

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, специальности)

Технология машиностроения

(направленность (профиль)/ специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления матрицы пресс формы

Студент

А.С. Попов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Д.А. Расторгуев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, Н.В. Зубкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

Работа состоит из пояснительной записки и графической части. В представленной работе рассматривается технология изготовления матрицы пуансона пресс формы. В работе спроектирован технологический процесс изготовления матрицы пуансона пресс формы согласно типовой методике.

Выбран тип производства по заданному объему выпуска в год. Далее в соответствии с основными признаками мелкосерийного производства выбран метод получения исходной заготовки. Это заготовка – прокат. Для мелкосерийного производства заготовка выбрана вследствие простой общей конфигурации матрицы, за исключением отмеченной при анализе технологичности, профильной высококачественной поверхности, которая будет вызывать затруднения при обработке. Технологический маршрут изготовления матрицы пуансона пресс формы соответствует современным требованиям к организации производства, то есть использованию высокопроизводительного оборудования. Для реализации высокоэффективного технологического процесса необходимо использовать как универсальное, так и специализированное оборудование. Для обеспечения концентрации технологических переходов предлагается большую часть лезвийной обработки поверхностей матрицы выполнить на одном станке. Это позволит повысить точность за счет снижения количества переустановок деталей, а также снизить общее время обработки. Дополнительной операцией являются токарная для обработки поверхностей вращения, что позволит повысить производительность обработки. Для обеспечения надежного закрепления заготовки спроектирована кулачковая оправка. Для обработки профильной поверхности по программе разработана конструкция концевой фрезы со сферической рабочей частью. Предусматриваются меры по охране труда и защите окружающей среды. В экономическом разделе выполнено сравнение базового и проектного вариантов. Все расчеты сведены в технологическую документацию.

Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	6
1.1 Анализ назначения детали.....	6
1.2 Анализ технологичности.....	8
2 Разработка технологии изготовления.....	10
2.1 Выбор типа производства.....	10
2.2 Анализ технологии изготовления матрицы-пуансона.....	10
2.3 Выбор заготовки.....	12
2.4 Проектирование заготовки с учетом расчета припуска.....	13
2.5 Выбор технологических баз.....	16
2.6 Разработка технологического маршрута.....	16
2.7 Выбор средств технологического оснащения.....	19
2.8 Выбор схемы базирования.....	21
2.9 Проектирование операции.....	21
3 Разработка специальной технологической оснастки.....	31
3.1 Проектирование приспособления.....	31
3.2 Проектирование инструмента.....	37
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
5 Экономическая эффективность работы.....	43
Заключение.....	48
Список используемых источников.....	50
Приложение А. Маршрутные карты.....	53
Приложение Б. Спецификация на приспособление.....	59
Приложение В. Спецификация на инструмент.....	61

Введение

Современное производство характеризуется, как правило, небольшими объемами выпуска деталей. Это касается, в том числе, многих элементов технологического оснащения, особенно заготовительного производства. Например, элементы пресс-форм изготавливаются небольшими сериями. Так как детали, которые формируются, также изготавливаются ограниченными партиями выпуска. Поэтому изготовление сложных по форме деталей из труднообрабатываемых материалов с высокой эффективностью является одной из актуальных задач современного производства.

Особенностью этих деталей является сложная формирующая поверхность с высокими техническими требованиями по износостойкости. Поиск технологических решений, которые бы обеспечили выполнение всех этих требований, является важной задачей при проектировании технологии изготовления таких деталей. Задачей современного машиностроения является необходимость при проектировании технологии использовать возможности современного высокоточного высокоскоростного автоматизированного оборудования, которое обеспечивает концентрацию технологических переходов различного назначения. Это возможно на современных многоцелевых станках, токарно-фрезерных центрах. С учетом этого предлагается технология изготовления матрицы пресс-формы для условий мелкосерийного производства.

В работе содержится описание разработанного технологического процесса изготовления матрицы пресс формы.

Для единичного производства характерно использование универсальных станков, которые отличаются большим временем настройки, малой производительностью, в том числе за счет увеличения количества необходимых переходов и операций.

Для обеспечения эффективности современного производства необходимо использовать высокопроизводительное оборудование. Одним из

видов такого оборудования являются многоцелевые станки. Области их применения от единичного производства до крупносерийного. Они обеспечивают сокращения и вспомогательного и основного времени за счет использования прогрессивных структур технологических операций. Позволяют совместить обработку различными инструментами, в том числе специальными, что снижает общее машинное время и позволяют совместить основные и вспомогательные переходы за счет уменьшения установов и возможного сокращения необходимого количества переходов, что повышает точность обработки и при этом снижается себестоимость.

Одной из наиболее ответственных деталей штамповочного оснащения является матрица пресс формы, которая обеспечивает саму формовку заготовки при смыкании матрицы и пуансона.

От качества проектирования матрицы зависит эффективность работы всего штамповочного комплекса. Задача изготовления высокоточных деталей штамповочной оснастки усложняется в единичном производстве из-за необходимости обработки разнообразных сложно профильных поверхностей с высокими требованиями по шероховатости и твердости различными точными и затратными технологическими методами.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ назначения детали

Деталь - верхняя матрица-пуансон комплекта штамповочной оснастки предназначена для замыкания полости, в которой происходит формообразования штампуемой листовой заготовки.

Деталь работает в условиях больших статических и динамических нагрузок, а также испытывает значительные силы трения при одновременном воздействии высоких температур. Центральная часть предназначена для установки сменных частей подвижного центрального пуансона.

Для формирования штампованной детали форма матрицы - пуансона цилиндрическая, фланцевой конфигурации. По краям идет система направляющих и крепежных отверстий. Часть отверстий имеют ступенчатую форму для установки винтов, цилиндрические отверстия предназначены для установки направляющих.

Материал матрицы-пуансона сталь X12Ф1 ГОСТ 4505-75 класса коррозионностойких сплавов. Поверхностная твердость детали составляет HRC 57..61 единиц по шкале Роквелла [7].

Из-за сложной конфигурации поверхности для формообразования штамповки ее профиль формируется в 3D модели. Шероховатость рабочих поверхностей не более Ra 0,5 мкм.

Состав материала в таблице 1 [7].

Таблица 1 – Химический состав в процентах

Элемент	C	P	S	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	V
Содержание	1,25-1,45	0,03	0,03	0,15-0,4	0,15-0,35	11-12,5	0,35	0,3	0,7-0,9

Свойства материала в таблице 2.

Таблица 2 – Физические параметры

Параметр	HRC поверхности	HВ сердцевины	KCU
Значение	58-59	255	24

Твердость по шкале HRC после подогрева до 650-670⁰ С. Далее закалка 1030-1050⁰ С, селитра. Отпуск 400-420⁰ С, 1,5 ч, воздух (режим окончательной термообработки).

Твердость по шкале HВ после изотермического отжига при 850-870⁰ С, охлаждение с скоростью 40 град/ч до 700-720⁰ С, выдержка 3-4 ч, охлаждение с v=50 град/ч до 550⁰ С, воздух.

На рисунке 1 представлен эскиз матрицы с номерами поверхностей.

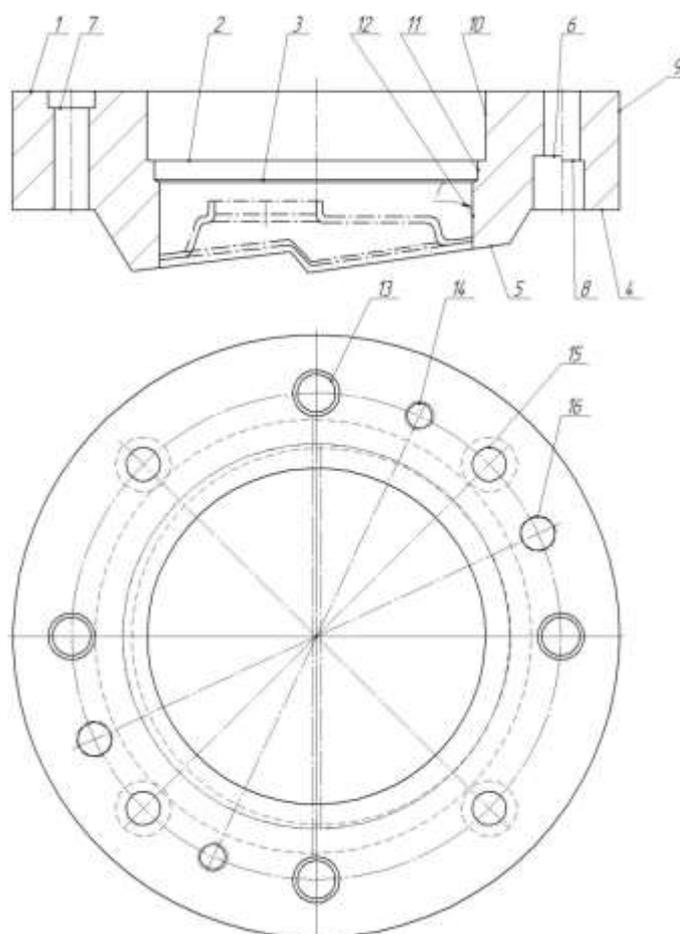


Рисунок 1 – Эскиз матрицы – пуансона

Ниже представлена классификация поверхностей матрицы - пуансона по служебному назначению.

Рабочей исполнительной поверхностью данной детали является формообразующая профильная поверхность 5. Для направления формообразующего центрального подвижного пуансона предназначено отверстие 12, которое тоже является исполнительной поверхностью.

С точки зрения направления движения матрицы-пуансона основными конструкторскими базами будут являться отверстия 13 под скалки и два отверстия 16, которые являются ориентирующими под направляющие скалки. Нажимное действие оказывается по верхней плоскости 1, которая тоже относится к основным конструкторским базам. Отверстия резьбовые 14, предназначенные для фиксации дополнительного оснащения, являются вспомогательными конструкторскими базами. Также как и отверстия 15 и опорные торцы буртики 6, 7, 8 относятся к вспомогательным конструкторским базам.

Поверхности 3, 5, 9, относятся к категории свободных.

1.2 Анализ технологичности

С точки зрения технологичности основные проблемы при обработке будет представлять сложно профильная формообразующая поверхность. Выступающие части этой поверхности изготавливаются по 3D модели с шероховатостью Ra 0,8 мкм. С точки зрения обработки проблемы будут также со ступенчатыми отверстиями с аналогичной шероховатостью Ra 0,8 мкм по плоскости [2].

