

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 корпуса плиты кондуктора

Студент	<u>Н.П. Голев</u> (И.О. Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
Консультанты	<u>к.э.н., доцент Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	

Тольятти 2021

Аннотация

Технологический процесс изготовления корпуса плиты кондуктора. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2021.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления корпуса плиты кондуктора для условий среднесерийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, маршрут обработки, план обработки, технологическое оснащение, режимы обработки, приспособление, инструмент, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность.

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

- проведен первичный анализ исходных данных, с определением критериев технологичности, параметров материала, условий функционирования;
- подобран метод и спроектирована заготовка;
- проработаны отдельные операции технологического процесса, и сформирована на данной базе высокопрогрессивная технология, с использованием современного уровня производства;
- разработана высокопрогрессивная оснастка и инструмент, для реализации технологического процесса;
- в графической части выполнен рабочий чертеж детали, чертежи заготовки, плана обработки, наладок, приспособления и инструмента;
- проведен анализ экономической эффективности и безопасности технологического процесса.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 63 страниц, содержащую 19 таблиц, 8 рисунков, и графическую часть, содержащую 8 листов.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	6
1.3 Технологичность детали.....	8
1.4 Задачи работы.....	8
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	13
2.4 Разработка технологических операций.....	22
3 Расчет и проектирование оснастки.....	24
3.1 Расчет и проектирование приспособления.....	24
3.2 Совершенствование оснастки.....	27
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	42
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	42
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	42
4.3 Методы и технические средства снижения рисков.....	43
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	44
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта...	46
4.6 Выводы по разделу.....	47
5 Экономическая эффективность работы.....	48
Заключение.....	52
Список используемых источников.....	53
Приложение А Маршрутная карта.....	56
Приложение Б Операционные карты.....	59
Приложение В Спецификация.....	63

Введение

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Её продукция – машины различного назначения, поставляются всем отраслям народного хозяйства. Рост промышленности и народного хозяйства, а так же темпы перевооружения их новой технологией и техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения.

В этой связи важнейшей задачей является повышение качества продукции машиностроения. Одним из эффективных способов повышения точности изготовления деталей является применение специальной оснастки для направления и фиксации режущего инструмента в процессе обработки детали, такие как, например кондукторные плиты, упоры и т.д.

Кондукторные плиты нашли широкое применение в различных типах производства, для решения различных задач, в том числе в условиях автоматизированного производства. Важной особенностью такого рода устройств является достаточно высокая сложность конструкции, высокая стоимость. Однако, применение такого рода устройств позволяет сразу получить с одной базы целую группу отверстий с высокой точностью их взаимного расположения.

Важнейшей деталью кондукторной плиты, определяющей ее надежную работу, является - корпус плиты кондуктора. Корпус плиты кондуктора необходим для конструктивного размещения других деталей на своих рабочих поверхностях, и для обеспечения высокой точности взаимного расположения данных деталей. Таким образом, можно сказать, что тема данной бакалаврской работы является актуальной.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: разработка технологического процесса (ТП) изготовления корпуса плиты кондуктора с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Кондукторные плиты нашли широкое применение в различных типах производства, для решения различных задач, в том числе в условиях автоматизированного производства. Важной особенностью такого рода устройств является достаточно высокая сложность конструкции, высокая стоимость. Однако, применение такого рода устройств позволяет сразу получить с одной базы целую группу отверстий с высокой точностью их взаимного расположения.

Важнейшей деталью кондукторной плиты, определяющей ее надежную работу, является - корпус плиты кондуктора. Корпус плиты кондуктора необходим для конструктивного размещения других деталей на своих рабочих поверхностях, и для обеспечения высокой точности взаимного расположения данных деталей. Точность таких рабочих поверхностей корпуса достигает седьмого квалитета, а шероховатость значения 1,6 микрометра. При этом, твердость детали достигает не менее 200 НВ.

Для достижения данных требований, с наименьшими затратами, необходимо проектирование высокопрогрессивной технологии, с использованием современного уровня производства.

