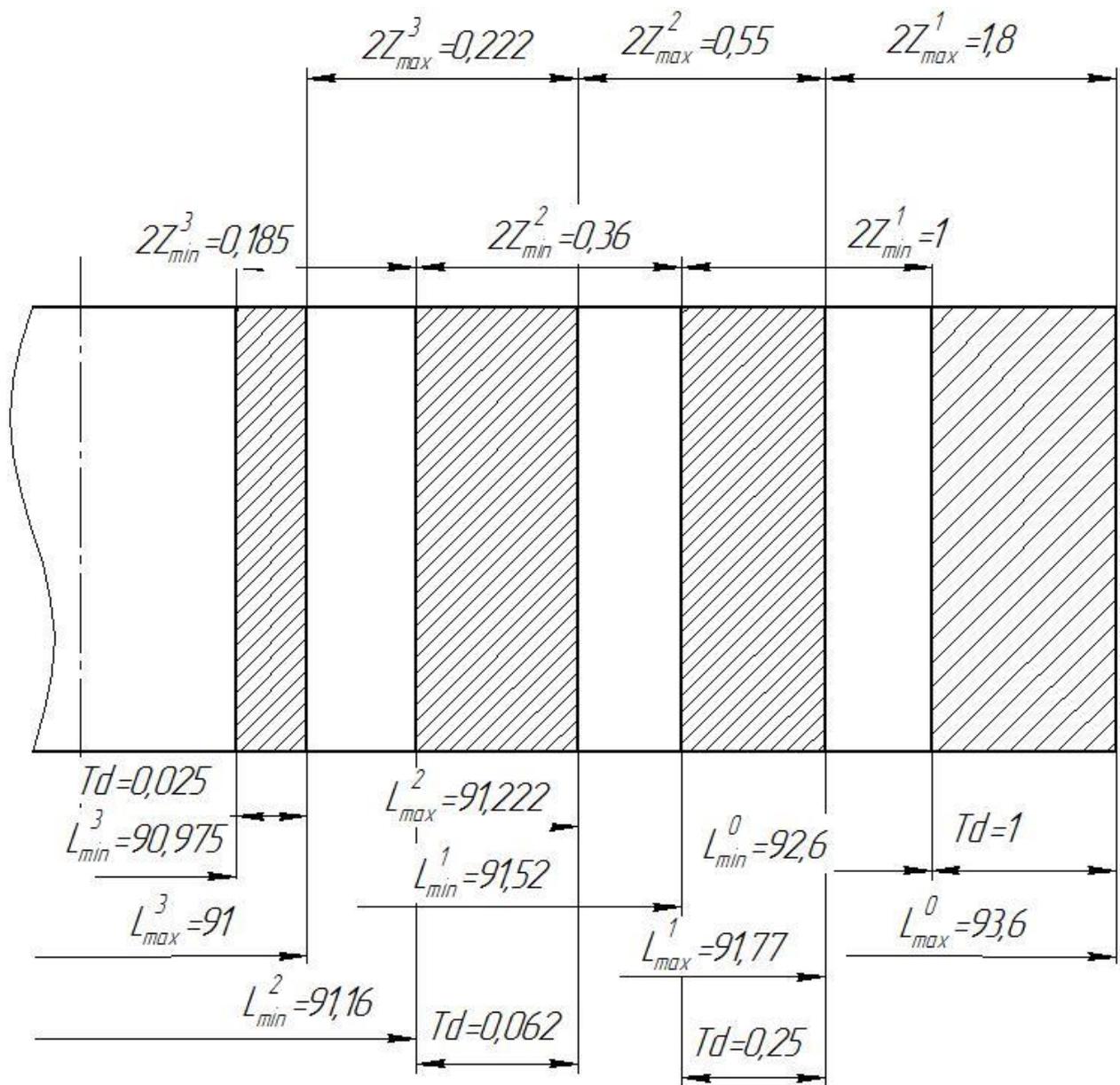


Рисунок 2 - Схема припусков

Первый переход связан со снятием напуска. Поэтому верхняя и нижняя плоскость будут обрабатываться со 100 мм у плиты до 91,8 мм для чернового фрезерования. Получается разность размеров 8,2 мм. Для глубины резания в 1 мм на проходе необходимо выполнить 9 проходов. Поэтому расчетные размеры определяем с учетом 5 проходов по верхней плоскости и 4 по нижней.

## **2.4 Выбор технологических баз**

Особенность установки заготовки на операции заключается в том, что первоначальная форма пуансона квадратная. После снятия основного напуска формируется уже цилиндрическая форма. Из-за этого базирование по центру заготовки должно поменяться [20].

Деталь устанавливается как диск. Установочная база с тремя точками на торце. Двойная опорная база по осевой линии.

На первом переходе базирование осуществляется по четырем сторонам при помощи четырех кулачков. Далее при обработке, после формирования цилиндрической поверхности, установка переносится на трех кулачковый патрон.

На рисунке показана схема базирования для квадратной заготовки, а на рисунке 4 - цилиндрической.

## **2.5 Разработка маршрута**

Анализ технологичности пуансона из материала X12M со сложной профильной поверхностью показал возможности изготовления данной детали в мелкосерийном производстве. Для начала необходимо провести анализ свойств материала X12M, который является высоколегированной сталью с высокими механическими свойствами и устойчивостью к коррозии. Это и позволяет использовать его для изготовления таких сложных деталей, таких как пуансон с профильной поверхностью [5].

Однако изготовление такой детали может представлять определенные трудности. Профильная поверхность требует высокой точности формовки, что не может быть обеспечено в мелкосерийном производстве на заготовительном этапе. Также необходимо учитывать, что производство такой детали может потребовать большого количества переходов, что может увеличить время производства и стоимость изделия [10].

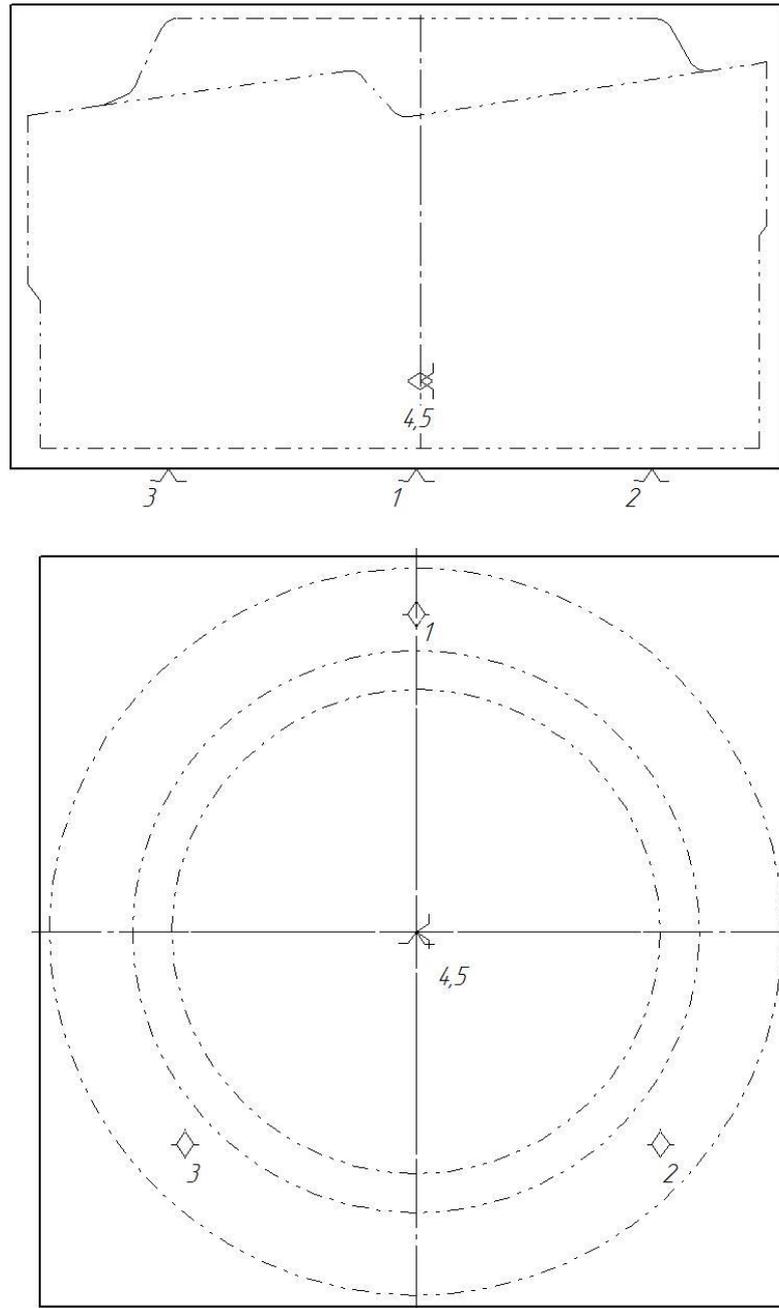


Рисунок 3 – Схема базирования плиты

Выбор технологических переходов для обработки пуансона зависит от многих факторов. Это материал детали, ее форма и размеры, требования к точности и качеству поверхности, а также доступность и возможности используемого оборудования [7].