Материал труднообрабатываемый. В горячекатаном состоянии при НВ 217-228 коэффициенты обрабатываемости $K_{ч\text{ тв.спл.}} = 0,8$, $K_{ч\text{ б.ст.}} = 0,3$.

Деталь средних размеров. Ступенчатые отверстия имеют стандартные размеры кроме одного диаметром 16,1 мм, что требует дополнительной разбивки отверстия на 0,1 мм.

Основная проблема при обработке данной детали - это высокая твердость в сочетании с очень жесткими требованиями по шероховатости, а также сложно профильная поверхность. Это требует использования высокопроизводительных высокоточных станков на финишных операциях. При обработке нужной является операция абразивной обработки шлифованием. С учетом того, что поверхность сложно профильная, это требует использования от 3-х координатных до 5-ти координатных станков с числовым программным управлением типа обрабатывающий центр. Используемый инструмент также будет иметь специфическую форму связанную с необходимостью формирования сложного профиля конструктивных элементов формообразующей матрицы-пуансона.

Выводы по разделу

В первом разделе выполнен анализ служебного назначения матрицы, условий ее работы. С учетом это сделан технический контроль по требованиям чертежа с внесением необходимых уточнений по параметрам точности размеров. Проанализирована конструкция по технологичности, которая вызывает технологические трудности при обработке профильной высокоточной поверхности.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Выбор типа производства

Объем выпуска по заданию определен в количестве 10 штук. Это соответствует мелкосерийному типу производства.

По заданию определена программа 10 штук в год. Для массы заготовки детали 19,1 кг указанной на чертеже, тип производства соответствует мелкосерийному [12].

Данный тип производства характеризуется использованием универсальных станков. В случае обработки деталей типа диск преимущество отдается токарным станкам. Само оборудование расставляется по типам обработки.

На операциях можно использовать одно инструментальные наладки с использованием универсального оснащения, как для зажима заготовки, так и для ее обработки.

2.2 Анализ технологии изготовления матрицы-пуансона

Технология обработки данной детали относится к категории техпроцессов обработки корпусных деталей с элементами обработки больше размерных дисков [20].

Заготовительной операцией может являться операциями литье или прокат с учетом марки материала. В данном техпроцессе преимущество отдается прокату в виде плиты. Тогда первоначальной операцией будет отрезка заготовки. После этого необходимо из отрезанного профиля сделать цилиндрическую форму на операции фрезерования или, как альтернатива, если есть прокат, получить сразу цилиндрическую заготовку.

Данную деталь можно обрабатывать на токарных станках, но после первой операции механической обработки – отрезки. Данную заготовку

нужно резать на круглопильном, абразивно отрезном или ленточно отрезном станке.

После формирования цилиндрической поверхности или после отрезки круглого проката деталь должна пройти ряд токарных операций, связанных с удалением напуска и формированием выступающего фланца. Также необходимо сформировать внутри ступенчатое отверстие. Токарная обработка будет включать в себя черновую и чистовую стадию [11].

Далее с использованием трех или пяти координатного фрезерного обрабатывающего центра необходимо обработать систему ступенчатых отверстий. Так как ступеньки отверстий формируются для отверстий с разных сторон, заготовку необходимо переустанавливать. Так как при обработке отверстий требуется обеспечить высокоточный диаметр 16 мм по 6 качеству с шероховатостью 0,8 мкм требуется обработка последовательно несколькими инструментами.

После чернового и чистового этапов лезвийной обработки заготовка проходит термическую обработку – закалку, после которой проводится обработка шлифованием. Плоскость установочная обрабатывается плоским шлифованием, а сложный профиль формирующей части обрабатывается на станке с ЧПУ. При фрезеровании и шлифовании данной поверхности должен использоваться специализированный инструмент, имеющий сферическую рабочую часть [5].

Лимитирующими операциями для данной детали являются черновая обработка по снятию напуска на первом этапе с обработкой отверстия вследствие большого количества переходов.

С точки зрения обеспечения точности, ответственными операциями являются финишное шлифование сложно профильных поверхностей, а также формирование данной поверхности на черновом и чистовом этапах.

Основное внимание в проектируемой технологии должно отводиться именно операциям обработки сложно профильных поверхностей на всех

этапах: на черновом фрезеровании, чистовом фрезеровании, а также на этапе отделочной обработки [12].

2.3 Выбор заготовки

Выбор исходной заготовки выполнен по упрощенной схеме, так как для мелкосерийного производстваковка заготовки для данной детали нецелесообразна.

Из-за использования проката плиты отходы материала получаются очень высокие (коэффициент использования материала меньше 0,4).

Проектирование заготовки заключается в назначении припусков на крайние торцовые поверхности, а также назначение припуска на цилиндрическую наружную поверхность. Данная поверхность является свободной и требования невысокие по 14 качеству. Кроме этого данная поверхность будет иметь напуск, так как форма исходной плиты будет прямоугольная, а не круглая.

Поэтому припуск назначают 3 мм. Обычно он равен для торцовых поверхностей 3-5 мм. Припуск на торцы рассчитаем в следующих подразделах, так как точность и качество очень высокие (шероховатость R_a равняется 0,8 мкм).

Эскиз заготовки приведен на рисунке 2.

Припуск включает в себя слой материала, удаляемый на черновом фрезеровании, чистовой подрезке и шлифовальным переходе. Данные припуски табличные и равны припускам на противоположную, фасонную поверхность. На них назначен припуск аналогичный. Тогда общий размер по толщине равен толщине по стандарту на заготовку проката из плиты по ГОСТ 4505-75.

Размер по толщине наибольший ближайший равен 91,55 с допуском 2,4 мм.

По ширине размер с учетом припуска в 5 мм равен 295 мм с допуском 2,4 мм.

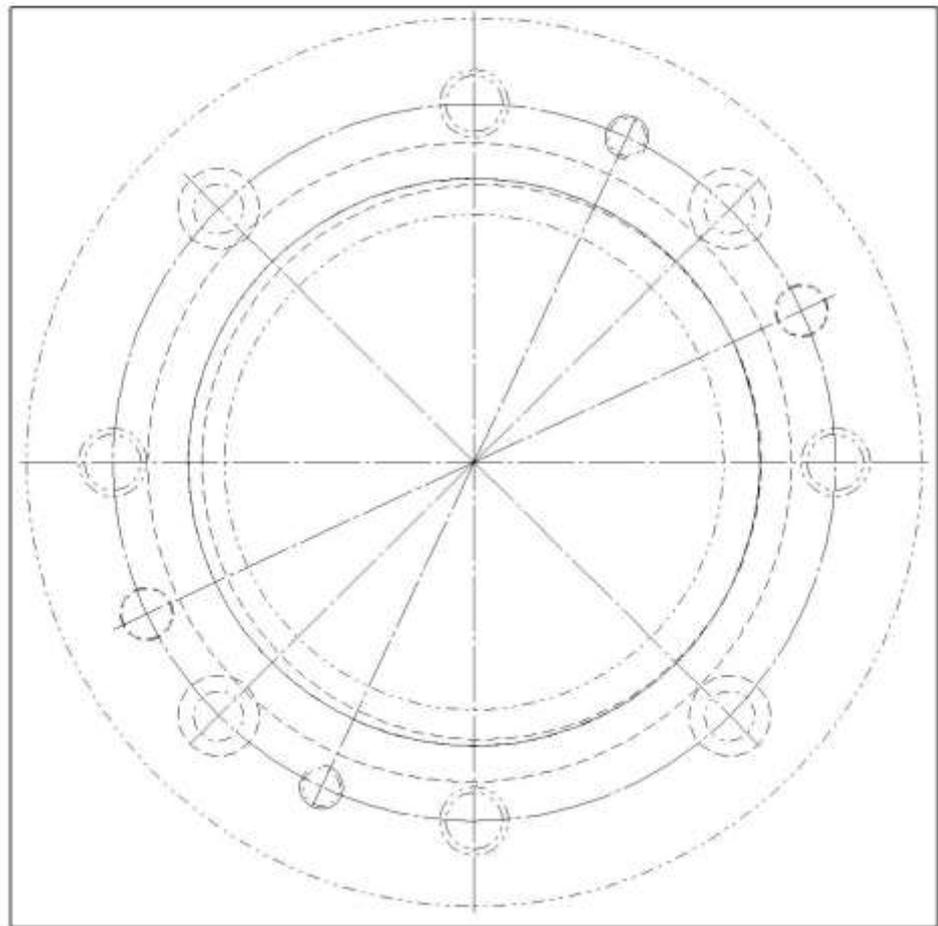
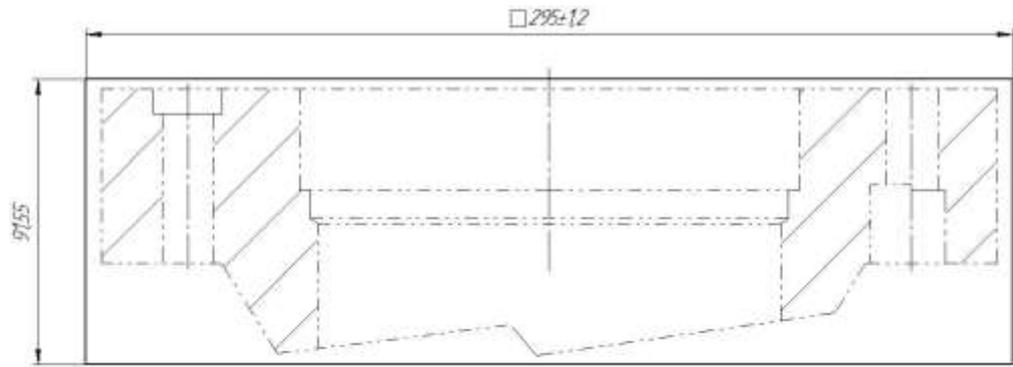


Рисунок 2- Эскиз заготовки из плиты

2.4 Проектирование заготовки с учетом расчета припуска

Расчет припуска выполнен на цилиндрическую внутреннюю поверхность. Переходы по обработке данного отверстия - это исходное сверление, далее черновое растачивание по снятию напуска с

формированием ступенчатого отверстия. Далее чистовое растачивание и тонкое растачивание [10].