Материалом детали – «Корпус плиты кондуктора» является сталь 20Л. Данная сталь обладает повешенными литейными свойствами, позволяющими существенно снизить брак в процессе литья и существенно повысить качество отливок.

В таблицах 1 и 2, расположенных ниже, указаны основные свойства и состав стали 20Л. Основными свойствами, влияющими на работоспособность материала в процессе изготовления и эксплуатации, являются: вид поставки, предел прочности, твердость, удлинение при разрыве. Остальные свойства для деталей данного типа не являются критически важными. С точки зрения

состава материала критически важными нужно считать количество углерода, железа, хрома, никеля, марганца и других элементов.

Таблица 1 – Характеристики стали 20Л.

Твердость, НВ	Предел прочности, МПа	Вид поставки	Относительное удлинение, %
179-220	180	Отливка	1-1,1

Таблица 2 – Состав стали 20Л.

Элемент	C	Fe	S	Si	Ni	Mn	Cr	Cu
Содержание в %	0,15-0,25	остальное	не более 0,15	не более 0,3	не более 0,3	0,2-0,5	0,9-1,1	не более 0,3

1.2 Классификация поверхностей детали

Дальнейшее проектирование технологического процесса (ТП) детали требует всестороннего анализа конструктивных особенностей каждой из ее поверхностей. Для удобства проведения такого анализа, каждой из поверхностей присваивается определенный номер, а результатом анализа является отнесение каждой конкретной поверхности к определенной классификационной группе по служебному назначению.

На рисунке 1 показан общий вид детали, с обозначенной определенным номером каждой поверхности. Всего деталь имеет тридцать две поверхности разного назначения. Ориентируясь на рисунок 1, отнесем каждую из поверхностей к определенной классификационной группе по служебному назначению:

- поверхность 1 – основная база;