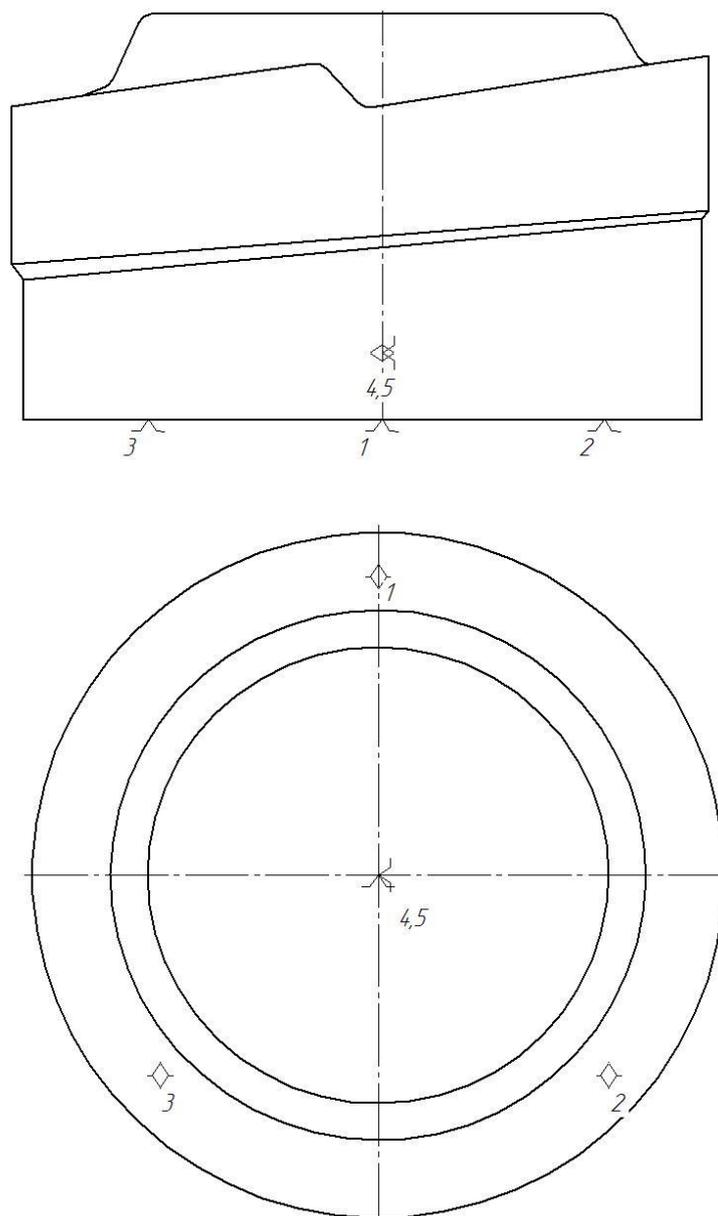


Рисунок 4 – Схема базирования пуансона

Использование современного оборудования и инструментов для обработки детали позволяет достичь высокой точности и качества поверхности, а также снизить время и затраты на производство.

Выбор оптимальной технологии обработки находится в зависимости от материала детали и ее формы. Например, для обработки закаленных материалов может использоваться твердое фрезерование или точение, шлифование, а для материала до упрочнения вся номенклатура лезвийных

методов обработки. В данном случае закалка проводится после всей лезвийной обработки.

Учет особенностей формы и размеров детали при выборе технологических переходов. Например, для обработки сложного профиля должен использоваться инструмент с определенными углами наклона режущих кромок или радиусами закруглений. Установка необходимых припусков на деталь с учетом технологических особенностей обработки выполнена в подразделе 2.3. Контроль качества обработки и корректировка технологии при необходимости позволяет избежать ошибок и повторной доработки детали.

В целом, выбор технологических переходов для обработки пуансона требует учета качества и шероховатости. Переходы даются в таблице 3.

Таблица 3 – Выбор переходов

Поверхность	IT	Ra	Маршрут (шероховатость Ra, мкм)
Плоскость установочная	12	6,3	Ф(12,5)- Фч(6,3) – ТО
Отверстие направляющее диаметром 17 на 28 мм	12	6,3	С(6,3)- Ц(3,2) –ТО
Отверстие для фиксации диаметром М12 на 25 мм	7	0,8	С(6,3) – Ц(1,25) – Цч(0,8) – НР – ТО
Отверстие направляющее диаметром 16 на 17 мм	12	0,8	С(6,3) – Ц(1,25)- Цч(0,8) – ТО
Отверстие направляющее диаметром 8 на 12 мм	7	0,8	С(6,3) – Ц(1,25)- Цч(1,6)-ТО
Наружная цилиндрическая	12	6,3	Ф(12,5) – Фч(6,3)- ТО
Фасонная	12	0,8	Ф(12,5) – Фч(3,2)- Фт(0,8)- ТО
Примечание: Ф – фрезерование черновое; Фч – фрезерование чистовое; Фт – фрезерование тонкое; С – сверление; ТО – термообработка; НР – нарезание резьбы; Ц – цекование; Цч – цекование чистовое			

Для технологии надо выбрать оборудование, чтобы сформировать операции. Современные станки имеют ряд особенностей, которые обеспечивают высокую точность и производительность при обработке. Использование автоматизированного управления позволяет программировать

станок для выполнения сложных переходов. В данном случае необходимо сформировать фасонный профиль. ЧПУ позволяет обеспечить высокую точность и повторяемость переходов.

Снижение вспомогательного времени за счет автоматической смены инструментов, которая позволяет быстро переключаться между различными переходами без необходимости остановки станка и расширяет технологические возможности станка. Высокоскоростные шпиндели позволяют обрабатывать материалы с высокой скоростью и точностью, повышая производительность и изменяя механизм резания [13]. Переходы по операциям даны в таблице 4.

Таблица 4 –Технологический маршрут

Операция	Станок	переходы	Точность и шероховатость
1	2	3	4
000 Заготовительная	Отрезной станок	Распил плиты	Точность 13 квалитет, шероховатость Ra 20 мкм
005 Многоцелевая	Вертикальный фрезерный пяти осевой центр с ЧПУ SLT 800UX5	Фрезерование черновое напусков по плоскости	12 квалитет, Ra 6,3 мкм
		Фрезерование черновое по контуру	12 квалитет, Ra 6,3 мкм
		Фрезерование черновое напусков по плоскости	12 квалитет, Ra 6,3 мкм
		Фрезерование черновое по контуру	12 квалитет, Ra 6,3 мкм
		Фрезерование чистовое по контуру	9 квалитет, Ra 3,2 мкм
		Фрезерование тонкое по контуру	7 квалитет, Ra 0,8 мкм
		Сверление 9 мм на длину 91 мм	11 квалитет, Ra 6,3 мкм
		Цекование диаметра черновое 11 мм на глубину 20 мм	9 квалитет, Ra 3,2 мкм
		Цекование диаметра чистовое 12 мм на глубину 20 мм	7 квалитет, Ra 1,6 мкм
		Сверление 14 мм на длину 91 мм	11 квалитет, Ra 6,3 мкм

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
		Цекование диаметра 17 мм на глубину 60 мм	10 квалитет, Ra 3,2 мкм
		Зенкерование диаметра чистовое 15 на длину 31 мм	9 квалитет, Ra 2,5 мкм
		Развертывание диаметра чистовое 16 на длину 31 мм	7 квалитет, Ra 0,8 мкм
		Сверление 10 мм на длину 60 мм	11 квалитет, Ra 6,3 мкм
		Цекование диаметра черновое 24 мм на глубину 20 мм	9 квалитет, Ra 3,2 мкм
		Цекование диаметра чистовое 25 мм на глубину 20 мм	7 квалитет, Ra 0,8 мкм
		Нарезание резьбы М12 на длину 25 мм	8 класс точности, Ra 3,2 мкм
		Сверление 17 мм на длину 9 мм	11 квалитет, Ra 6,3 мкм
		Цекование диаметра черновое 28 мм на глубину 61 мм	9 квалитет, Ra 3,2 мкм
010 Слесарная	Стол	Убрать заусенцы	-
015 Термическая	Печь	Закалка	HRC 51-97
020 Моечная	Моечная камера	Мойка	-
025Контрольная	Стол	Контроль	-

Данные переходы обеспечиваются соответствующим оснащением.

## 2.5 Выбор средств оснащения

Для подбора приспособлений, инструмента и контрольно-измерительных приспособлений необходимо учитывать ряд факторов.

Приспособления должны обеспечить схемы базирования, заданные силы зажима, надежность закрепления и быстроедействие. Желательно также удобство в работе.

Режущий инструмент должен реализовать запланированный переход, а также стойкость за счет правильного выбора материала режущей части.

Контрольно-измерительные приспособления должны иметь достаточную точность для контроля параметров детали (не более 0,1 допуска размера). Контрольно-измерительные приспособления должны соответствовать форме и размерам детали. Необходимо учитывать параметры производственного процесса, такие как производительность и объем контрольной выборки, вид контролируемого параметра и вид поверхности. Выбранное оснащение приведено в таблице 5.