Минимальный припуск на обработку включает в себя четыре составляющих элемента

$$z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (1)$$

где

$$a_{i-1} = Rz_{i-1} + T_{i-1}, \quad (2)$$

«где Rz_{i-1} - шероховатость, мкм;

T_{i-1} - глубина дефектного слоя, мкм;

Δ_{i-1} - различные пространственные отклонения, мкм;

ε_i погрешность установки, мкм» [11].

Обработка отверстия на токарном станке проводится с закреплением заготовки в токарном самоцентрирующем патроне. Соответствующая погрешность установки ε_i принимается по справочнику [10].

Пространственные отклонения обрабатываемой поверхности будут определяться первым переходом сверлением и будут складываться из увода и смещения

$$\Delta_c = \sqrt{\Delta_y^2 + \Delta_{cm}^2}; \quad (3)$$

где Δ_y – увод сверла, мкм;

Δ_{cm} – смещение сверла из-за погрешности позиционирования, мкм.

Данная погрешность будет уменьшаться в соответствии с уточняющим коэффициентом [11]. Остаточные пространственные погрешности после переходов механической обработки приведены в таблице 3.

Расчет размеров ведем по минимальному диаметру, переходя к максимальному через допуск.

$$d_{\min}^{i-1} = d_{\min}^i + 2Z_{\min}^i, \quad (4)$$

где d_{\min}^i - минимальный размер на данном переходе, мм.

$$d_{\max}^i = d_{\min}^i + T^i, \quad (5)$$

где T^i - допуск на размер на данном переходе, мм.

Максимальный припуск Z_{\max}^{np}

$$z_{\max}^i = d_{\max}^i - d_{\min}^i. \quad (6)$$

Результаты расчета размеров отверстий, а также соответствующих припусков показаны в таблице 3.

Результаты также на рисунке 3.

Таблица 3 - Расчет припусков и размеров по переходам

Переход	Элементы припуска, мкм			Допуск δ , мкм	Размеры, мм		Припуск, мм	
	Rz и T	ρ	ε		d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
Сверление	400	250	-	870	145,5	146,3	напуск	
Растачивание черновое	120	15	130	350	147,25	147,60	1,3	1,8
Растачивание чистовое	45	13	40	100	147,82	147,92	0,33	0,58
Растачивание тонкое	20	10	8	40	140,00	140,04	0,12	0,18

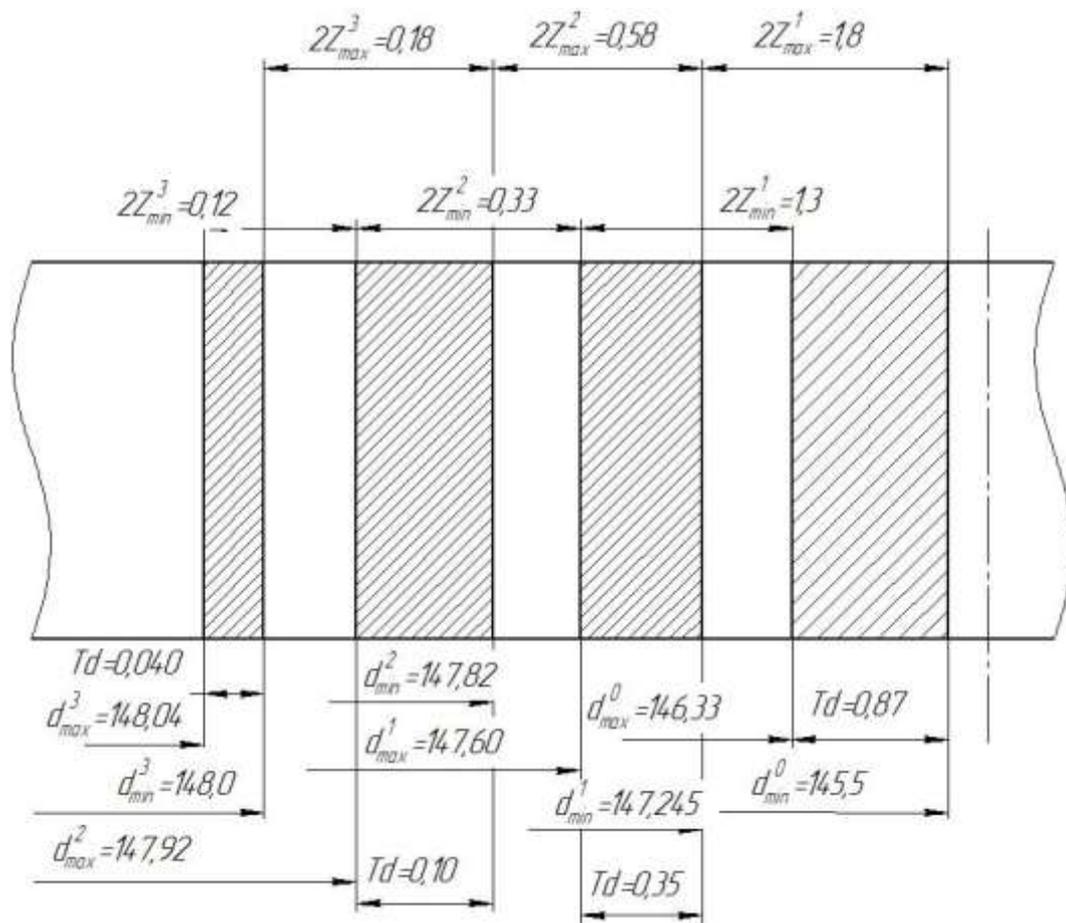


Рисунок 3 – Схема припусков

2.5 Выбор технологических баз

Для базирования заготовки используем установку сначала по трем плоскостям, как призму. Затем, когда сформируются цилиндрические поверхности, будем устанавливать по наружной цилиндрической или по отверстию в самоцентрирующем патроне, как диск. При плоском и профильном шлифовании установка в тиски с призматическими зажимными элементами [15].

2.6 Разработка технологического маршрута

В разделе проектируем технологический маршрут. Разработку этого маршрута начинаем с выбора переходов на отдельные поверхности. По

поверхностям наиболее точная центральное отверстие, а также фасонная формующая поверхность матрицы пресс-формы, а также плоская опорная поверхность. Как уже было сказано в предыдущем подразделе 2.4, технология включает в себя черновую лезвийную обработку, чистовую обработку и, после термической, шлифование. Данные переходы будут характерны для всех высокоточных поверхностей в данной матрице. В качестве исходного перехода принимается для фасонной поверхности черновой однократный переход по снятию напуска. После этого получистовая лезвийная обработка, чистовая и, после этого уже, окончательное шлифование [19].

Обработка крепежных отверстий включает в себя сверление и цекование соответствующих ступенек. Отдельно рассматривается обработка двух отверстий под направляющие с точностью по 6 качеству с шероховатостью Ra 0,8 мкм. Переходы будут следующие: сверление, зенкерование и развертывание [12].

С учетом раздела 2.4 технологический маршрут будет следующим (таблица 4).

Таблица 4 - Маршрут обработки матрицы

№ операции	Операция	Переход	ТТ	Ra
1	2	3	4	5
000	Заготовительная	Отрезка	14	12,5
005,00 6	Многоцелевая	Фрезерование черновое	13	12,5
		Фрезерование чистовое	9	6,3
		Сверление	12	6,3
		Растачивание	9	3,2
010	Токарно-фрезерная	Точение черновое	12	3,2
		Точение чистовое	9	2,5
		Растачивание получистовое	8	2,5

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
		Растачивание	7	1,25
015	Многоцелевая	Фрезерование черновое	13	12,5
		Фрезерование чистовое	9	6,3
		Сверление	12	6,3
		Цекование	9	3,2
		Зенкерование	8	1,25
		Развертывание	6	0,8
020	Термообработка	Закалка	-	-
025	Плоскошлифовальная	Шлифование плоское	7	0,8
030	Многоцелевая	Фрезерование тонкое		0,8
035	Моечная	Мойка	-	-
040	Контрольная	Контроль	-	-

С учетом предложенных методов обработки, технологический маршрут будет состоять из следующих операций, включая заготовительную из проката. Под номером 000 абразивно-отрезная для получения исходного отрезка плиты. Далее 005,006 многоцелевые с обработкой по снятию напуска с формированием первоначального контура фланцевой части и фасонной формирующей поверхности. Также на этой операции выполняется черновая обработка поверхности и тонкое фрезерование по наружному контуру с формированием цилиндрической поверхности. После этого 010 токарная операция, на которой производится окончательное обтачивание наружного контура, а также обработка центральной группы отверстий. После сверления по оси (на 005 операции) черновое растачивание, чистовое растачивание, тонкое растачивание. Далее на 015 многоцелевой производим обработку отверстий во фланце на двух установках со сверлением и цекованием. Обработка высокоточного отверстия со сверлением, зенкерованием, развертыванием, и также цекованием.

После 020 термической обработки закалки производим 025 операцию - плоское шлифование. Операция для обработки установочного торца и далее на операции 025 фасонное шлифование - обработка формовочной

поверхности. В конце технологии у нас две операции: 030 моечная и 035 контрольная.

Как уже говорилось, лимитирующим переходом является обработка фланцевой части со снятием напуска, а также обработка центрального отверстия со снятием значительного напуска. На все переходы выполнен расчет режимов резания (для фрезерования и сверления с растачиванием).

Технологический маршрут сформирован и представлен на листе графической части плана изготовления, где операционные эскизы показывают форму заготовки после соответствующих этапов технологического процесса. Для закодированных размеров показаны технические требования [10].

2.7 Выбор средств технологического оснащения

Необходимое технологическое оснащение, соответствующее мелкосерийному типу производства и выбранному технологическому оборудованию представлено ниже.

Для реализации технологического процесса необходимо предусмотреть все средства технологического оснащения.

Для многоцелевых операций требуется тиски. Для зажима заготовки на токарной операции используется самоцентрирующий токарный патрон. Для шлифовальной операции используем наладочное приспособление, так как требуется установка по фланцу.

Оборудование [9]:

000 Абразивно отрезная. Абразивно отрезной станок 8B262.

005 и 006 Многоцелевая. Многоцелевой станок VCN-430A.

010 Токарная. Токарный станок NUMERIC PLUS A60CNC.