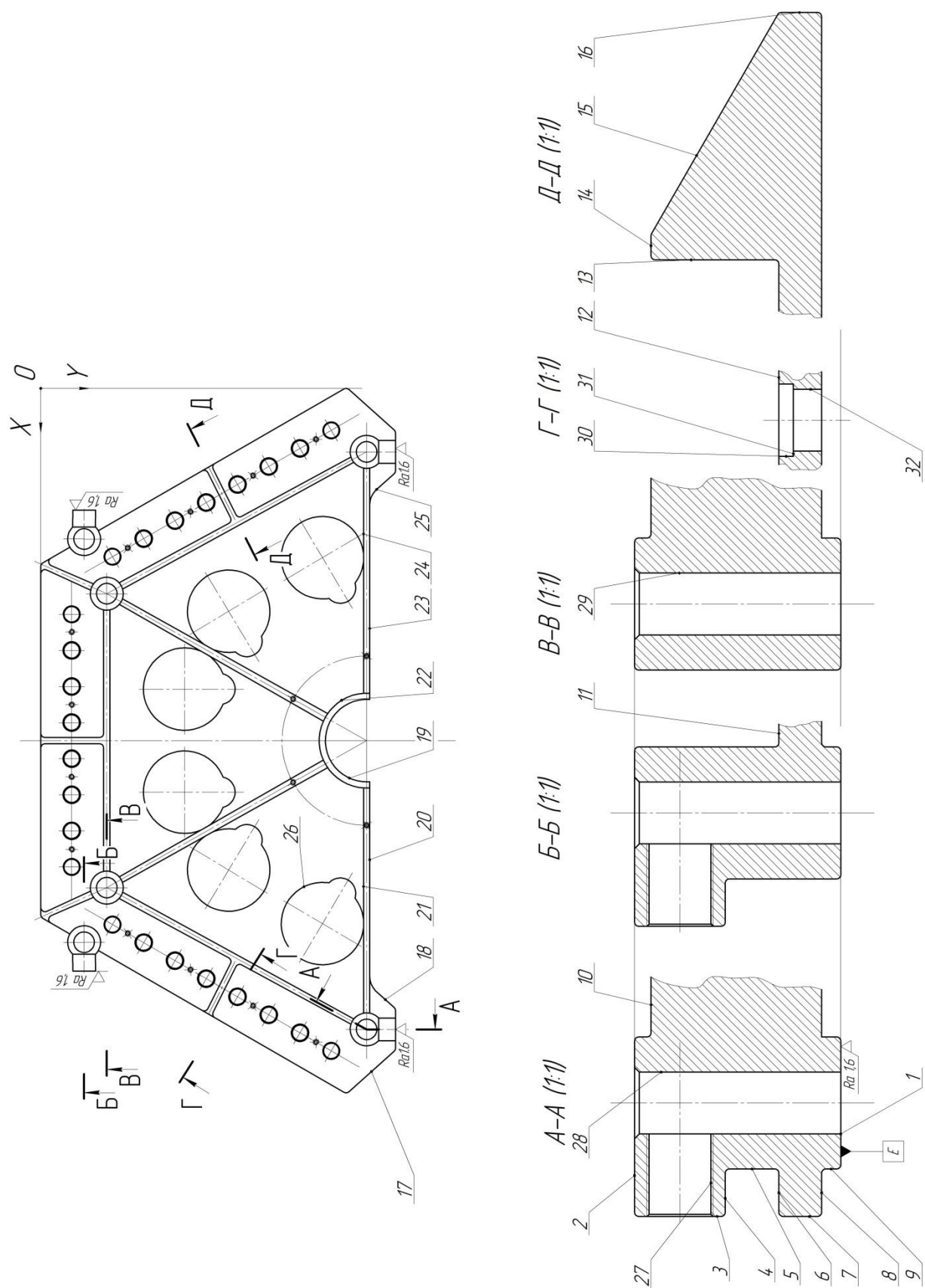


Рисунок 1 – Деталь - «Корпус плиты кондуктора», общий вид

- поверхности 30,31,32 – исполнительные поверхности;
- поверхности 2,3,27,28,29 – вспомогательные базы;
- остальные поверхности – свободные поверхности.

Опираясь на данную классификацию можно перейти к последующим этапам проектирования ТП.

1.3 Технологичность детали

Количественная оценка критериев технологичности детали, представлена ниже в форме таблицы 3.

Таблица 3 – Критерии технологичности детали

Критерий технологичности	Расчетная зависимость	Значение критерия
Критерий по шероховатости	$K_{ш}=1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1/10=0,1$
Критерий по материалу	$K_{м}=М_{д}/М_{з}$	$K_{м} = 18,5/24,5 = 0,75$
Критерий по унификации	$K_{у}=Q_{у.}/Q_{э}$	$K_{у}=8/32=0,25$
Критерий по точности	$K_{т}=1-1/T_{ср}$	$K_{т} = 1-(1/12,5)=0,92$

Вывод: деталь - «Корпус плиты кондуктора», согласно количественным критериям технологичности показывает по большинству критериев достаточно низкую технологичность, что существенно усложняет дальнейшее проектирование ТП.

1.4 Задачи работы

Раздел «Введение» данной бакалаврской работы необходим для формирования цели, которая и была сформулирована в окончании данного раздела. Данной цели подчинены все разделы данной работы, по мере выполнения работы будут последовательно решаться отдельные, локальные задачи, решение которых в полном объеме позволит достигнуть

поставленной цели. К таким последовательно решаемым локальным задачам можно отнести следующие задачи:

- первичный анализ исходных данных, с определением критериев технологичности, параметров материала, условий функционирования;
- в графической части выполнение рабочего чертежа детали;
- подбор метода и проектирование заготовки;
- в графической части выполнение рабочего чертежа заготовки;
- проработка отдельных операций ТП, и формирование на данной базе высокопрогрессивной технологии, с использованием современного уровня производства;
- в графической части выполнение рабочего чертежа плана обработки;
- в графической части выполнение рабочего чертежа наладок;
- разработка высокопрогрессивной оснастки, для реализации ТП;
- в графической части выполнение рабочего чертежа высокопрогрессивной оснастки;
- разработка высокопрогрессивного инструмента, для реализации ТП;
- в графической части выполнение рабочего чертежа высокопрогрессивного инструмента;
- разработка эффективных мероприятий в области охраны труда;
- определение величины экономического эффекта.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор типа производства и его стратегии

Для определения типа производства будем использовать методику [18], которая позволяет очень быстро определить искомый тип производства. Данная методика использует два основных параметра: годовую программу – 1000 дет./год и масса – 18,5 кг. Тогда, согласно, данной методики [18], тип производства – среднесерийный.