Таблица 5 - Средства оснащения

Операция	Станок	Приспособление	Инструмент	Измерительное средство
1	2	3	4	5
000 Заготовительная	Круглопильный автомат 8Г642	Тиски ГОСТ 21168-75	3420-0359 Пила ВК6 ГОСТ 9769-79	Линейка ГОСТ 427-75
005 Фрезерная	Вертикальный фрезерный пяти осевой центр с ЧПУ SLT 800UX5	Патрон 7102-0028 ГОСТ 24351-80	01.2.059.000-01 Фреза диаметр125, z=8 ВК8 ТУ 2-035-874-82; 2223-5641 Фреза диаметр16, z=4 Т15К6 ГОСТ 24637-81; 2844-0747 Фреза диаметр16, z=24 ВК8 ГОСТ 18946-73; 2301-3797 Сверло P18 ГОСТ 10903-77; 2350-0667 Цековка P6M5 ГОСТ 26258-87; 2350-0672 Цековка P6M5 ГОСТ 26258-87; 2350-0796 Цековка P6M5 ГОСТ 26258-87; 2320-0033 Зенкер диаметр16 ВК8 ГОСТ 3231-71; 2301-0840 Сверло	Штангенциркуль ШЦК-I-250-0,02 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
005 Фрезерная	Вертикальный фрезерный пяти осевой центр с ЧПУ SLT 800UX5	Патрон 7102-0028 ГОСТ 24351-80	диаметр10 Р6М5 ГОСТ 19546-74; 2350-0719 Цековка Р6М5 ГОСТ 26258-87; 2629-2076 Метчик ГОСТ 17928-72; 2350- 0717 Цековка Р6М5 ГОСТ 26258-87; 2350- 0722 Цековка Р6М5 ГОСТ 26258-87	Микрометр МГ Н25 ГОСТ 6507- 90; Скоба ГОСТ 11098- 75
010 Слесарная	Стол	Тиски ГОСТ 21168-75	2826-0012 Надфиль АН 125/100 ГОСТ 23461-84	-
015 Термическ ая	Печь	-	-	-
020 Моечная	Моечная камера	-	-	-
025Контро льная	Стол	-	-	ШЦК-І-250- 0,02 ГОСТ 166-89; Микрометр МГ Н25 ГОСТ 6507- 90; Скоба ГОСТ 11098- 75

Средства оснащения соответствуют типу производства.

## 2.7 Проектирование операции

Оборудование токарно-фрезерных станков системами числового программного управления (ЧПУ) обеспечивает возможность обработки сложно профильных заготовок, точность и производительность операций [16].

Припуск - глубина резания  $t$ , мм – рассчитана в подразделе 2.3.

Подача  $S$  [17] на фрезерных переходах выбирается на зуб в зависимости от типа фрезы, характера обработки, инструментального материала и материала заготовки (0,132 мм/зуб). Умножив ее на количество зубьев фрезы (таблица 5), определяется подача на оборот инструмента (1,06 мм).

«Скорость резания при фрезеровании

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (7)$$

где  $C_v, m, x, y, q, u, p$  - параметры для условий обработки, отличающихся от базовых;

$T$  – принятый период стойкости, мин;

$t, S_z$  – выбранные глубина резания и подача, мм;

$B$  – ширина обрабатываемой заготовки, мм;

$Z$  – число зубьев;

$K_v$  – коэффициент» [14].

Он находится как

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (8)$$

где  $K_{mv}$  - учитывает прочностные свойства материала;

$K_{pv}$  – коэффициент обрабатываемой поверхности;

$K_{iv}$  – учитывает материала режущей части.

Для материала X12M

$$K_{mv} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v}, \quad (9)$$

где  $n_v$  - показатель для метода обработки.

Для материала заготовки

$$K_{mv} = 0,95 \left( \frac{190}{230} \right)^{0,55} = 0,85.$$

С учетом остальных коэффициентов

$$K_v = 0,85 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77.$$

Тогда скорость

$$V = \frac{445 \cdot 125^{0,2}}{30^{0,2} \cdot 2,5^{0,3} \cdot 0,132^{0,2} \cdot 100^{0,2} \cdot 8^0} \cdot 0,77 = 207 \text{ мм/мин.}$$

Обороты инструмента равны:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (10)$$

где  $V$  – скорость из формулы (5), м/мин;

$D$  - диаметр, мм.

Результат

$$n = \frac{1000 \cdot 207}{3,14 \cdot 125} = 527 \text{ мин}^{-1}.$$

Для минутной подачи:

$$S_m = S \cdot n. \quad (11)$$

Результат вычислений

$$S_m = 1,06 \cdot 527 = 558 \text{ мм/мин.}$$

Для фрезерования сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n_{\text{ст}}^\omega} \cdot K_{\text{мр}}, \quad (12)$$

где  $C_p$  – коэффициент условий обработки;

$x, y, n, u, q, \omega$  – показатели условий обработки;

$K_{\text{мр}}$  – коэффициент на материал заготовки и инструмента.

Коэффициент

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n. \quad (13)$$

где  $n$  – показатель степени.

После подстановки показателя для фрезерования равного 0,4.

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{230}{190}\right)^{0,4} = 1,1.$$

$$K_p = 1,1 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,96.$$

Для перехода с наибольшими значениями припуска и подачи

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,5^1 \cdot 0,132^{0,75} \cdot 100^{1,8}}{125^{1,3} \cdot 527^{0,2}} \cdot 0,96 = 1861 \text{ Н.}$$

Мощность:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (14)$$

Результат

$$N = \frac{1861 \cdot 207}{1020 \cdot 60} = 6,3 \text{ кВт.}$$

Условие допуска по мощности:

$$N_e \leq N_n \cdot \eta, \quad (15)$$

где  $N_n$  – паспортная мощность привода, кВт ;

$\eta$  – коэффициент полезного действия.

Принимаем коэффициент полезного действия 0,95. Тогда после сравнения

$$5,4 \leq 15 \cdot 0,95 = 13,5.$$

Остальные режимы аналогичные и занесены в таблицу 6 и в маршрутную карту, представленную в приложении А в таблице А.1.

Подробные сведения по операциям приведены в операционной карте в таблице А.2 в приложении А.

Таблица 6 - Режимы резания

Переход	D или B	L	t	i	s	n	v
Фрезерование черновое напусков по плоскости	80	155	2,5	8	0,132	527	207
Фрезерование черновое по контуру	16	132	1	3	0,111	1048	52,7
Фрезерование чистовое по контуру	16	132	0,2	1	0,142	923	46,4
Фрезерование тонкое по контуру	16	132	0,1	1	0,142	1036	52,1
Сверление 8 мм на длину 91 мм	8	30	4	1	0,576	266	11,7
Цекование диаметра черновое 11 мм на глубину 20 мм	11	30	2,5	1	0,2	125	7,1
Цекование диаметра чистовое 12 мм на глубину 20 мм	12	30	2,5	1	0,2	125	7,1
Цекование диаметра 10,5 мм на глубину 60 мм	10,5	30	2,5	1	0,2	125	7,1
Зенкерование диаметра чистовое 9 на длину 31 мм	9	34	1	2	0,763	262	13,2
Развертывание диаметра чистовое 9,2 на длину 31 мм	9,2	31	0,5	2	0,8	299	15
Сверление 10 мм на длину 60 мм	10	65	5	1	0,263	270	8,5
Цекование диаметра черновое 24 мм на глубину 20 мм	18	30	2,5	1	0,2	125	7,1
Цекование диаметра чистовое 25 мм на глубину 20 мм	18	30	5	1	0,829	83	6,8
Нарезание резьбы М12 на длину 25 мм	12	28	0,68	1	1,25	265	10
Сверление 17 мм на длину 91 мм	17	91	8,5	4	0,25	412	22
Цекование диаметра черновое 28 мм на глубину 61 мм	18	30	2,5	4	0,2	125	7,1

Также информация переносится в технологическую наладку [15].

Штучно-калькуляционное время

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}. \quad (16)$$

где  $n$  – партия запуска (236 детали).

$T_{п-з}$  - время подготовительное – заключительное, мин.

$T_{шт}$  – штучное время, мин.

Последнее

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от}, \quad (17)$$

«где  $T_o$  – время основное, мин;

$T_v$  – время вспомогательное, мин;

$T_{об}$  – время обслуживания, мин;

$T_{от}$  – время отдыха» [8].

Основное время зависит от длины переходов (рисунки 5-8).

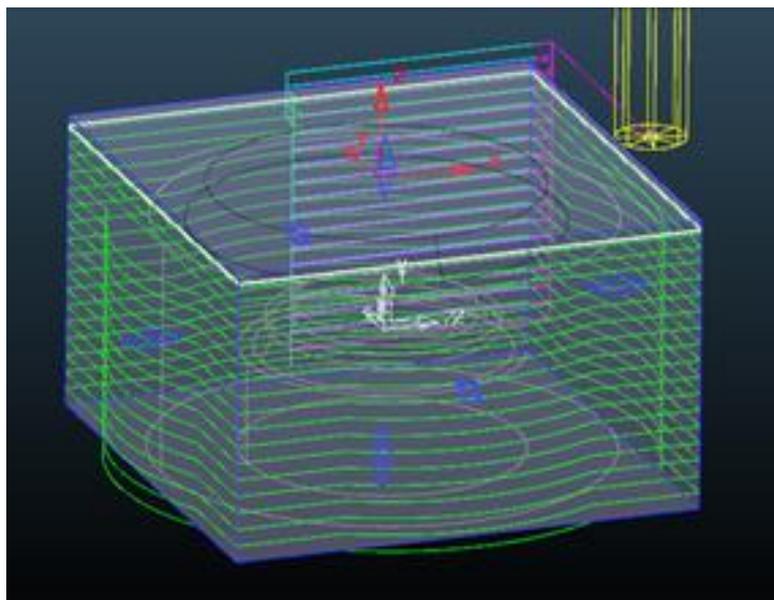


Рисунок 5 – Схема движения концевой фрезы

Они формируются в соответствии со сложной программой движения в системе САПР ТП Power Mill.