015 Многоцелевая. Многоцелевой станок VCN-430A.

020 Закалка. Индукционная печь. Закалочная ванна.

025 Плоскошлифовальная. Плоскошлифовальный станок 3П754Л.

030 Многоцелевая. Многоцелевой станок VCN-430A.

Приспособления [15]:

000 Абразивно отрезная. Тиски 7300-0243 ГОСТ 21168-75.

005 Многоцелевая. Патрон самоцентрирующий. На 006 тиски.

010 Токарная. Патрон 7100-0018 ГОСТ 2675-80.

015 Многоцелевая. Патрон самоцентрирующий.

025 Плоскошлифовальная. Наладочное приспособление. Тиски 7300-0243 ГОСТ 21168-75.

030 Многоцелевая. Патрон самоцентрирующий.

Инструмент [13] и средства контроля [14]:

000 Абразивно отрезная. Круг 200x1,0x32 14A 40-H 27 Б У 80 м/с 2 кл. ГОСТ 21963-82.

005 Многоцелевая. Инструменты по переходам следующие. Торцовая фреза, диаметр 160 мм, T15K6. Сверло БТЗ диаметр 140мм T15K6, штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Для 006 CoroMill 490, 490-020B16-08L, 490-020B16-08L, торцевая пластина, 490R-08T316M-PH 4220 и фреза .

010 Токарная. 2112-0004 Резец T15K6 ГОСТ 18880-73. 2112-0006 Резец T15K6 ГОСТ 18880-73. Резцовая вставка РЭО135-00 ТУ 2-035-811-81 T15K6 и оправка 191421044 ТУ 2-035-775-80.

015 Многоцелевая. 2844-0713 Фреза диаметр 20 мм, z=24 BK8 ГОСТ 18944-73. ШЦ-III-200-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89. 2300-1829 Сверло диаметр 16.25 мм P6M5 ГОСТ 19545-742350-0799. Цековка P6M5 ГОСТ 26258-872302-1057. Сверло диаметр 12 мм P18 ГОСТ 20696-75. 2629-0083. Метчик ГОСТ 17927-72. 2844-0713. Фреза диаметр 20 мм, z=24 BK8 ГОСТ 18944-73. 2302-1078 Сверло диаметр 16.5 мм P18 ГОСТ 20696-75. 2350-0806. Цековка P6M5 ГОСТ 26258-87. 2350-0795 Цековка P6M5 ГОСТ 26258-87. 2300-1821 Сверло диаметр 14 мм P6M5 ГОСТ 19545-74. 2320-0223 Зенкер диаметр 15 мм P6M5 ГОСТ 21581-76. 2363-0127 Развертка диаметр 16 мм BK6 ГОСТ 1672-80.

025 Плоскошлифовальная. Круг шлифовальный 1 200x25x32 92A F60 N 7 V 35м/с А 1кл. Круг ГОСТ 2424-2007.

030 Многоцелевая. 2844-0713 Фреза диаметр 20 мм, z=24 BK8 ГОСТ 18944-73. Вспомогательное оборудование: Стропы, крюк, кран-балка, поддон. Технология показана со всем оснащением в маршрутной карте, представленной в приложении А.

2.8 Выбор схемы базирования

На разных операциях используем различные базы: плоские, цилиндрические и наружные и внутренние [16].

Пример схемы базирования на рисунках 4 и 5.

2.9 Проектирование операции

Для спроектированного технологического маршрута и выбранных технологических операций проведем расчет режимов резания и определение штучного времени. Лимитирующей операцией технологического процесса изготовления матрицы является 015 многоцелевая. Она характеризуется большим количеством технологических переходов. Причем эти переходы относятся к совершенно разным методам обработки (фрезерование, сверление, цекование, развертывание, зенкерование).

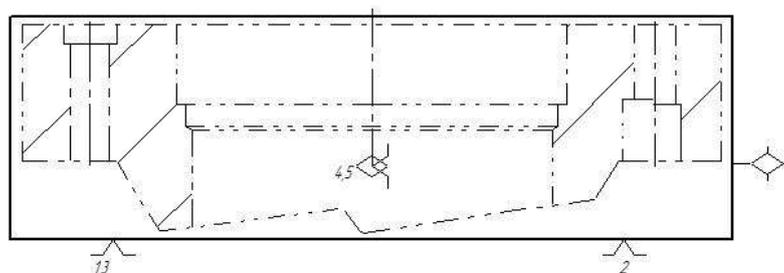


Рисунок 4 – Схема базирования по плоским поверхностям

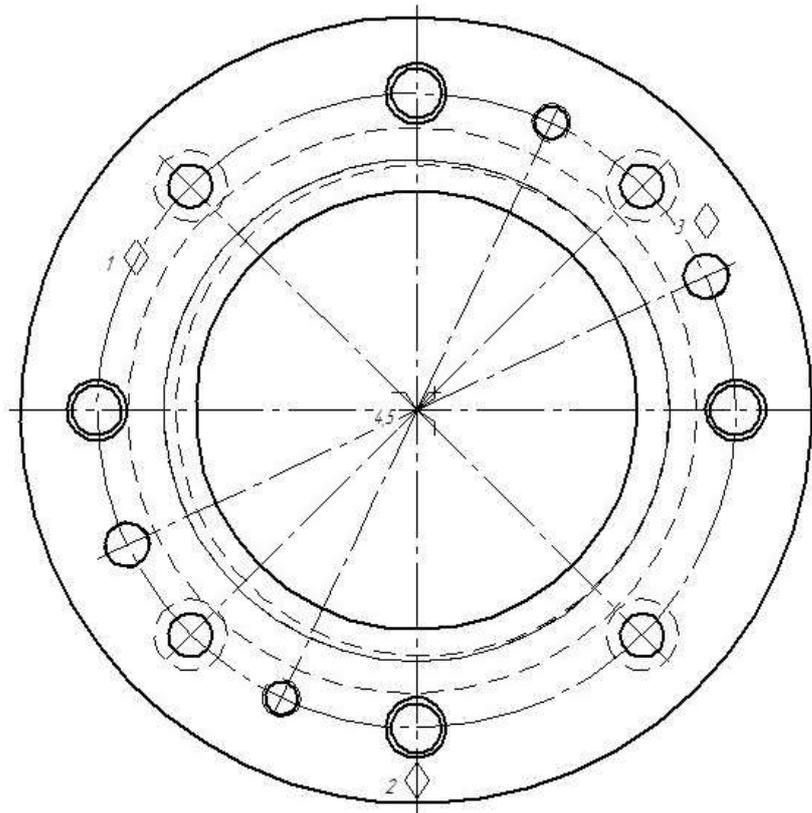


Рисунок 5 – Схема базирования по цилиндрическим поверхностям

По отрезке проката сведения показаны в таблице 5 [21].

Таблица 5 – Режим резания для отрезки

Параметр	Размерность	Величина
Глубина резания	мм	3
Скорость резания	м/мин	26
Подача	мм/об	5,6
Проходы	-	12
Обороты шпинделя	об/мин	95
Мощность	кВт	5,3
Минутная подача	мм/мин	535
Удельная производительность	мм ³ /мин	24,1
Основное время	мин	13,65

005 Многоцелевая. Станок VCN-430A. Фрезерование напуска инструментом . CoroMill 490, 490-020B16-08L, торцевая пластина - 490R-08T316M-PH 4220. Время основное определяется с учетом длины рабочего хода.

Длина рабочего хода с учетом обрабатываемой поверхности и проходов равна [8]

$$L = \sum_1^n L_{ij}, \quad (7)$$

где L_i – длина хода, мм;

j – количество ходов для i поверхности;

n – номер хода.

Поскольку траектория очень сложная, основное время определяется по удельной производительности. Объем удаляемого материала 1660 см³.

Структура операции 005 следующая.

Установ А.

Сверление сверлом БТЗ на 110 мм. Фрезерование фрезой диаметром 20 мм с числом зубьев $z=24$. Объем снятого материала должен быть с учетом массы исходной плиты проката 58 кг. Обработанная по контуру и с высверленным и расточенным отверстием деталь весит 32 кг. Тогда на снятие напуска отводится около 7,5 кг, остальное на чистовую обработку и отверстия (таблица 6).

Таблица 6 – Режим резания– фрезерование напуска по контуру

Параметр	Размерность	Величина
Глубина резания	мм	3,75
Скорость резания	м/мин	385
Подача	мм/об	0,42
Обороты шпинделя	об/мин	6120
Мощность	кВт	8,35
Минутная подача	мм/мин	2570
Удельная производительность	мм ³ /мин	174

015 операция. Структура переходов следующая.

1.Фрезерование чистовое по контуру.

2. Сверление нескольких отверстий: Сверление четырех отверстия диаметром 16,5 мм на длину 55 мм; Сверление двух отверстий диаметром 14 мм на длину 55 мм.

3. Цекование нескольких отверстий: Цекование четырех отверстия диаметром 26 мм на длину 23 мм; Цекование двух отверстий диаметром 18 мм на длину 25 мм.

4. Зенкерование двух отверстий диаметром 15 мм на длину 32 мм.

5. Развертывание двух отверстий диаметром 16 мм на длину 32 мм.

Для установка Б переходы.

Фрезерование чистовое по контуру.

Сверление двух отверстий диаметром 12 мм на длину 20 мм.

Сверление четырех отверстия диаметром 16,25 мм на длину 25 мм.

Цекование четырех отверстия диаметром 22 мм на длину 8 мм.

Нарезание резьбы в двух отверстия М14 на 20 мм.

Режимы резания считаются по [8] по следующим основным формулам.

Расчет длины рабочего хода $L_{p.x.}$

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{доп}, \quad (8)$$

где $L_{рез}$ – длина обработки, мм;

y – длина подвода, врезания и перебега фрезы, мм;

$L_{доп.}$ – дополнительная длина хода из-за особенностей наладки и конструктивных параметров фрезы, мм.

Подача на зуб S_z задается справочная [9].

Заданная стойкость инструмента T_p [9].

Определяем скорость резания V :

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (9)$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от размеров заготовки;

K_2 – коэффициент состояния обрабатываемой поверхности и ее твердости;

K_3 – коэффициент стойкости инструмента и материала инструмента.

Обороты фрезы:

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

где D – диаметр фрезы, мм.

Минутная подача:

$$S_M = S_Z \cdot Z_U \cdot n, \quad (11)$$

где Z_U – число зубьев фрезы.