Данный тип производства широко используется в современном машиностроении, он подразумевает регулярное повторение партий изделий определенной номенклатуры. Стратегически такому типу производства присущи следующие характеристики:

- высоко универсальность оборудования;
- высоко универсальность инструмента;
- высоко универсальность средств контроля;
- высоко универсальность оснастки;
- высоко квалифицированность операторов и наладчиков;
- высоко применяемость достижений науки в ТП;
- организация ТП, по переменнo-поточному принципу;
- документация в виде технологических карт;
- распределение оборудования в цеху – по предметно замкнутым участкам и по типу;
- по заготовке – отливка, штамповка, сварка;
- значение критерия концентрации операций 10-20;
- перемещение деталей электрокаром или вручную;
- режимы обработки – по нормативам;
- определение характеристик ТП с точки зрения нормирования – по нормативам;
- нахождение припусков – по переходам.

2.2 Выбор метода получения заготовки

Исходя из стоимостных и конструктивных характеристик данной детали, можно предложить два метода получения заготовки: литье в землю и литье по выплавляемым моделям. Окончательный выбор метода получения будет сделан после расчета стоимости обоих вариантов по методике [17]. Данные по этому расчету представлены ниже в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет стоимости заготовки

«Метод получения заготовки» [17]	«Масса детали, кг» [17]	«Масса заготовки, кг» [17]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [17]	«Стоимость механической обработки, руб.» [17]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [17]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [17]
Отливка в землю	18,5	24,5	50	420	1,4	1345
Отливка по выплавляемым моделям	18,5	22,5	150	380	1,4	3155

Как видно из таблицы 4 вариант номер один – отливка в землю является более предпочтительным по стоимости. По формуле 1 определим приблизительную величину стоимостного эффекта от применения отливки.

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2) \times N = (3155 - 1345) \times 1000 = 1810000 \text{ руб.} \quad (1)$$

Таким образом, можно сказать, что применение отливки в землю позволит получить сравнительный эффект, в сравнении с отливкой по выплавляемым моделям в размере 1810000 рублей, поэтому заготовка должна получаться в ТП именно этим способом.

Данный метод достаточно технологичен и универсален, обладает необходимой производительностью и точностью, что соответствует

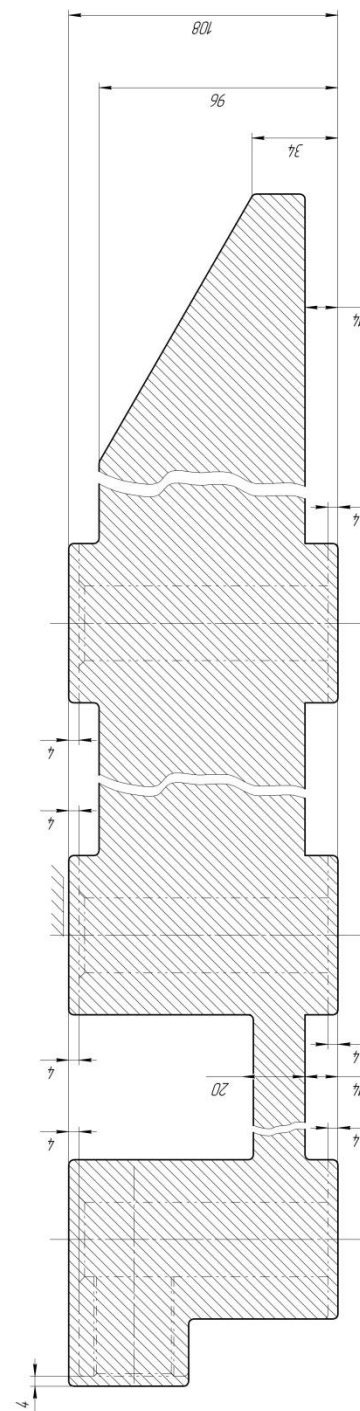
Technical drawing of a mechanical part, likely a bracket or support, showing dimensions and section B-B.