Рисунок 6 – Статистика движения концевой фрезы

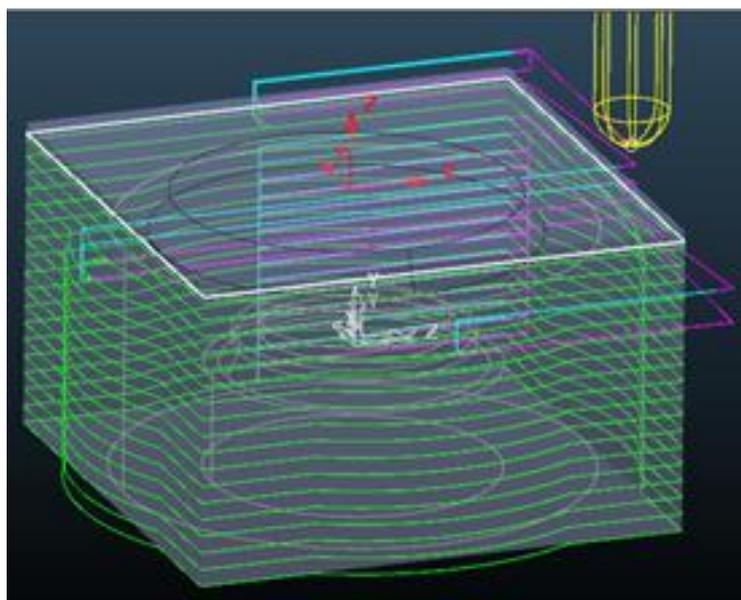


Рисунок 7 – Схема движения концевой закругленной фрезы



Рисунок 8 – Статистика движения концевой закругленной фрезы

Как видно, использование фрезы с закругленной рабочей частью позволяет провести обработку верхнего фланца профильной поверхности.

«Основное время:

$$T_0 = \frac{l_1 + l_p + l_2}{S_{\text{мин}}}, \quad (18)$$

где  $l_1$  – быстрый подвод, мм;  
 $l_p$  - длина резания, мм;  
 $l_2$  - перебег, мм;  
 $S_{\text{мин}}$  - подача, мм/мин» [12].

$$T_0 = \frac{(15+45+5) \cdot 1}{363} = 0,14 \text{ мин.}$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 7.

Время вспомогательных переходов

Таблица 7 – Основное время

Переход	T <sub>о</sub> , мин
Фрезерование черновое напусков по плоскости	3,3
Фрезерование черновое по контуру	14
Фрезерование чистовое по контуру	6,3
Фрезерование тонкое по контуру	7,3
Сверление 9 мм на длину 91 мм	1,8
Цекование диаметра черновое 11 мм на глубину 20 мм	0,8
Цекование диаметра чистовое 12 мм на глубину 20 мм	0,8
Сверление 14 мм на длину 91 мм	0,6
Цекование диаметра 17 мм на глубину 60 мм	2,4
Зенкерование диаметра чистовое 15 на длину 31 мм	0,32
Развертывание диаметра чистовое 16 на длину 31 мм	0,26
Сверление 10 мм на длину 60 мм	0,85
Цекование диаметра черновое 24 мм на глубину 20 мм	0,8
Цекование диаметра чистовое 25 мм на глубину 20 мм	0,8
Нарезание резьбы М12 на длину 25 мм	0,08
Сверление 17 мм на длину 9 мм	4,4
Цекование диаметра черновое 28 мм на глубину 61 мм	4,9

$$T_B = (T_y + T_{и} + T_{у.} + T_{з.}) \cdot k_T, \quad (19)$$

«где T<sub>y</sub> – время, связанное с включением и выключением станка, мин;

T<sub>и</sub> - время на измерения отклонений, мин;

T<sub>у.</sub> - время установки;

T<sub>з.</sub> - время зажима;

k<sub>T</sub>- учитывает меньшую механизацию и автоматизация

мелкосерийного производства» [21].

Для расчета примем k<sub>T</sub> равным 2,1. Тогда для 17 переходов и трех установов общее время составит

$$T_B = (17 \cdot 0,02 + 17 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,12 + 3 \cdot 0,2) \cdot 2,1 = 11,7 \text{ мин.}$$

Время обслуживания станков

$$T_{об} = (T_o + T_B) \cdot \frac{\alpha}{100}. \quad (20)$$

где α – коэффициент обслуживания.

Время на отдых

$$T_{от} = (T_o + T_v) \cdot \frac{\beta}{100}, \quad (21)$$

где  $\beta$  – коэффициент отдыха.

После подстановки

$$T_{об} = 61,41 \cdot \frac{6}{100} = 3,7 \text{ мин.}$$

$$T_{от} = 61,41 \cdot \frac{5}{100} = 3,1 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 61,41 + 3,7 + 3,1 = 68,2 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = \frac{45}{2} + 68,2 = 90,7 \text{ мин.}$$

Выводы по разделу

Для объема выпуска в количестве 100 деталей в год и массе 17,5 кг выбран мелкосерийный тип производства. Для мелкосерийного типа производства выбрана исходная заготовка из листового проката. После отрезки выполняется черновая обработка по контуру со снятием напусков для формирования общего контура детали. В качестве оборудования используется автоматизированный фрезерно-сверлильно-расточной станок. На нем заготовка устанавливается в патроне с заменяемыми кулачками. Это позволяет обеспечить установку заготовки на станке при значительном изменении ее формы. На операции выполняется чистовое и тонкое фрезерование, обработка осевым инструментом ступенчатых высокоточных отверстий. Для удаления дефектов после механической обработки используется слесарная операция. После термообработки предусматривается моечная и контрольная операции.

### 3 Разработка оснастки

#### 3.1 Проектирование приспособления

Для проектирования оснащения необходимо сформировать исходные данные по операции (рисунок 9).

Они включают в себя сведения об оборудовании и соответствующих посадочных элементах данного станка [24].

Силу фрезерования рассчитываем по формулам

$$P_h = 0,3P_z . \quad (22)$$

$$P_v = 0,85P_z . \quad (23)$$

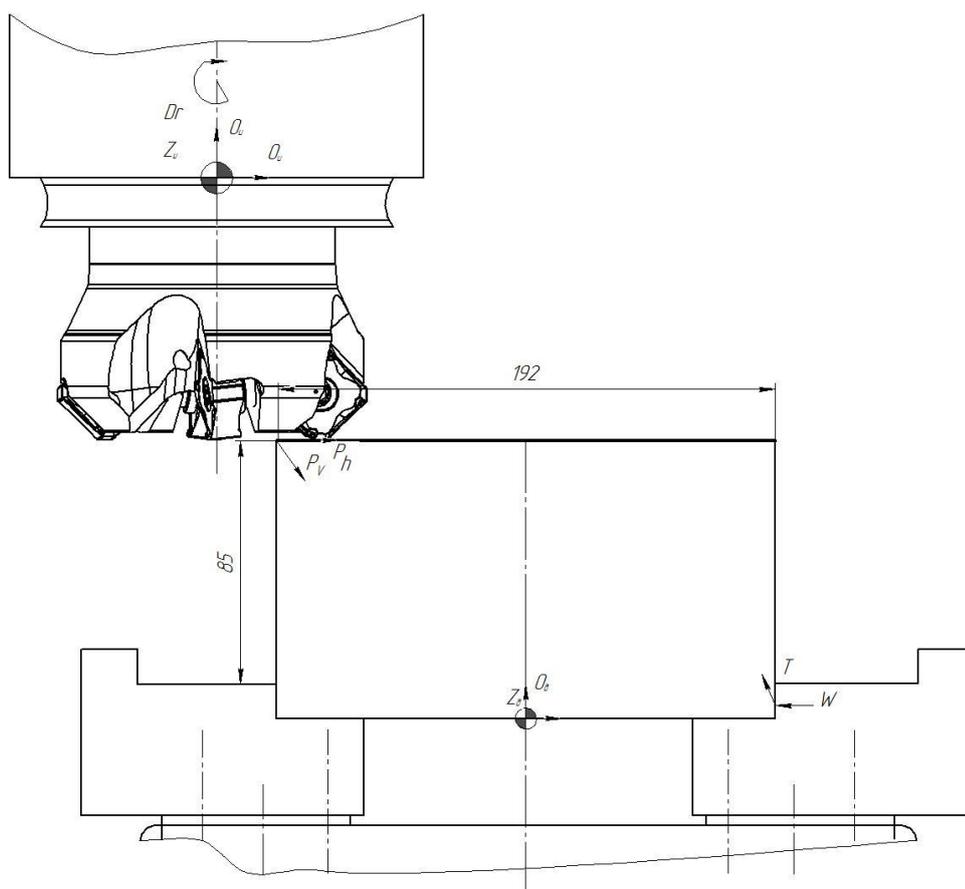


Рисунок 9 -Схема сил резания и зажима при сверлении

Сида зажима ищется из двух условий. Первое –  $W$  должно быть больше  $P_h$  с учетом коэффициента безопасности. Второй – из условия

$$W = \frac{k \cdot (P_v \cdot l_1 + P_h \cdot l_1)}{f \cdot l_2}, \quad (24)$$

«где  $k$  – коэффициент безопасности;

$P_h$  – горизонтальная сила резания, Н;

$P_v$  – вертикальная сила резания, Н;

$l_{1,2}$  – плечо действия сил резания и силы закрепления, м;

$f$  – коэффициент трения» [4].