Основное времени обработки t_M :

$$t_M = \frac{L_{P.X.}}{S_M} \quad (12)$$

На первый переход режимы резания будут равны.

Вспомогательное время на холостые хода и переустановку заготовки составит 2,3 мин.

Основное время

$$T_o = \frac{L}{n S_o} \cdot i; \quad (13)$$

где L – длина из формулы (8), мм;

n – обороты, об/мин;

S_o – подача осевая, мм/об;

i – количество ходов инструмента, которое учитывается уже в формуле 8.

Для токарной 005 операции режимы резания следующие. Сверление - таблица 7.

Таблица 7 – Режим резания на сверление

Параметр	Размерность	Величина
Глубина резания	мм	18
Скорость резания	м/мин	56
Подача	мм/об	0,22
Проходы	-	1
Обороты шпинделя	об/мин	127
Минутная подача	мм/мин	119
Основное время	миин	0,75

Чистовое продольное точение по контуру 010 операции– таблица 8.

Таблица 8 – Режим резания переход - чистовое точение по контуру

Параметр	Размерность	Величина
Глубина резания	мм	0,35
Скорость резания	м/мин	748
Подача	мм/об	0,18
Обороты шпинделя	об/мин	1700
Мощность	кВт	3,01
Сила резания (тангенциальная)	Н	241,8
Крутящий момент	Нм	16,1
Минутная подача	мм/мин	306
Удельная производительность	мм ³ /мин	47
Основное время	миин	2,93

Режимы резания по переходам для многоцелевой операции показаны в таблице 9 для первых переходов, далее в таблице 10 для токарных переходов, в таблице 11 – для фрезерования.

В таблице 12 – режимы обработки на шлифовальной операции, таблице 13 – тонкого фрезерования.

Таблица 9 – Режим резания для 006 многоцелевой операции

Параметр	Размерность	Параметры перехода	
		Фрезерование по контуру черновое	Фрезерование по контуру чистовое
Глубина резания	мм	3,75	3
Скорость резания	м/мин	385	385
Подача	мм/об	0,21x4	0,35
Проходы	-	1	19
Обороты шпинделя	об/мин	6120	354
Мощность	кВт	9,35	-
Минутная подача	мм/мин	2570	124
Удельная производительность	см ³ /мин	174	-
Основное время	мин	5,3	4,78
Вспомогательное время	мин	2,3	
Оперативное время	мин	11,8	
Время обслуживания и отдыха	мин	0,71	
Штучное время	мин.	12,51	

Таблица 10 – Режим резания для 010 токарной

Параметр	Размерность	Переход			
		Сверление (005 операция)	Растачивание	Точение по контуру	Подрезание торца
Глубина резания	мм	18	3	3	3
Скорость резания	м/мин	56	167	190	190
Подача	мм/об	0,22	0,35	0,4	0,4
Проходы	-	1	19	13	1
Обороты шпинделя	об/мин	594	354	209	209
Мощность	кВт	-	-	9,9	-
Минутная подача	мм/мин	119	124	84	84
Основное время	мин	0,75	4,11	1,1	0,89
Вспомогательное время	мин	3,2			
Оперативное время	мин	6,11			
Время обслуживания и отдыха	мин	0,74			
Штучное время	мин.	6,85			

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{об} + T_{от}, \quad (14)$$

где T_o - основное или машинное время, мин;

T_e - время на вспомогательные переходы, мин;

$T_{об}$ - время обслуживания станка, мин;

$T_{от}$ - время отдыха, мин.

Таблица 11 – Режим резания для 015 многоцелевой операции

Параметр	Размерность	Параметры перехода	
		Фрезерование по контуру черновое	Фрезерование по контуру чистовое
Глубина резания	мм	1,5	0,5
Скорость резания	м/мин	319	261
Подача	мм/об	0,4	0,64
Проходы	-	1	1
Обороты шпинделя	об/мин	10900	12700
Мощность	кВт	-	-
Минутная подача	мм/мин	4410	8050
Основное время	мин	2,3	1,52
Вспомогательное время	мин	2,3	
Оперативное время	мин	6,12	
Время обслуживания и отдыха	мин	1,54	
Штучное время	мин.	7,66	

Таблица 12 – Режим резания для 020 плоскошлифовальной операции

Параметр	Размерность	Шлифование
Глубина резания	мм	0,3
Скорость резания	м/мин	26
Подача	мм/об	5
Проходы	-	3
Минутная подача	мм/мин	12
Основное время	мин	1,3
Вспомогательное время	мин	2,1
Оперативное время	мин	3,4
Время обслуживания и отдыха	мин	0,2
Штучное время	мин.	3,6

Время вспомогательных переходов

$$T_{\text{г}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}, \quad (15)$$

где $T_{\text{у.с.}}$ - время установки и снятия заготовки, мин;

$T_{\text{з.о.}}$ - время фиксации и раскрепления заготовки, мин;

$T_{\text{уп}}$ - время управления, мин;

$T_{\text{из}}$ - время контроля, мин.

Таблица 13 – Режим резания для 025 тонкого фрезерования

Параметр	Размерность	Фрезерование
Глубина резания	мм	0,3
Скорость резания	м/мин	229
Подача	мм/об	0,46
Проходы	-	1
Обороты шпинделя	об/мин	12700
Минутная подача	мм/мин	5850
Основное время	мин	1,52
Вспомогательное время	мин	1,8
Оперативное время	мин	3,3
Время обслуживания и отдыха	мин	0,2
Штучно-калькуляционное время	мин.	3,5

По [11] принимаем следующие нормы.

Время установки и снятия, а также фиксации и раскрепления заготовки

$$T_{\text{у.с.}} = T_{\text{з.о.}} = 5,2 \text{ мин.}$$

Время управления найдем как сумму отдельных действий

$$T_{\text{уп}} = 2 \cdot 0,01 + 0,025 \cdot 10 + 0,5 = 0,77 \text{ мин.}$$

$$\text{Время контроля } T_{\text{из}} = 2,5 \text{ мин.}$$

С учетом типа производства вспомогательное время уточняется

$$T_{\text{г}} = T_{\text{г}} \cdot k, \quad (16)$$

где k – коэффициент типа производства.

Тогда суммарное время составит с учетом времени холостых ходов и времени замены инструмента

$$T_g = 1,8(7,2 + 5,2 + 0,77 + 2,5) = 0,84 \cdot k = 27,4 \text{ мин.}$$

Для серийного типа производства $T_{об}$ и $T_{от}$ определяются как процент оперативного времени

$$T_{оп} = T_o + T_B. \quad (17)$$

Время обслуживания

$$T_{об} = T_{оп} \cdot n_{от}/100, \quad (18)$$

где $n_{от}$ – доля времени на обслуживание от оперативного времени, $n_{от} = 6,5\%$.

$$T_{об} = T_{оп} \cdot n_{от}/100, \quad (19)$$

где $n_{от}$ – доля времени на отдых от оперативного времени, $n_{от} = 6,5\%$.

Вывод по разделу

В разделе спроектирован технологический маршрут изготовления матрицы, включая выбор заготовки – проката. При проектировании заготовки использовались как табличные припуски, так и полученные расчетом. На отверстие размеры и припуски определялись аналитически. Спроектированные операции содержат все технологические переходы, выбранные для отдельных поверхностей вала, а также рассчитаны режимы резания и определены штучные времена выполнения операций. Также выбрано оснащение и оборудование.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Проектирование приспособления

3.1.1 Сбор данных

Для закрепления заготовки на операциях токарной, а также шлифовальной, используется трех кулачковый самоцентрирующий патрон.

Конструкция данного приспособления отличается универсальностью, легкой возможностью переналадки на зажим заготовок других размеров путем перестановки сменных кулачков в новое положение и фиксации их на постоянных кулачках [18].

Данное приспособление обеспечивает высокую надежность усилия зажима за счет использования механизированного привода. Расчет необходимых параметров самоцентрирующего патрона ведется в соответствии с методикой [1].

Все исходные данные даны в разделе 2.

3.1.2 Расчет сил резания

Первоначально определяется усилие резания, возникающее в процессе обработки. Поскольку данный патрон применяется на всех операциях, расчет ведется для токарной черновой операции, на которой возникают максимальные силы резания, связанные со снятием максимальных напусков и припусков.

Для рассчитанных режимов резания сила резания будет равна [13]

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p \quad (20)$$

где K_p - коэффициент на условия обработки (материал чугун с HB300, угол в плане, передний угол и угол наклона кромки)

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\alpha p} \quad (21)$$

$$K_p = \left(\frac{300}{190}\right)^{0,4} \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,07.$$

Коэффициенты уравнения: $C_p = 92$; $x = 1$; $y = 0,85$.

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 2,6^1 \cdot 0,5^{0,85} \cdot 80^0 \cdot 1,07 = 1420 \text{ Н}.$$

3.1.3 Расчет усилия зажима

Для того чтобы определить усилие зажима необходимо использовать стандартную расчетную форму, куда входит усилие закрепления, параметры обрабатываемой поверхности [21], параметры базовой поверхности, по которой ведется зажим заготовки, а также коэффициент трения между кулачками и базовой поверхностью [4]. Схема базирования на рисунке 6. Расчетная схема на рисунке 7.

$$W = 2 \frac{k \cdot M_{kp}}{f \cdot d_0 \cdot n}, \quad (22)$$

где k – коэффициент запаса;

M_{kp} – момент сил резания, Нм;

d_0 – размер шейки для зажима, м;

f – коэффициент трения на зажимной поверхности, $f = 0,18$;

n – число кулачков.