Dimensions:

- Overall width: 900
- Overall height: 782
- Top flange width: 684
- Top flange thickness: 550
- Bottom flange width: 550
- Bottom flange thickness: 59
- Distance between mounting holes: 100
- Mounting hole diameter: $\phi 44$
- Mounting hole offset: 4
- Section A-A location: 560
- Section B-B location: 683
- Section C-C location: 1208
- Section D-D location: 1366
- Section E-E location: 560
- Section F-F location: 356
- Section G-G location: 252
- Section H-H location: 356
- Section I-I location: 252
- Section J-J location: 356
- Section K-K location: 252
- Section L-L location: 356
- Section M-M location: 252
- Section N-N location: 356
- Section O-O location: 252
- Section P-P location: 356
- Section Q-Q location: 252
- Section R-R location: 356
- Section S-S location: 252
- Section T-T location: 356
- Section U-U location: 252
- Section V-V location: 356
- Section W-W location: 252
- Section X-X location: 356
- Section Y-Y location: 252
- Section Z-Z location: 356
- Section AA-AA location: 252
- Section BB-BB location: 356
- Section CC-CC location: 252
- Section DD-DD location: 356
- Section EE-EE location: 252
- Section FF-FF location: 356
- Section GG-GG location: 252
- Section HH-HH location: 356
- Section II-II location: 252
- Section JJ-JJ location: 356
- Section KK-KK location: 252
- Section LL-LL location: 356
- Section MM-MM location: 252
- Section NN-NN location: 356
- Section OO-OO location: 252
- Section PP-PP location: 356
- Section QQ-QQ location: 252
- Section RR-RR location: 356
- Section SS-SS location: 252
- Section TT-TT location: 356
- Section UU-UU location: 252
- Section VV-VV location: 356
- Section WW-WW location: 252
- Section XX-XX location: 356
- Section YY-YY location: 252
- Section ZZ-ZZ location: 356
- Section AA-AA location: 252
- Section BB-BB location: 356
- Section CC-CC location: 252
- Section DD-DD location: 356
- Section EE-EE location: 252
- Section FF-FF location: 356
- Section GG-GG location: 252
- Section HH-HH location: 356
- Section II-II location: 252
- Section JJ-JJ location: 356
- Section KK-KK location: 252
- Section LL-LL location: 356
- Section MM-MM location: 252
- Section NN-NN location: 356
- Section OO-OO location: 252
- Section PP-PP location: 356
- Section QQ-QQ location: 252
- Section RR-RR location: 356
- Section SS-SS location: 252
- Section TT-TT location: 356
- Section UU-UU location: 252
- Section VV-VV location: 356
- Section WW-WW location: 252
- Section XX-XX location: 356
- Section YY-YY location: 252
- Section ZZ-ZZ location: 356

Section B-B (1:1)

The drawing includes a detailed view of section B-B, showing the internal structure and dimensions of the part. The section is labeled "Б-Б (1:1)".



12

Таблица 5 – Основные характеристики заготовки

Характеристика	Значение
Твердость	190-210 НВ
Класс точности размеров	7
Класс точности масс	7
Степень коробления	2
Ряд припусков	5
Неуказанные уклоны	7°
Неуказанные радиусы	3 мм
Очистка поверхности	пескоструйная
Величина наружных дефектов	половина припуска
Наличие заусенца	не допускается
Наличие литников и прибылей	необходимо удалить

Таким образом, заготовка для данной детали спроектирована и можно переходить к следующему этапу разработки ТП.

2.3 Разработка ТП изготовления детали

В процессе разработки ТП изготовления детали сначала необходимо разработать маршруты обработки для каждой из поверхностей детали.

Поверхность 1 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность седьмой квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 1,6 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: фрезерование, чистовое фрезерование, плоское шлифование, мойка, контроль.

Поверхность 2 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность седьмой квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 1,6 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: фрезерование, чистовое фрезерование, плоское шлифование, мойка, контроль.