«Коэффициент безопасности

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (25)$$

где  $k_0$  – базовый коэффициент;

$k_1$  – коэффициент непостоянства сил резания;

$k_2$  – коэффициент для износа;

$k_3$  – коэффициент для ударного резания;

$k_4$  – коэффициент зажима ручного и механизированного;

$k_5$  – коэффициент удобства для ручного зажима;

$k_6$  – коэффициент базирования» [16].

$$P_h = 0,3 \cdot 1861 = 558 \text{ Н},$$

$$P_v = 0,85 \cdot 1861 = 1582 \text{ Н}.$$

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,28.$$

$$W = \frac{2,5 \cdot (558 + 1582) \cdot 0,085}{0,3 \cdot 0,195} = 7773 \text{ Н}.$$

Выбираем для расчета данное значение. С учетом потерь на трение

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (26)$$

«где  $W$  - исходная расчетная сила, Н;  
 $l_k$  – плечо до места действия  $W$ , м;  
 $H_k$  – длина направляющей, м;  
 $f_l$  - коэффициент трения» [4].

$$W_1 = \frac{7773}{1 - \left( \frac{80}{110} \cdot 0,08 \right)} = 8269 \text{ Н.}$$

Исходное усилие

$$Q = \frac{W_1}{i_C}, \quad (27)$$

где  $i_C$  – передаточное отношение.

Рычажный механизм с соотношением плеч рычага  $l_1$  и  $l_2$  по [19]. Для компоновочной схемы  $i_C$  примем 1,25.

$$Q = \frac{8269}{1,25} = 6615 \text{ Н.}$$

Диаметр поршня

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P \cdot \eta}} \quad (28)$$

где  $P$  – давление, МПа;

$\eta$  - коэффициент полезного действия.

Для пневматики примем  $P = 0,4$  МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{6615}{0,95 \cdot 0,4}} = 149 \text{ мм.}$$

Принимаем 150 мм, так как диаметр полученного поршня вписывается в компоновку привода патрона.

Погрешность рычажного механизма

$$\Delta_{\varepsilon} = \sqrt{\sum_{i=1}^n TA^2}, \quad (29)$$

где  $TA$  – допуск, мм.

Погрешность

$$\Delta_{\varepsilon} = \sqrt{0,01^2 + 0,006^2 + 0,008^2 + 0,012^2} = 0,019 \text{ мм.}$$

Трех кулачковый самоцентрирующий патрон предназначен для закрепления заготовки пуансона на операции по ее обработке на многоцелевом станке [23].

Патрон состоит из силового привода зажима. Он включает в себя силовой привод 1 с муфтой, которая обеспечивает подвод рабочей среды при вращении стола с заготовкой. Шток силового привода 1 через резьбовую тягу 2 соединяется с центральной осью 3. Шейкой большего диаметра эта ось 3 входит в центральное отверстие корпуса 5. От поворота в нем она удерживается при помощи направляющего штифта 4. Он перемещается по сквозному пазу в корпусе 5. Этот корпус 5 имеет три паза, в которых установлены на осях 8 поворотные рычаги 9. Плоскость, прилегающая к столу, закрывается защитной пластиной 6. Она при помощи винтов 7 крепится на корпусе 5. Поворотные рычаги 9 одним плечом входят в сквозной паз оси 3, а другим входят в паз постоянных кулачков 10. Через шпонку 16, которая винтом 14 крепится на постоянном кулачке 10, происходит установка сменного кулачка 11. Каждый такой кулачок винтами 14 закрепляется на постоянных кулачках 10. Для защиты трущихся механизмов, расположенных внутри корпуса 5, используется крышка 12, закрепленная винтами 15.

Патрон работает следующим образом. После закрепление сменных кулачков 11 в заданном положении, происходит установка заготовки пуансона. После этого давление подается в верхнюю полость силового узла 1. Это приводит к движению тяги 2 и оси 3 вниз. Рычаги 9 поворачиваются по часовой стрелке. Происходит сближение кулачков и закрепление

заготовки. После подачи давления в нижнюю полость узла 1 и движения в центральном отверстии оси 3 вверх, рычаги 9 поворачиваются против часовой стрелки. Происходит раскрепление заготовки.

### 3.2 Проектирование инструмента

Для обработки фасонной поверхности выберем концевую фрезу с закругленной рабочей частью.

Для расчета концевой сборной фрезы с закругленной режущей частью из Т15К6 необходимо выполнить следующие шаги:

1. Определить диаметр фрезы ( $d$ ) и закругления ее режущей части ( $r$ ). Выбираем  $d$  20 мм. Радиус профильной части 10 мм.
2. Вычислить радиус кривизны режущей кромки ( $R$ ) по формуле:

$$R = \frac{d}{2} + r, \quad (30)$$

где параметры определены в подпункте 1.

$$R = \frac{20}{2} + 10 = 20 \text{ мм.}$$

3. Найти угол резания ( $\alpha$ ), который определяется из условия минимальной толщины стружки ( $h$ ). Для этого используют формулу:

$$\sin \left( \frac{\alpha}{2} \right) = (h / D) \cdot 2. \quad (31)$$

$$\sin \left( \frac{\alpha}{2} \right) = \left( \frac{2}{20} \right) \cdot 2 = 0,2.$$

$$\alpha = 22.$$

4. Определить число зубьев  $z$  фрезы по формуле:

$$z = (D \cdot \pi) / (t \cdot \cos (\alpha / 2)) \quad (32)$$

где  $t$  - шаг зубьев.

$$z = \frac{20 \cdot \pi}{20 \cdot \cos\left(\frac{22}{2}\right)} = 3,1.$$

Примем два зуба для технологичности конструкции.

5. Выбрать материал фрезы и подобрать оптимальный режим резания в зависимости от свойств материала заготовки и условий обработки. Выбираем T15K6 [18].

6. Рассчитать основной угол фрезы по формуле:

$$\beta = (180 - \alpha)/2. \quad (33)$$

$$\beta = \frac{180 - 22}{2} = 79^\circ.$$

7. Передний угол  $\gamma$   $10^\circ$ .

8. Необходимый размер хвостовика фрезы приведен на листе (диаметр примем 32 мм) из стали 40Х.

Важно отметить, что для получения качественной обработки материала, повышения стойкости необходимо проводить регулярную проверку точности фрезы по биению режущих пластин и контролировать усилие затяжки крепления пластин.

Выводы по разделу

Для надежного и точного закрепления пуансона на операции предлагается разработанный патрон со сменяемыми кулачками. Также спроектирован режущий инструмент - сборная фреза с закругленной режущей частью для обработки профильной поверхности с высокими требованиями. Спецификации по оснастке в таблице Б.1 приложения Б и в таблице В.1 приложения В.

#### **4 Экологичность и безопасность проекта**

Раздел направлен на обеспечение условий труда, безопасность и экологичности проектируемой технологии изготовления пуансона. Последовательность работ в разделе берется из [3].

Объект анализа следующий. Заготовка получается отрезкой на круглопильном автомате 8Г642 с зажимом в тисках по ГОСТ 21168-75 и использовании пилы из материала ВК6 ГОСТ 9769-79. При изготовлении пуансона из труднообрабатываемого материала Х12М на участке используется многоцелевой вертикальный фрезерный пяти осевой центр с ЧПУ SLT 800UX5. На нем выполняются множество технологических переходов на нескольких станках. Это обеспечит концентрацию переходов. Переходы включают в себя фрезерование инструментами разных типов (торцовая и концевая фреза), обработка отверстий осевым инструментом (сверление, Зенкерование, цекование, нарезание резьбы). Также используется слесарная обработка ручным инструментом с последующим выполнением контрольно-измерительных работ. Исполнителями являются рабочий оператор на станке с ЧПУ, слесарь и контролер. Термообработка проводится в другом (термическом цехе).

В качестве охлаждающей жидкости используется эмульсия с добавлением антифрикционных антикоррозионных добавок. С учетом скорости резания на спроектированной операции необходимо использовать СОЖ с тепло отводящими и антифрикционными характеристиками.

С учетом описанного объекта анализа набор вредных и опасных производственных факторов будет следующий.

Все они относятся к двум станкам: отрезному и многоцелевому. Это «движущиеся части станка, передвигающие изделия и заготовки, высокая температура поверхности обрабатываемой детали, повышенное напряжение в электроцепи, отлетающая стружка, пылевые частицы обрабатываемого материала, осколки режущего инструмента, запыленность и загазованность

воздуха рабочей зоны, парообразование и газообразование, высокий уровень шума и вибрации, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока, физические перегрузки, перенапряжение зрения, монотонность труда, болезнетворные микробы при работе с СОЖ» » [3].

Для защиты рабочего на станке от вредных факторов необходимо использовать соответствующие средства индивидуальной защиты (СИЗ), а также соблюдать правила техники безопасности при работе на станке.