В формулу также входит коэффициент безопасности, который зависит от ряда параметров [20], которые учитывают вид привода, характер базовой поверхности, эргономичности закрепления при ручном приводе

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 1,5, \quad (23)$$

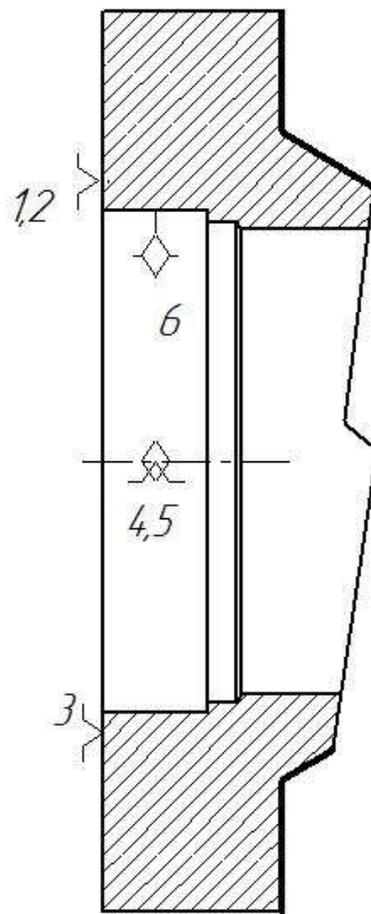


Рисунок 6 - Схема базирования

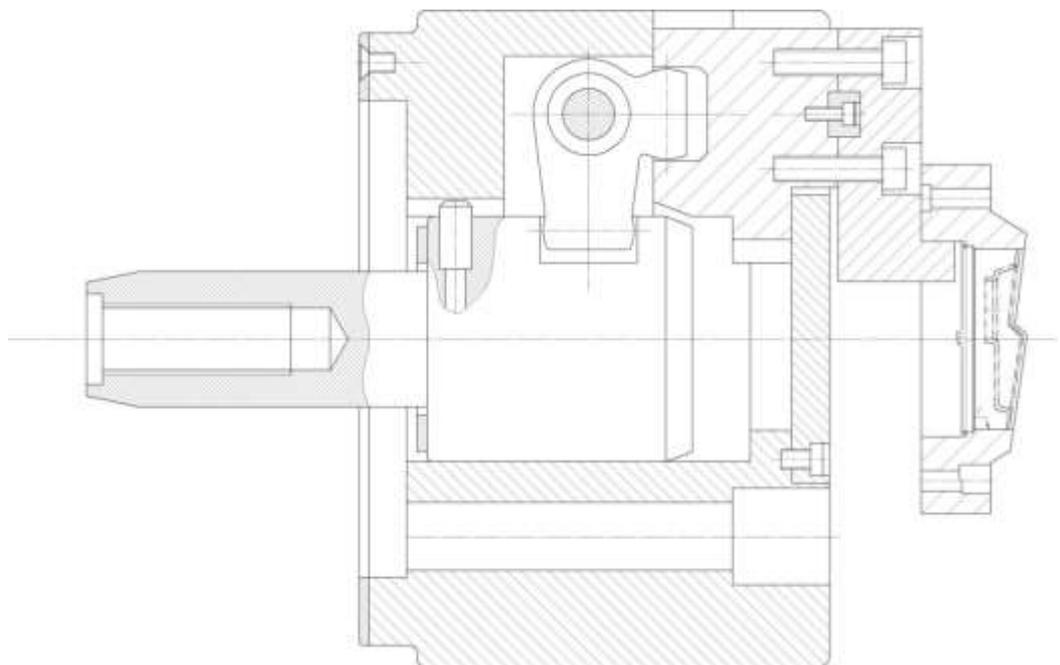


Рисунок 7 - Схема закрепления

В результате расчета получаем усилие закрепления

$$W = \frac{2,5 \cdot 2 \cdot 1420 \cdot 0,07}{0,18 \cdot 0,070 \cdot 3} = 13148 \text{ Н.}$$

Учитываем потери на трение в подвижных кулачках:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3 \cdot l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (24)$$

где l_1 – вылет от центра зажимного участка до оси направляющей постоянного кулачка, $l_1=80$ мм;

H_k – длина направляющей постоянного кулачка, $H_k=62$ мм;

f_1 - коэффициент трения, $f_1=0,1$.

$$W_1 = \frac{13148}{1 - \left(\frac{3 \cdot 80}{62} \cdot 0,1 \right)} = 21913 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

После расчета силы закрепления необходимо рассчитать усилие на приводе Q . В данном случае применим пневматический привод зажима. С учетом рычажного зажимного механизма (рисунок 8), предусмотренного в конструкции патрона. Усилие зажима будет увеличено по сравнению с усилием на штоке с учетом соотношения длина рычагов

$$Q = \frac{W_1 \cdot (l + l_3 \cdot f + 0,96 \cdot r \cdot f_o)}{l_1 - 0,4 \cdot r \cdot f_o}, \quad (25)$$

где l, l_1, l_2 – размеры рычага по рисунку 3, мм;

f_o, f - коэффициенты трения.

$$Q = \frac{21913 \cdot (0,015 + 0,026 \cdot 0,1 + 0,96 \cdot 0,0085 \cdot 0,1)}{0,04 - 0,4 \cdot 0,0085 \cdot 0,1} = 1110 \text{ Н.}$$

Усилие на штоке определяет и размер корпуса

$$D = d_3 + 2 \cdot H_k = 280 + 2 \cdot 110 = 400 \text{ мм} \quad (26)$$

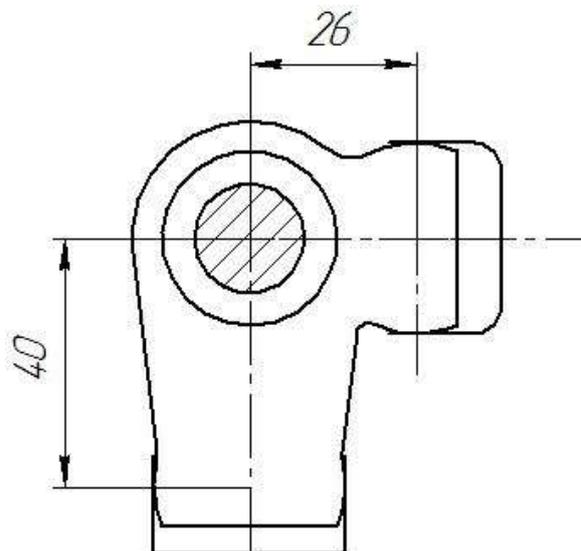


Рисунок 8 – Рычаг

3.1.5 Расчет силового привода

Размер поршня, который необходим для создания усилия зажима:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (27)$$

где p – давление среды.

Для стандартного давления в пневмосистеме 1 МПа, диаметр поршня равен.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1110}{1 \cdot 0,8}} = 42 \text{ мм.}$$

С учетом сравнения его со стандартным значением (не более 200 мм) конструкция привода зажима является компактной. Оставляем ее без изменений. Ход поршня:

$$S_q = \frac{S_w}{i_n}, \quad (28)$$

где $S_w = 5$ мм – свободный ход кулачков, мм.

$i_n = 0,73$ - передаточное отношение смещения.

$$S_q = \frac{5}{0,73} = 6,8.$$

Принимаем $S_q = 8$ мм.

3.1.6 Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении

Погрешность кулачков определяется проточкой с погрешностью 0,008 мм [19]. Добавим погрешности от силы закрепления 0,01 мм.

Тогда суммарная погрешность [20]:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,008^2} = 0,013 \text{ мм.}$$

Это не больше допустимого допуска ($0,065 \cdot 1/3 = 0,021$ мм).

3.1.7 Описание конструкции приспособления

Патрон применяется на токарной и шлифовальной операциях. Для усиления зажимного усилия на кулачках применяется зажимной рычажный механизм.

Патрон содержит пневматический привод 1, на конце которого установлена соединительная муфта 2 для подачи сжатого воздуха. Из привода 1 выходит соединительный шток 2, который по резьбовой шейке соединяется с центровиком 3, который перемещается по ступенчатому центральному отверстию в корпусе 4. Этот корпус 4 устанавливается на

шпиндель станка по центрирующему отверстию и фиксируется винтами (на чертеже не показаны). Для исключения проворачивания центровика 3 используется направляющий штифт 5, который скользит по направляющему пазу в корпусе 4. В пазах в положении под 120° установлены на осях 6 рычаги 7. Они контактирует скругленной поверхностью с центровиком 3. Другой скругленной поверхностью рычаг 7 входит в паз постоянных кулачков 8, которые перемещаются в Т - образных направляющих пазах корпуса 3. На выступающей части постоянных кулачков 8 по шпонкам 16 закреплены винтами 17 сменные кулачки 9. От попадания грязи, стружки, пыли внутрь корпуса применяется защитная крышка 10, которая при помощи винтов 19 зафиксирована на корпусе 3.

Патрон работает следующим образом. После установки на шпиндель и фиксации винтами идет установка заготовки с упором по торцовой поверхности сменных кулачков 9. Давление подается в правую полость пневматического привода 1. Шток 5 пневматического привода перемещает центровик 4. В корпусе 3 рычаги 7 поворачиваются по часовой стрелке. Осуществляется перемещение постоянных 8 и сменных кулачков 9 радиально к осевой.

После подачи давления в левую полость центровик 4 смещается вправо, поворачивая кулачки против часовой стрелки, что приводит к движению постоянных 8 и сменных 9 кулачков от осевой линии. Происходит раскрепление заготовки.

3.2 Проектирование инструмента

На операции 020 многоцелевой обрабатывается профильная поверхность в заготовке из стали X12Ф1 ГОСТ 1412-85, твердостью 57...61 HRC, на многоцелевом станке VTC-200G (B). Базовый инструмент: 2844-0713 Фреза диаметр 20 мм, z=24 BK8 ГОСТ 18944-73 [13].

Для обработки плоскости рассчитаем фрезу с твердосплавными пластинами с механическим креплением.

Расчет ведем по [13]. Определяем наружный диаметр и диаметр посадочного отверстия фрезы.

Остальные геометрические параметры [20]. Вспомогательный угол в плане: $\varphi_1 = 16^\circ$. Передний угол: $\gamma = +11^\circ$. Главный угол в плане $\varphi = 54^\circ$.

Угол наклона пластинок: $\omega = 8^\circ$. Фаска пластины $f=0,2$ мм.

При фрезеровании на инструмент начинают действовать значительные динамические нагрузки. Для того чтобы сгладить этот недостаток проектируемая фреза должна иметь виброгасящие (демпфирующие) элементы. Это позволит повысить стойкость инструмента.

Концевая фреза с закругленной режущей частью, предназначена для обработки фасонных поверхностей. Она состоит из корпуса 1, который имеет конический хвостовик с выступающей резьбовой частью. По резьбе происходит установка по конической поверхности в промежуточную оправку. Режущие пластины имеют закругленную режущую кромку и закрепляются в пазах корпуса при помощи винтов 3.