Поверхность 3 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность седьмой квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость

до 1,6 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: фрезерование, чистовое фрезерование, плоское шлифование, мойка, контроль.

Поверхность 4 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 5 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 6 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 7 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 8 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ,

шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 9 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 10 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 11 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 12 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 13 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ,

шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 14 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 15 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 16 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 17 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 18 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ,

шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 19 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 20 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 21 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 22 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 23 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ,

шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 24 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 25 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 26 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: мойка, контроль.

Поверхность 27 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микрон, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: сверление, нарезание резьбы в отверстии метчиком, мойка, контроль.

Поверхность 28 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость

до 3,2 микронметра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: сверление, мойка, контроль.

Поверхность 29 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микронметра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: сверление, мойка, контроль.

Поверхность 30 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микронметра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: сверление, мойка, контроль.

Поверхность 31 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микронметра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: цекование, мойка, контроль.

Поверхность 32 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микронметра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: сверление, цекование, мойка, контроль.

Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом.

Далее необходимо разработать ТП изготовления детали в целом, донные по разработке ТП показаны ниже, в таблице 6.

Таблица 6 - Маршрут изготовления детали

№ операции	Название операции	Содержание операции	Точность (IT)	Ra, мкм	Оборудование
000	Заготовительная	Литье в землю	14	80	-
010	Фрезерная	Фрезеровать поверхность 1	12	12,5	Фрезерный станок JET JUM-2063VXL
020	Фрезерная	Фрезеровать поверхность 2	12	12,5	
030	Фрезерная	Фрезеровать поверхность 2	9	3,2	
040	Фрезерная	Фрезеровать поверхность 1	9	3,2	
050	Фрезерная	Фрезеровать поверхность 3	12	12,5	
060	Фрезерная	Фрезеровать поверхность 2	9	3,2	
070	Фрезерная	Фрезеровать поверхность 3	12	12,5	
080	Фрезерная	Фрезеровать поверхность 2	9	3,2	
090	Координатно-сверлильная	Переход 1: Сверлить отверстия 28,29	9	3,2	Координатно-сверлильный станок 2E450AF1
		Переход 2: Зенкеровать отверстия 28,29	9	3,2	
		Переход 3: Сверлить отверстия 30	9	3,2	
		Переход 4: Цековать отверстия 31,32	9	3,2	
100	Координатно-сверлильная	Переход 1: Сверлить отверстия 27	9	3,2	
		Переход 1: Нарезать резьбу 27	9	3,2	

Продолжение таблицы 6

№ операции	Название операции	Содержание операции	Точность (IT)	Ra, мкм	Оборудование
110	Плоскошлифовальная	Шлифовать поверхность 1	7	1,6	Плоскошлифовальный станок JET
120	Плоскошлифовальная	Шлифовать поверхность 2	7	1,6	
130	Плоскошлифовальная	Шлифовать поверхность 3	7	1,6	
140	Плоскошлифовальная	Шлифовать поверхность 3	7	1,6	
150	Моечная				
160	Контрольная				

Следующим этапом разработки ТП является обеспечение технологической оснасткой и инструментом данного ТП. Данные по технологическому оснащению представим в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Технологическая оснастка ТП

№ операции	Инструмент	Оснастка	
		Станочная	Контрольная
000	-	-	-
010	Фреза торцовая	Приспособление специальное	Штангенциркуль ШЦ-III, Шаблон
020			
030			
040			
050			
060			
070			
080			
090	Переход 1: Сверло диаметр 30	Приспособление специальное	Штангенциркуль ШЦ-III, Шаблон
	Переход 2: Зенкер диаметр 36		
	Переход 3: Сверло диаметр 30		
	Переход 4: Цековка диаметр 35		

Продолжение таблицы 7

№ операции	Инструмент	Оснастка	
		Станочная	Контрольная
100	Переход 1: Сверло диаметр 30	Приспособление специальное	Штангенциркуль ШЦ-III, Шаблон
	Переход 2: Метчик М30		
110	Круг шлифовальный 1-500×50×60 24F16LM26K5	Магнитный стол	Калибр
120			
130			
140			
150	-	-	-
160	-	-	-

2.4 Разработка технологических операций

Определение параметров ТП изготовления данной детали является следующим этапом разработки технологии изготовления. Ниже, в таблице 8 представлены основные параметры операций ТП.