Для защиты глаз необходимо использовать экран с закаленным стеклом, а также надевать защитные очки. Для защиты органов дыхания следует использовать респиратор или маску, а для защиты слуха - наушники или антишумовые насадки.

Также необходимо следить за состоянием оборудования и правильно настраивать его перед началом работы. Проверять правильность зажима заготовки, точность и надежность крепления инструмента, наличие и состояние защитных кожухов на движущихся частях станка.

Кроме того, важно соблюдать правильную постановку ног при работе на станке, не наклоняться над рабочей зоной, не надевать свободную одежду (только специальную).

Необходимо установить и использовать систему вентиляции и кондиционирования воздуха, чтобы обеспечить поступление свежего воздуха в рабочей зоне и поддерживать комфортную температуру. Использовать в системе кондиционирования фильтры для очистки воздуха от пыли и других загрязнений.

Использовать изоляционный материал на стены и потолок цеха, чтобы сохранять тепло и избегать потерь тепла через стены. Данный материал может выполнять функцию шумоизолятора при акустической обработке помещения.

Использование современных станков, методов обработки и инструментов позволяет снизить выброс вредных веществ, чтобы избежать загрязнения воздуха. Например, обработка без СОЖ, когда охлаждение

проводится потоком воздуха. В данном процессе это трудно осуществимо из-за плохих технологических свойств материала. Это вынуждает использовать охлаждающие эмульсии. При их использовании они постоянно проходят цикл очистки фильтрацией и охлаждения.

Регулярно проводить очистку помещения от пыли и других загрязнений. Установить термостаты для регулировки температуры воздуха в цеху, чтобы сохранить комфортные условия для работников.

Необходимо правильно спроектировать виды освещения и обеспечить заданные требования по освещённости на станках и при контроле.

Существует несколько видов освещения на станках и при контроле. Общее освещение – это освещение, которое равномерно освещает всю область в рабочей зоне и позволяет обеспечить достаточную видимость для выполнения всех операций на станке и проведение контроля. Дополнительное местное освещение – это дополнительные лампы, которые устанавливаются на рабочем месте оператора для улучшения видимости непосредственно в зоне выполнения работы. Важно при этом обеспечить необходимый уровень освещённости на рабочем месте. В среднем, необходимо обеспечить освещённость не менее 300 лк на рабочей поверхности, а в зонах проведения контроля качества – не менее 500 лк.

Защита рабочего на станке от вредных факторов - это комплексный подход, который включает в себя использование СИЗ, соблюдение правил техники безопасности и контроль за состоянием оборудования.

«Меры, принимаемые для защиты от поражения током: защитное заземление – соединение с землёй металлических частей электрооборудования для устранения поражения током людей при повышении напряжения на них, а также использование автоматических устройств отключения» [3].

«Механическое производство относится к не пожароопасной категории Д, где обращаются материалами в холодном состоянии. Помещения относятся к классу П-I, в которых содержатся горючие жидкости (масла) П-I

с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия. Степень огнестойкости – III, так как строительные конструкции трудно сгораемые (пропитанные или покрытые огнезащитными свойствами)» [3].

«Причины пожаров: в результате теплового или искрового действия электрического тока в условиях использования благоприятных для воспламенения горючих материалов (масла), изоляции обмоток электродвигателей» [3].

В качестве первичных средств тушения пожара внутри здания необходимо установить пожарные щиты с необходимым оборудованием, в том числе огнетушители УП-2М (углекислотные) для тушения горючих жидкостей и внутренние пожарные краны, а также автоматическую систему обнаружения пожаров. Оборудовано помещение также системой автоматической пожарной сигнализации. Для проведения эвакуации весь персонал должен проходить инструктаж по противопожарной безопасности.

Для обеспечения экологических норм необходимо проводить утилизацию твердых отходов. Для ресурсосберегающего производства отходы в виде стружки идут на переплавку. Воздушные загрязнения удаляются

Для обеспечения чистоты воздуха и нормализации параметров микроклимата в производственных помещениях помимо отсасывающих устройств, обеспечивающих удаление вредных веществ из зоны резания (пыли, мелкой стружки и аэрозолей СОЖ), должна быть предусмотрена приточно-вытяжная общеобъемная система вентиляции. Помещения, в которых хранятся и готовятся растворы для СОЖ, оборудованы местной вытяжной вентиляцией.

Для защиты работающих на данном участке применяется очистка воздуха от пыли при подаче наружного воздуха, а для защиты окружающей атмосферы - при удалении его из помещения. Для данного техпроцесса применяется средняя очистка (задерживается пыль до 100 мкм размерами и концентрацией её до  $100 \text{ м}^2/\text{м}^3$ ).

В установках общей обменной вентиляции применяется центробежный вентилятор среднего давления обычного исполнения (для перемещения воздуха с запылённостью до  $150 \text{ м}^2/\text{м}^3$ ), все части которого изготавливаются из обычных сортов стали.

В качестве обеспыливающего оборудования для механического участка применяется для данного техпроцесса ротационные пылеуловители (ротоклоны), которые одновременно с движением воздуха очищают его от крупных частиц (до  $100 \text{ мкм}$ ) благодаря силам инерции. Также применяется в данном техпроцессе пылеосадочная камера для осаждения тяжёлой пыли (более  $100 \text{ мкм}$ ).

Для очистки стоков используют отстойники с механической и химической очисткой-фильтрацией.

Выводы по разделу

В разделе на основе анализа объекта – участка для обработки пуансона, выбранных вредных факторов предусматриваются комплексные меры. В результате технология изготовления пуансона обеспечивается мерами по защите окружающей среды и охране труда.

## 5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенных в технологический процесс изменений.

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнительный анализ технических и экономических параметров, двух вариантов технологического процесса, описанных в предыдущих разделах.

Основное изменение технологического процесса предполагает замену инструмента. Он имеет большую износостойкость, поэтому может обеспечить снижение трудоемкости операции за счет увеличения режимов резания.

Результаты технических изменений после совершенствований операций, а именно замена инструмента:

- сокращение основного времени выполнения операций на 23,1 %;
- сокращение вспомогательного времени – на 2,6 %;
- увеличение стойкости применяемого инструмента в 1,3 раза.

Описанные результаты достаточно существенны для того чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 10 представлены методики, которые позволяют грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.

Используя, описанную на рисунке 10, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций ( $K_{BB}$ ), которая составила 42919,73 руб. Данное значение

учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование проекта.



Рисунок 10 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [6]

На рисунке 11 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

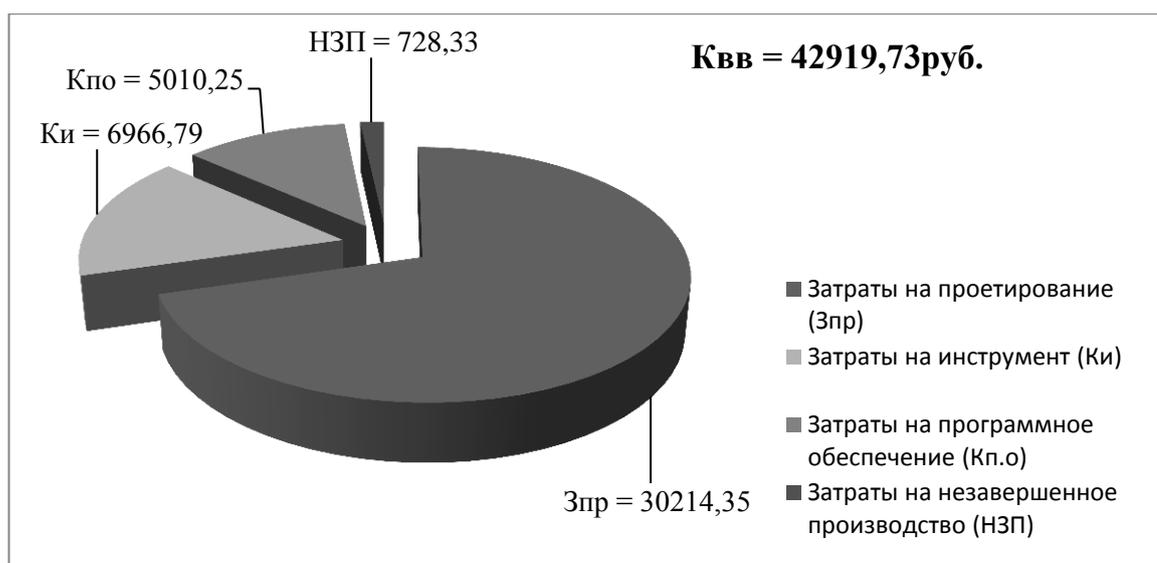


Рисунок 11 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

Анализируя рисунок 11, можно сказать, что затраты на проектирование изменений являются самыми существенными, так как их доля составила 70,4 % в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 12.