Выводы по разделу

В разделе выполнено проектирование станочного зажимного приспособления для закрепления заготовок матрицы на токарной и шлифовальной операциях механической обработки и обрабатываемого инструмента для обработки профильной фасонной поверхности – сферической фрезы. Станочное приспособление обеспечивает точное и надежное закрепление заготовки.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Необходимо с учетом выявленных вредных факторов технологического процесса изготовления матрицы пресс формы разработать меры по защите от них.

Работа: «Технологический процесс изготовления матрицы пресс формы».

Последовательность этапов разработки мер защиты выполнена по [3].

4.1 Планировка участка

В технологической части разработана технология изготовления матрицы пресс формы в мелкосерийном производстве.

Планировка участка изготовления матрицы показана на рисунке 9.

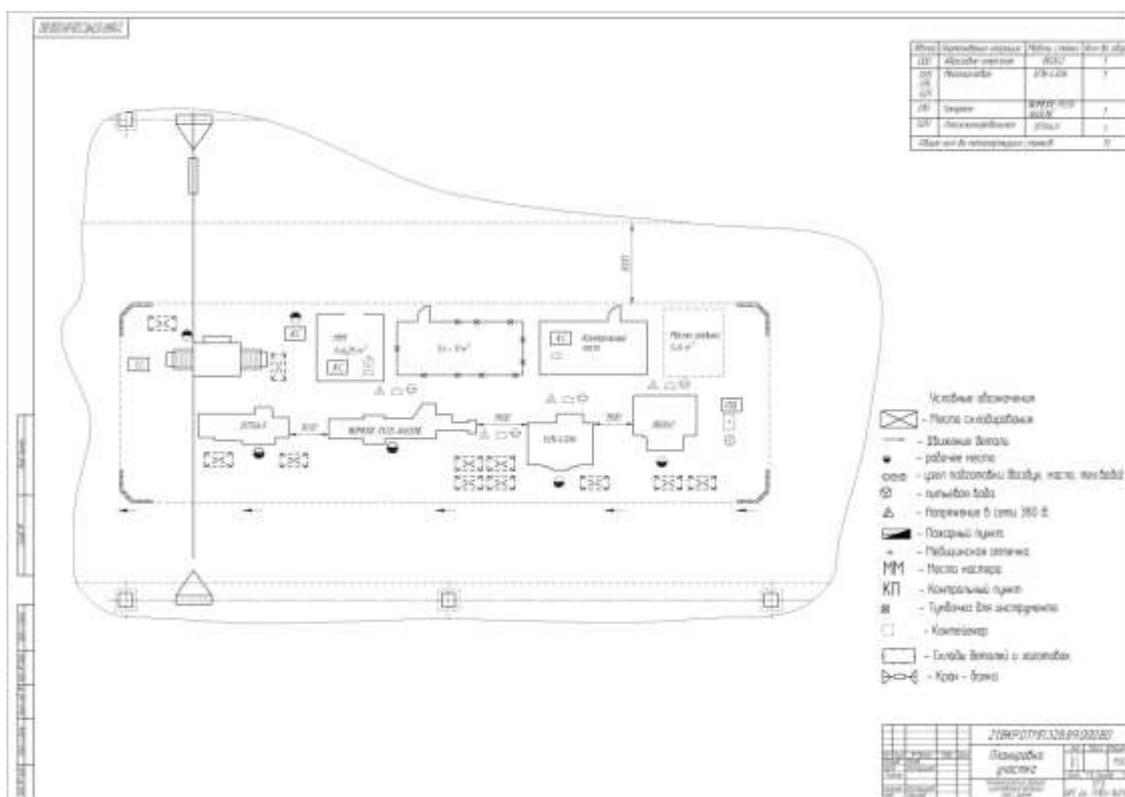


Рисунок 9 – Участок обработки матрицы пресс формы

Для условий данного производства изготовление деталей проводится на участке с универсальным оборудованием.

4.2 Оборудование на производственном участке

По разработанной технологии в соответствии с операциями изготовления матрицы пресс формы на участке есть следующее оборудование:

- абразивно отрезной станок 8B262;
- многоцелевой станок VCN-430A;
- токарный станок NUMERIC PLUS A60CNC;
- индукционная печь и закалочная ванна;
- плоскошлифовальный станок 3П754Л;
- моечная в камере;
- контрольная на столе.

Выбранные станки и их количество представлено в таблице 14.

Таблица 14 –Список обрабатывающих станков

Оборудование	Количество, шт
Абразивно отрезной станок 8B262	1
Многоцелевой станок VCN-430A	1
Токарный станок NUMERIC PLUS A60CNC	1
Индукционная печь и закалочная ванна	1
Плоскошлифовальный станок 3П754Л	1
Моечная машина	1
Итого:	6

В таблице 15 для всех операций расписывается, где они проводятся, а также их содержание. Дублирующие переходы указаны один раз. Также не указаны аналогичные переходы при повороте заготовки для ее обработки из-за необходимости инструментальной доступности с различных сторон.

Таблица 15 – Маршрут по обработке матрицы пресс формы

Цех	Операция	Наименование	Оборудование	Содержание
Механический	000	Заготовительная	Абразивно отрезной станок 8В262	Вырезка плиты
Механический	005	Многоцелевая	Многоцелевой станок VCN-430А	Фрезерование черновое Сверление Растачивание
Механический	010	Токарная	Токарный станок NUMERIC PLUS А60СNC	Обтачивание черновое и чистовое Растачивание отверстия
Механический	015	Многоцелевая	Многоцелевой станок VCN-430А	Фрезерование чистовое Сверление Цекование Зенкерование развертывание Нарезание резьбы
Термический	020	Термообработка	Печь	Закалка
Механический	025	Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальный станок 3П754Л	Шлифование торца
Механический	030	Многоцелевая	Многоцелевой станок VCN-430А	Фрезерование тонкое
Механический	035	Моечная	Моечная машина	Мойка с сушкой
Механический	040	Контрольная	Контрольный стенд	Контроль

4.3 Анализ вредных производственных факторов

Проектирование подробно проведено для черновой многоцелевой и чистовой операций. Это связано в первом случае с лимитирующей операцией по времени, во втором – с необходимостью сформировать окончательно высокие требования к сложно профильной поверхности матрицы пресс формы.

С учетом этого общий перечень вредных факторов приведен в таблице 16.

Таблица 16 – «Опасные и вредные производственные факторы» [4]

Операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, для снижения вредных воздействий
Многоцелевые	Испарение СОЖ Стружечная пыль Шум Острые кромки Подвижные части механизмов Электрическое напряжение Высокая температура	Использование: ограждения рабочей зоны станка; общей и местной вентиляция; беруши с перчатками; виброгасящих устройств; заземления; использование СОЖ
Токарная	Испарение СОЖ Стружечная пыль Шум Подвижные части механизмов Электрическое напряжение Высокая температура	Использование: ограждения рабочей зоны станка; общей и местной вентиляция; беруши с перчатками; виброгасящих устройств; заземления; использование СОЖ
Шлифовальная	Испарение СОЖ Стружечная пыль Шум Подвижные части механизмов Электрическое напряжение Высокая температура	Использование: ограждения рабочей зоны станка; общей и местной вентиляция; беруши с перчатками; виброгасящих устройств; заземления; использование СОЖ
Термообработка	Испарение Высокая температура	Использование: ограждения рабочей зоны; общей и местной вентиляция

Выводы по разделу

В разделе с учетом используемого оборудования и содержания операций для определенных вредных производственных факторов предложены меры по снижению их вредного влияния для технологии изготовления матрицы пресс формы.

5 Экономическая эффективность работы

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

Для выполнения поставленной цели данного раздела, необходимо подвести итог проделанной работе по данной теме. При написании бакалаврской работы было предложено изменение способа фрезерования шлицев. До совершенствования операции технологического процесса изготовления детали «Матрица пресс-формы», фрезерование по контуру осуществляется фрезой цельной 2844-0712 ВК8 ГОСТ 18944-73, после – фрезой сборной с пластинами из ТТ20К9. С технологической стороны было достигнуто сокращение основного времени выполнения этих процессов в 2 раза и соответственно уменьшилось штучно-калькуляционное время выполнения операции на 32,7 % (с 5,2 до 3,5 минут). Далее предстоит проверить эффективность с точки зрения экономической целесообразности применения данных изменений.

Все необходимые технические параметры: машинное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на данной операции, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники:

- паспорт станка;
- учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 15.03.03 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»;

- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [6, с. 15-23].

Далее будут представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 10, показаны значения, из которых складываются капитальные вложения, их величина составит 9 767,14 рублей.

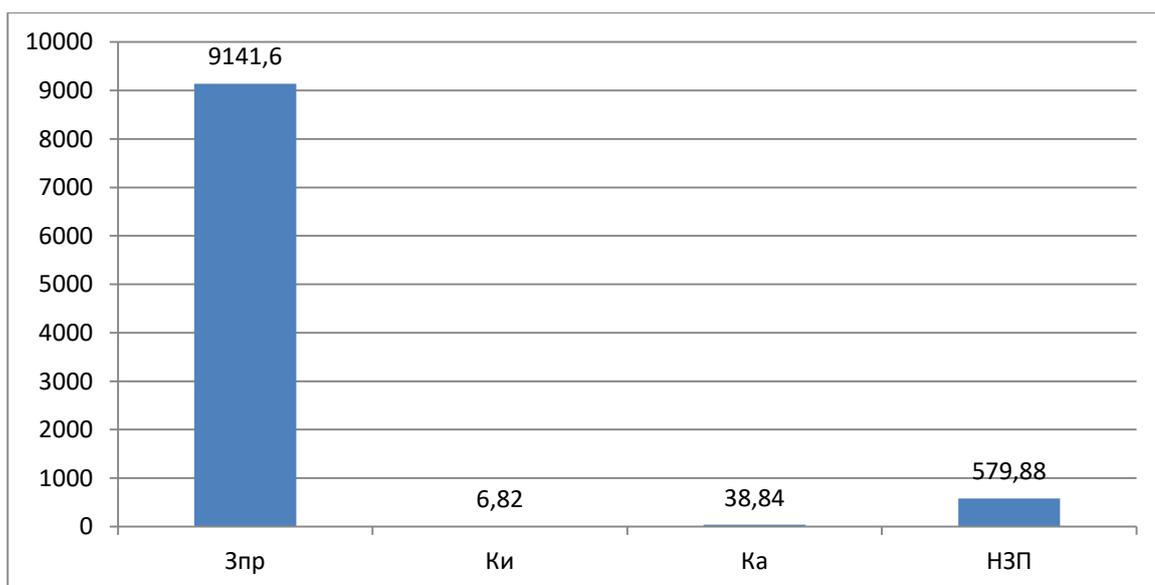


Рисунок 10 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 10, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затраты являются затраты на проектирование ($Z_{ПР}$), с величиной 93,6 % от всей величины капитальных вложений

Все остальные значения не превышают 6 %, и имеют долю 5,94 %, это величина незавершенного производства ($НЗП$), 0,04 % – прямые капитальные вложения в перепрограммирование оборудования (K_A) и 0,07 % – затраты на инструмент (K_{II}).