Таблица 8 – Нормы времени для ТП изготовления детали

№ операции	№ перехода	S, мм/мин	n, об/мин	T, мин	To, мин	Tшт, мин
000	-	-	-	-	-	-
010	-	600	200	500	2,3	4,6
020	-	600	200		2	4
030	-	600	400		1,5	3
040	-	600	400		1,6	3,2
050	-	600	200		0,2	0,45
060	-	600	400		0,1	0,25
070	-	600	200		0,2	0,45
080	-	600	400		0,1	0,25
090	1	0,2	600	60	0,8	2
	2	0,2	600		0,1	
	3	0,2	400		0,8	
	4	0,4	200		0,1	
100	1	0,2	600	60	0,35	2,3
	2	1,5	100		0,8	
110	-	0,02	2000	-	2,5	4
120	-	0,02	2000	-	2,2	3,6
130	-	0,02	2000	-	1,2	2,1
140	-	0,02	2000	-	1,2	2,1
150	-	-	-	-	-	-
160	--	-	-	-	-	-

В графической части данной бакалаврской работы на основании данных текущего раздела выполнены: рабочий чертеж заготовки, чертеж плана обработки, чертеж наладки на операцию 090 Координатношверлильная.

В приложении «А» данной работы представлена маршрутная карта, а в приложении «Б» – операционные карты.

Таким образом, можно сделать вывод, что в ходе выполнения данного раздела решены следующие задачи работы:

- подбор метода и проектирование заготовки;
- в графической части выполнение рабочего чертежа заготовки;
- проработка отдельных операций ТП, и формирование на данной базе высокопрогрессивной технологии, с использованием современного уровня производства;
- в графической части выполнение рабочего чертежа плана обработки;
- в графической части выполнение рабочего чертежа наладок;
- разработка высокопрогрессивной оснастки, для реализации ТП.

3 Расчет и проектирование оснастки

3.1 Расчет и проектирование приспособления

На операции 090 Координатносверлильная в ТП изготовления плиты кондуктора для зажима заготовок применяется специальное приспособление. Задачей данного раздела является разработка конструкции и проектирование данного приспособления. Эскиз операции показан ниже на рисунке 3.