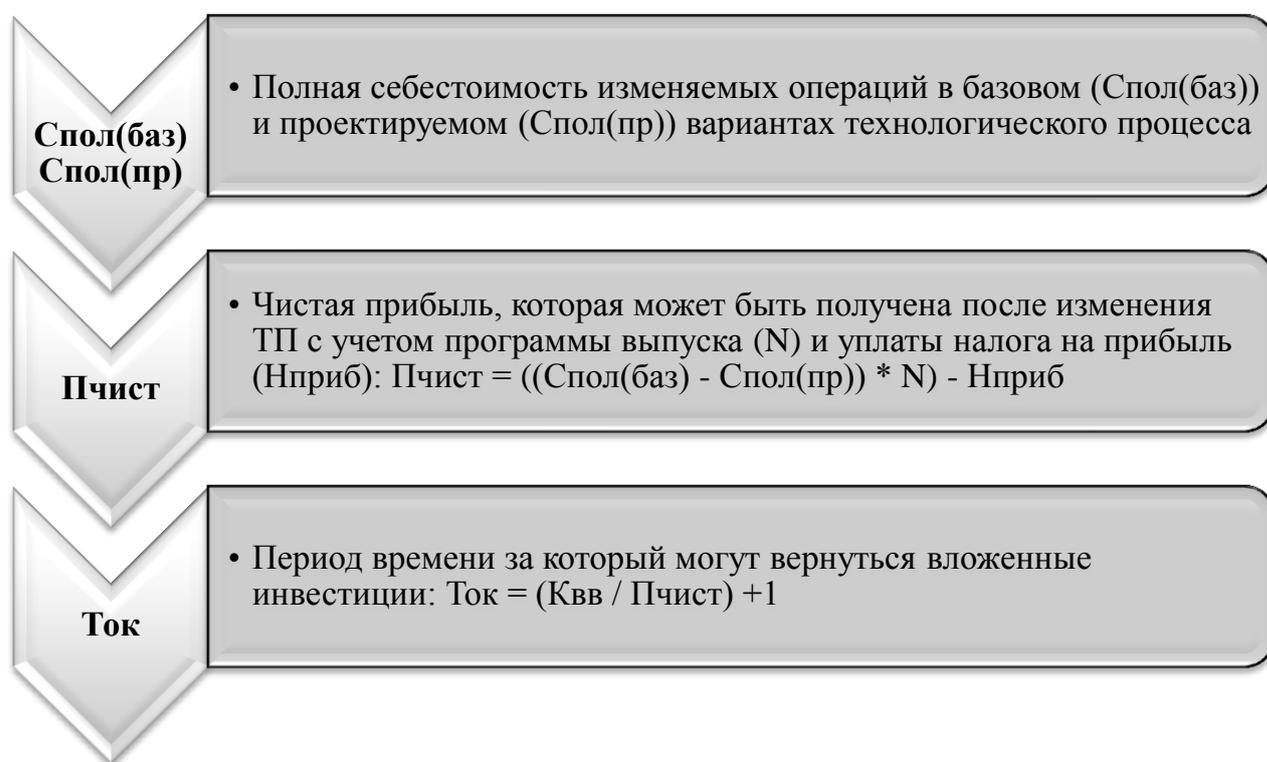


Рисунок 12 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 12, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам, базовому и проектируемому. Это необходимо для того чтобы можно было определить изменения, т. е. посмотреть на сколько снизиться или увеличится

себестоимость выполнения этих операций. Чтобы окупить вложенные инвестиции себестоимость проектируемого варианта должна снижаться. Также важно, на сколько она снизится, потому что чем больше будет разница у полной себестоимости, тем быстрее окупятся вложенные инвестиции.

Результаты расчета полной себестоимости по вариантам технологического процесса представлены на рисунке 13.

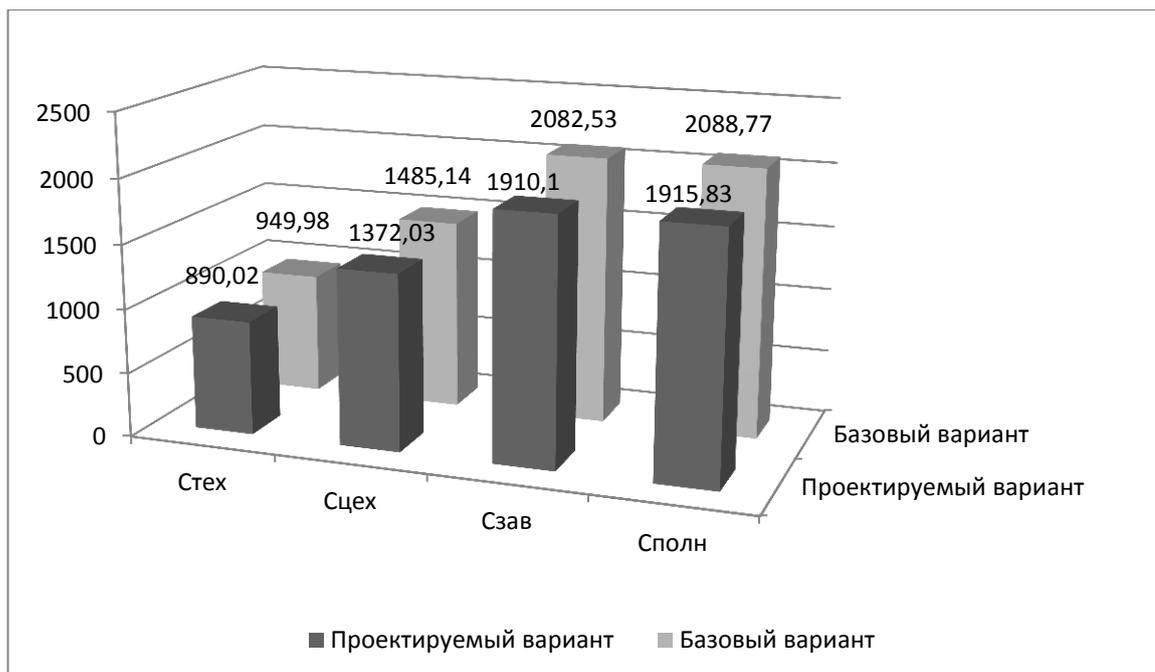


Рисунок 13 – Результаты расчета полной себестоимости по вариантам

Из рисунка 13 видно, что полная себестоимость в проектируемом варианте снижается, это изменение составляет около 8,3 %.

Далее, благодаря значениям полной себестоимости базового и проектируемого варианта операций, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения совершенствований.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года. Другими словами срок

окупаемости не должен превышать этого значения.

Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный экономический эффект ( $\mathcal{E}_{ИНТ}$ ) путем расчета через сложные проценты. Они позволят максимально учесть потерю стоимости денежных средств и показать максимально реалистичное значение экономического эффекта. Данный способ расчета экономического эффекта основывается на расчетном сроке окупаемости инвестиций, величине чистой прибыли и процентной ставке на капитал.

На рисунке 14 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.

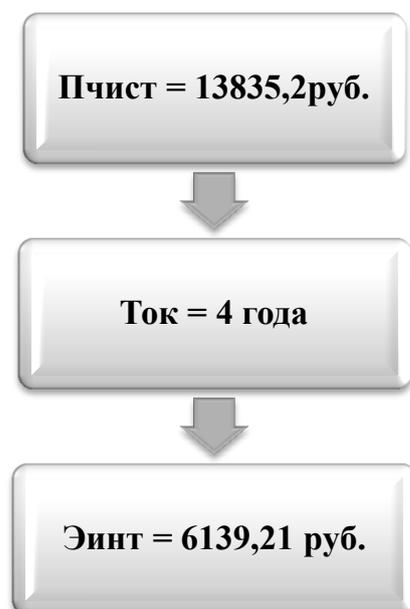


Рисунок 14 – Значения показателей чистой прибыли ( $P_{ЧИСТ}$ ), срока окупаемости ( $T_{ОК}$ ) и экономического эффекта ( $\mathcal{E}_{ИНТ}$ )

#### Выводы по разделу

Как показано на рисунке 14, экономический эффект является положительной величиной, т. е. он получен, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

## Заключение

Рассмотрен технологический процесс изготовления пуансона, который является элементом пресс-формы.

В первом разделе выполнен анализ условий работы пуансона, обоснованность технических требований на чертеже условиям работы. Для пуансона выполнен анализ технологичности. Он показал, что деталь имеет сразу несколько нетехнологичных элементов. Это трудно обрабатываемый материал Х12М с системой точно скоординированных ступенчатых отверстий высокой точности. Также сложно профильная поверхность с высокими требованиями по шероховатости и высокие требования по твердости.

Для объема выпуска в количестве 100 деталей в год и массе 17,5 кг выбран мелкосерийный тип производства. Для мелкосерийного типа производства выбрана исходная заготовка из листового проката. После отрезки выполняется черновая обработка по контуру со снятием напусков для формирования общего контура детали. В качестве оборудования используется автоматизированный фрезерно-сверлильно-расточной станок. На нем заготовка устанавливается в патроне с заменяемыми кулачками. Это позволяет обеспечить установку заготовки на станке при значительном изменении ее формы. На операции выполняется чистовое и тонкое фрезерование, обработка осевым инструментом ступенчатых высокоточных отверстий. Для удаления дефектов после механической обработки используется слесарная операция. После термообработки предусматривается моечная и контрольная операции.

Для надежного и точного закрепления пуансона на операции предлагается разработанный патрон и инструмент - сборная фреза с закругленной режущей. Технология обеспечивается мерами по защите окружающей среды и охране труда. Предлагаемая конструкция инструмента рассчитана по экономическому эффекту в соответствующем разделе.

## Список используемых источников

1. Блюменштейн, В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 5-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 220 с.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение,

2003. - 782 с.

8. 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)

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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

01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.

14. 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.

15. 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.

16. Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 304 с.

17. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.

18. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

19. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.

20. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.