На рисунке 11 представлены показатели, из которых складывается технологическая себестоимость детали «Матрица пресс-формы», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса. В состав технологической себестоимости не включена величина основных материалов за вычетом отходов, это связано с тем, что в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не метался, поэтому расходы на материал остаются без изменения.

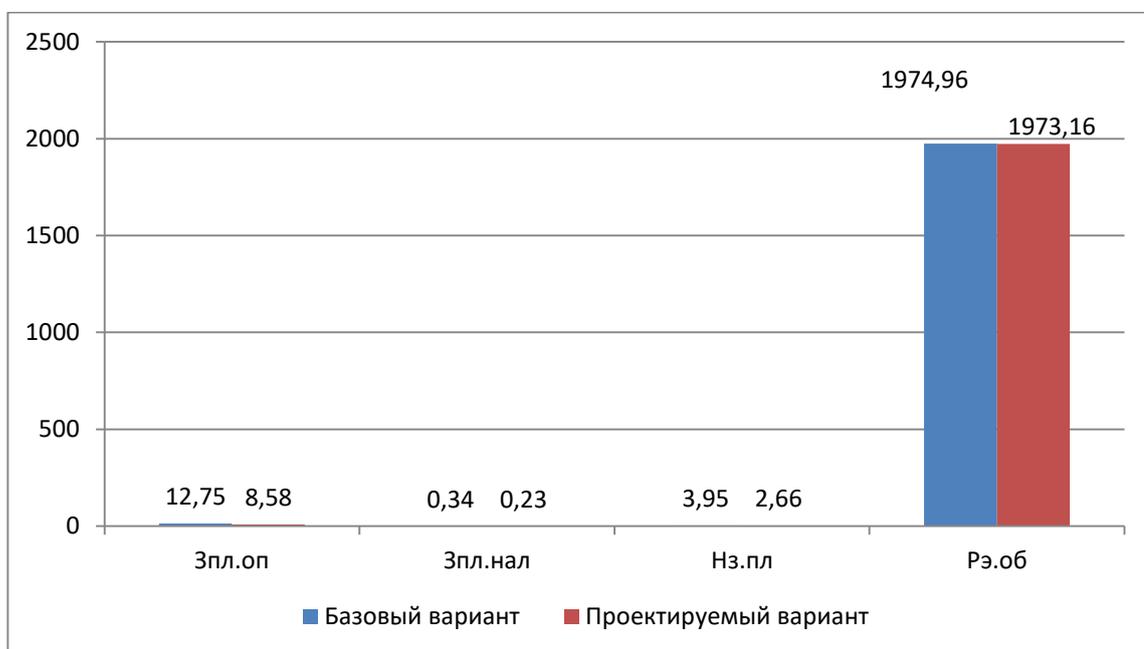


Рисунок 11 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Матрица пресс-формы», по вариантам, руб.

Анализируя диаграмму на рисунке 11, видно, что максимальное влияние на технологическую себестоимость оказывает величина расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{Э.ОБ}$), применяемого на этой операции. В базовом варианте доля этого показателя составила 99,14 %, а в проектируемом варианте – 99,42 %.

Кроме расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, есть еще два показателя, которые оказывают существенное влияние на величину технологической себестоимости, это:

- заработная плата рабочего оператора ($Z_{ПЛ.ОП}$), с объемом величины в базовом варианте 0,64 %, а в проектируемом – 0,43 % от всего значения технологической себестоимости;

- начисления на заработную плату ($H_{З.ПЛ}$), которые напрямую зависят от величины основной заработной платы, доля этого показателя для базового варианта составила 0,2 %, а в проектируемом – 0,13 %, от размера технологической себестоимости.

Величина заработной платы наладчика ($Z_{ПЛ.НАЛ}$) существенного влияния на величину технологической себестоимости не оказывает, т. к. в обоих вариантах ее доля составляет менее 1 %, а именно, в базовом варианте – 0,02 %, а в проектируемом – 0,01 %.

Данные показатели позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Матрица пресс-формы» по анализируемой операции технологического процесса, представлены на рисунке 12.

Согласно рисунку 12, значение полной себестоимости ($C_{ПОЛН}$) для базового варианта составило 1 681,38 рублей, а для проектируемого варианта – 1 370,54 рублей. Значения по вариантам отличаются, а это значит, что появляются условия для получения ожидаемой прибыли от снижения себестоимости.

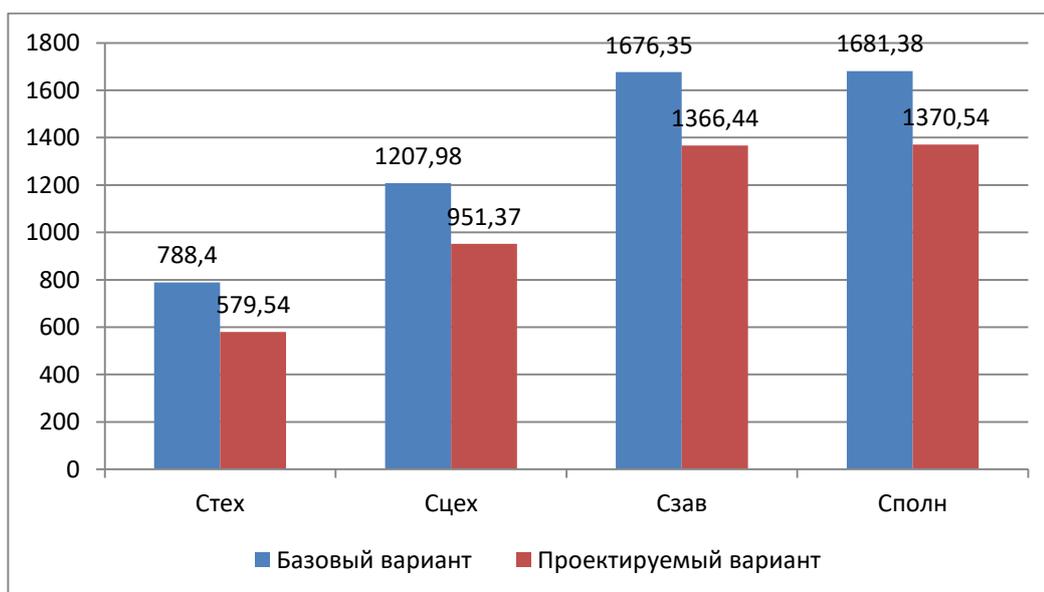


Рисунок 12 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 9 767,14 рублей, окупятся в течение 4-х лет. Такой срок является максимально допустимым для совершенствований технологического характера. Однако прежде чем говорить об эффективности этих совершенствований, необходимо проанализировать такой экономический показатель как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного значения составляет 9 407,81 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенного мероприятия. А это значит, что на каждый вложенный рублю будет получен доход 1,14 рублей.

Выводы по разделу

В экономическом разделе выполнено сравнение базового и проектного вариантов.

Заключение

В работе выполнено проектирование технологии изготовления матрицы пресс-формы для условий мелкосерийного производства. Данная деталь входит в комплект штамповочной оснастки и выполняется из материала нержавеющей стали X12Ф1, которая имеет плохую обрабатываемость.

С учетом мелкосерийного типа производства в работе выбран метод получения заготовки резкой из проката плиты на фрезерно-отрезном станке. Для формирования цилиндрической формы детали используется обработка на фрезерном станке концевой фрезой.

Обработка данной детали характеризуется особой не технологичностью, которая связана с фасонной формой формирующей поверхности, которая выполняется по программе по соответствующей цифровой модели детали.

Технические требования на матрицу очень высокие. Поэтому цикл обработки в себя включает как черновую, получистовую лезвийную обработку, так и отделочное шлифование.

Поскольку заготовка отличается самой простой формой, первым этапом является снятие напуска. Эта операция и переход являются лимитирующими, так как снимается большой объем материала.

Для фасонной поверхности используется сферическая концевая фреза. Для зажима заготовки используются универсальные приспособления типа тисков или кулачковая оправка, спроектированные в соответствующем разделе конструкторской части работы.

Технология характеризуется использованием универсальных станков с числовым программным управлением. Из-за наличия большого количества отверстий различного диаметра в технологию включается обработка операция по сверлению ступенчатых отверстий, включая высокоточные отверстия по 6 качеству точности.

В технологии также используется токарная операция для обтачивания цилиндрической поверхности наружного и внутреннего отверстия. Из-за высоких требований к установочной плоскости в технологии используется плоскошлифовальная операция, а для получения высоких показателей для фасонной поверхности используется фасонной шлифование профильным кругом.

Обеспечение высокой износостойкости пресс формы в технологическом процессе задействована термическая операция – закалка до твердости около 60 единиц по шкале Роквелла.

Предусматриваются меры по охране труда и защите окружающей среды. В экономическом разделе выполнено сравнение базового и проектного вариантов. Все расчеты сведены в технологическую документацию.

Список используемых источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с.
2. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с.
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.
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.
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.
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.
9. Обработка металлов резанием : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва

: Машиностроение, 2004. - 784 с.

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.

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.

13. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с.

14. 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.

15. Станочные приспособления / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

16. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / А. И. Астахов [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 591 с.

17. 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.

18. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с.

19. Heinz, Tschätsch Applied Machining Technology / Tschätsch Heinz – Springer-Verlag : Berlin, Heidelberg, 2009. – p. 396
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. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 3.1105-84 Форма 7а		
Дуэт												
Вид												
Табл.												
											3	
											005	
КЭ	Карта эскизов											