21. Liang Theoretical and experimental studies of chatter in turning and machining stainless steel workpiece / Liang, Chen Yu, Shudong Ma, Yali Li, Cancan Jiayong, Wei. // The International Journal of Advanced Manufacturing

Technology. 117. 1-22. 2021. - 10.1007/s00170-021-06643-0.

22. Muhammad Dynamic damping of machining vibration: a review / Muhammad, Bashir Wan, Min Feng, Jia Zhang, Weihong // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 89. 2935-2952., 2017. – DOI: 10.1007/s00170-016-9862-z.

23. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

24. Pahl G. Design for Minimum Cost. In: Engineering Design/ Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote KH. Springer: London. 2007. – p. 156

# Приложение А

## Технологические карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1												
Дубл.												
Бзам.												
Угол.												
										1	1	
Разраб.	Восканян Г.А.											
Проверил	Расторгуев											
Утвердил	Логиное											
Н. контр.	Расторгуев											
М 01	Сталь Х12М ГОСТ 5950-2000											
	Код	ФВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры		КЛ	МЗ	
М 02		кг	17,3	1	1	0,8	01	185x185x100		1	21,4	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа					
Б	Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Глз.
А03	000 4286 Фрезерно-отрезная											
Б04	Круглопильный автомат 8Г642							1	1	1	1	
А05	005 4273 Универсально-фрезерная											
Б06	Вертикальный фрезерный пяти осевой центр с ЧПУ SLT 800UX5							1	1	1	1	
А07	010 5044 Закалка местная поверхность.											
Б08								1	1	1	1	
А09	015 0108 Слесарная											
Б10								1	1	1	1	
А11	020 0125 Моечная											
Б12								1	1	1	1	
А13	025 0200 Контрольная											
Б14								1	1	1	1	
15												
16												
МК	Маршрутная карта										2	

Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Операционная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3										
Дубл.										
Взам.										
Площ.										
										4
										1
Разраб.	Восканян									
Проверил	Расторгуев									
Утвердил	Логоинов									
Н. контр.	Расторгуев									
Наименование операции		Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД		005
Универсально-фрезерная		Сталь Х12М ГОСТ 5950-2000	260	кз	17,3	185x185x100	21,4	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы	То	Тв	Т пз.	Тшт.				
центр с ЧПУ SLT 800UX5			49,7	11,7	45	90,7				
P		ПИ	D или B	L	t	l	s	n	v	
T01	Патрон 7102-0028 ГОСТ 24351-80									
O02	1. Установить и закрепить заготовку									
O03	2. Фрезеровать заготовку начерно по плоскости									
T04	01.2.059.000-01 Фреза диаметр 125 мм, z=8 BK8 ТУ 2-035-874-82		125	185	2,5	1	0,132	527	207	
P05										
O06	3. Фрезерование черное по контуру заготовки									
T07	2223-5641 Фреза диаметр 16 мм, z=2 T15K6 ГОСТ 24637-81		16	185	1	-	0,111	1048	52,7	
P08										
O09	4. Фрезерование чистовое по контурам									
T10	2844-0747 Фреза диаметр 16, z=2 BK8 ГОСТ 18946-73		16	185	0,2	1	0,142	923	46,4	
P11										
O12	5. Переустановить и закрепить заготовку									
O13	6. Фрезеровать заготовку начерно по плоскости									
OK	Операционная карта									4

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

		ГОСТ 3.1404-86										Форма
Дубл.	Взам.											
Плюл.												2
		Пуансон										005
P		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v			
T01	01.2.059.000-01	Фреза диаметр 125 мм, z=8 BK8 ТУ 2-035-874-82	-	125	185	2,5	1	0,132	527	207		
P02												
O03	7.	Фрезерование черное по контуру заготовки										
T04	2223-5641	Фреза диаметр 16 мм, z=2Т15К6 ГОСТ 24637-81	-	16	185	1	-	0,111	1048	52,7		
P05												
O06	8.	Фрезерование чистовое по контуру										
T07	2844-0747	Фреза диаметр 16 мм, z=2 BK8 ГОСТ 18946-73	-	16	185	0,2	1	0,142	923	46,4		
P08												
O09	9.	Сверлить отверстие 8 мм на длину 91 мм										
T10	2301-2601	Сверло диаметр 8 мм BK8 ГОСТ 17276-71	-	8	91	4	1	0,275	135	3,8		
P11												
O12	10.	Сверлить отверстие 9 мм на длину 91 мм										
T13	2301-1030	Сверло диаметр 9 мм Р6М5 ГОСТ 19547-74	-	9	91	4,5	2	0,275	135	3,8		
P14												
O15	11.	Цековать отверстие 11 мм										
T16	2350-0667	Цековка Р6М5 ГОСТ 26258-87	-	11	25	2,5	1	0,2	125	7,1		
P17												
O18	12.	Цековать отверстие 12 мм										
OK	Операционная карта											5

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

Дубл. Взам. Подл.		ГОСТ 3.1404-86 Форма										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Р		ПИ	Ди	ли	В	L	t	t	i	s	n	v
T01	2350-0672 Цековка Р6М5 ГОСТ 26258-87	-	13	25	2,5	1	0,2	125	7,1			
P02												
O03	13. Цековать отверстие 10,5 мм											
T04	2350-0796 Цековка Р6М5 ГОСТ 26258-87	-	18	70	2,5	2	0,2	125	7,1			
P05												
O06	14. Зенкеровать отверстие 9 мм											
T07	2320-2504 Зенкер диаметр 9 мм ВК8 ГОСТ 21544-76	-	9	25	0,5	2	0,763	262	13,2			
P08												
O09	15. Развернуть отверстие 16 мм на глубину 31 мм											
T10	2363-1223 Развертка диаметр 9.5 мм ВК6М ГОСТ 16086-70	-	9,5	25	0,5	2	0,48	220	11,1			
P11												
O12	16. Сверлить отверстие 10 мм											
T13	2301-0840 Сверло диаметр 10 мм Р6М5 ГОСТ 19546-74	-	10	65	5	1	0,263	270	8,5			
P14												
O15	17. Цековать отверстие 24 мм											
T16	2350-0717 Цековка Р6М5 ГОСТ 26258-87	-	24	30	6	1	0,2	125	7,1			
P17												
O18	18. Цековать отверстие 26 мм											
OK	Операционная карта											6

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

Дробл. Взам. Тюбл.	ГОСТ 3.1404-86 Форма									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р	PI	D или B	L	t	i	s	n	v	Пуансон	
T01	2350-0719 Цековка Р6М5 ГОСТ 26258-87									005
P02	-	26	30	2	1	0,829	83	6,8		
O03	19. Нарезать внутреннюю резьбу									
T04	2629-0089 Метчик ГОСТ 17927-72									
P05	-	12	30	1	1	1,25	412	10		
O06	20. Сверлить отверстие 17 мм на длину 91 мм									
T07	2301-1097 Сверло диаметр 17 мм Р6М5 ГОСТ 19547-74									
P08	-	17	91	4,5	4	0,25	125	22		
O09	21. Цековать отверстие 28 мм									
T10	2350-0722 Цековка Р6М5 ГОСТ 26258-87									
P11	-	28	30	5,5	4	0,2	125	7,1		
O12	22. Фрезерование тонкое по контуру									
T13	2844-0747 Фреза диаметр 16 мм, z=2 ВК8 ГОСТ 18946-73									
P14	-	16	132	0,1	1	0,142	1036	52,1		
15										
16										
17										
18										
OK	Операционная карта									
										7









Приложение Б

Спецификация приспособления

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание				
Изм.	Лист										
<i>Документация</i>											
A1				23.ВКР.ОТМП.238.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж						
<i>Сборочные единицы</i>											
		1		23.ВКР.ОТМП.238.65.01.000.	Гидравлический цилиндр	1					
<i>Детали</i>											
		2		23.ВКР.ОТМП.238.65.00.003.	Тяга	1					
		3		23.ВКР.ОТМП.238.65.00.003.	Центровик	1					
		4		23.ВКР.ОТМП.238.65.00.004.	Упор	1					
		5		23.ВКР.ОТМП.238.65.00.005.	Корпус	1					
		6		23.ВКР.ОТМП.238.65.00.006.	Планка	1					
		7		23.ВКР.ОТМП.238.65.00.007.	Винт планки	3					
		8		23.ВКР.ОТМП.238.65.00.008.	Ось	3					
		9		23.ВКР.ОТМП.238.65.00.009.	Рычаг	3					
		10		23.ВКР.ОТМП.238.65.00.010.	Кулачок постоянный	3					
		11		23.ВКР.ОТМП.238.65.00.011.	Кулачок сменный	3					
		12		23.ВКР.ОТМП.238.65.00.012.	Крышка	1					
				23.ВКР.ОТМП.238.65.00.000.СП							
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.		Дата			
Разраб.		Восканян Г.А.									
Пров.		Расторгуев Д.А.									
Н.контр.		Расторгуев Д.А.									
Утв.		Логинов Н.Ю.									
<b>Патрон</b>						Лит.		Лист		Листов	
						Д		1		2	
						ТГУ, ИМ ТМб-1901а					
						Формат А4					

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСЮН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.

Старый №

Изм. №

Взам. инв. №

Инд. №

Инд. №

Инд. №

Инд. №

Подп.

и дата

Не для коммерческого использования

Копировал