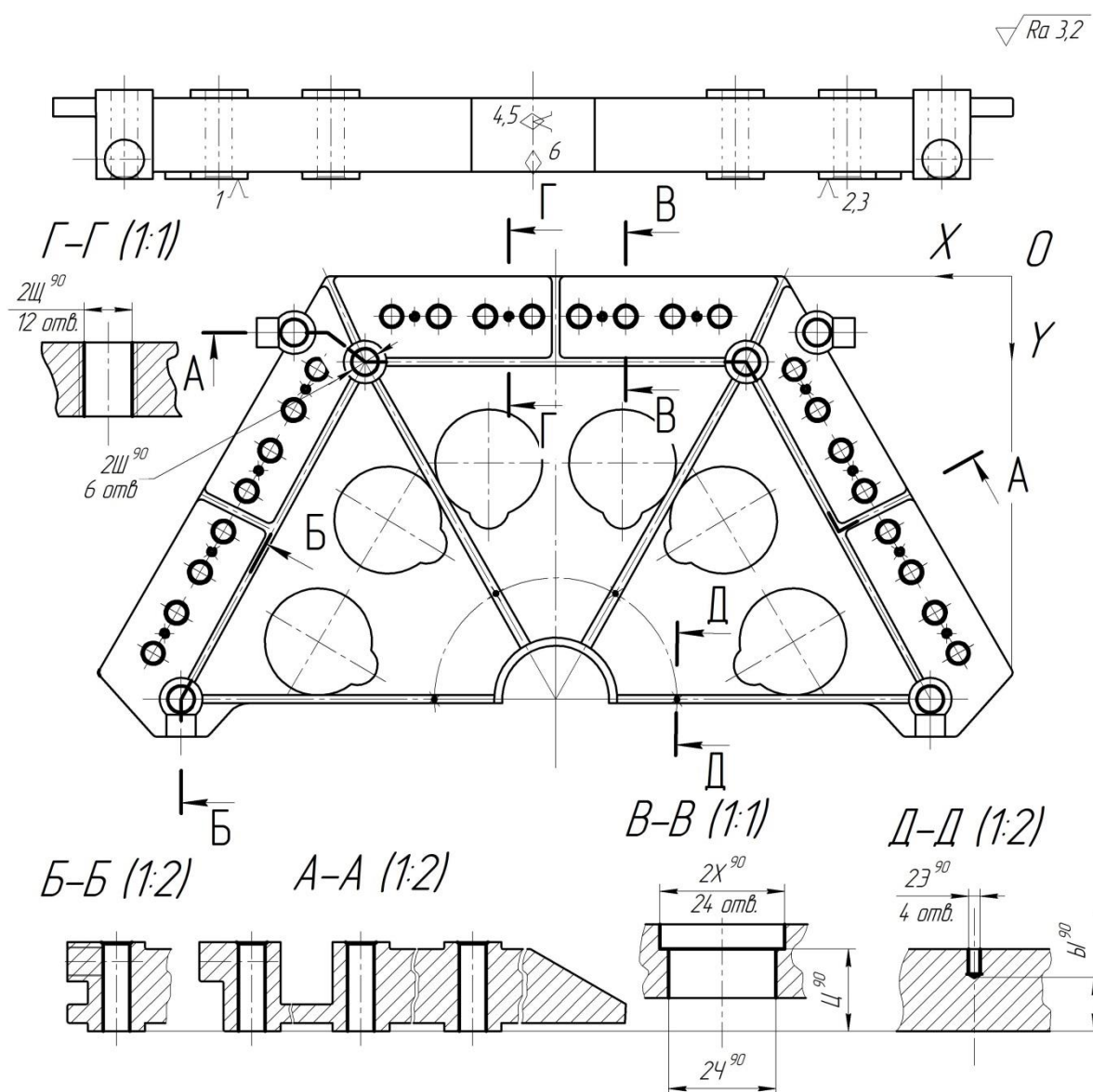


Рисунок 3 – Эскиз операции

Исходные данные, для проведения соответствующего расчета содержатся в разделах 1 и 2 настоящей работы. Первым этапом проектирования приспособления является расчет режимов резания, по формуле 2, представленной ниже.

$$P_{z,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (2)$$

где C_p , x , y , n – постоянные обработки [19];

t , S , V , n – режимы обработки, пункт 2,5, настоящей работы.

Подставим соответствующие данные в формулу (2), произведем расчет:

$$P_z = 10 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 1^{0.75} \cdot 141,956^{-0.15} \cdot 0.3122 = 423,1 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 51 \cdot 2^{0.9} \cdot 1^{0.6} \cdot 141,956^{-0.3} \cdot 0.275 = 511,32 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 67 \cdot 2 \cdot 1^{0.5} \cdot 141,956^{-0.4} \cdot 0.675 = 735,4 \text{ Н}$$

Далее, проведем расчет усилия зажима. На рисунке 4 показана схема закрепления заготовки.

Решая задачу статики на равновесие твердого тела, получим зависимости для определения усилий зажима по осям. Данные по такому расчету представим в виде таблицы 9.

Таблица 9 – Определение усилия зажима

Расчетная зависимость	По оси X	По оси Y	По оси Z
Коэффициент запаса	2,5	2,5	2,5
Момент резания	$M = F \cdot L \frac{\text{Н}}{\text{м}}$	$M = F \cdot L \frac{\text{Н}}{\text{м}}$	$M = F \cdot L \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
Сила зажима	$W_{\text{сум}} = \left(\frac{1.5}{0.25} \right) \cdot \sqrt{331^2 / 54^2 + 735.35^2} = 4412.2 \text{ Н}$		

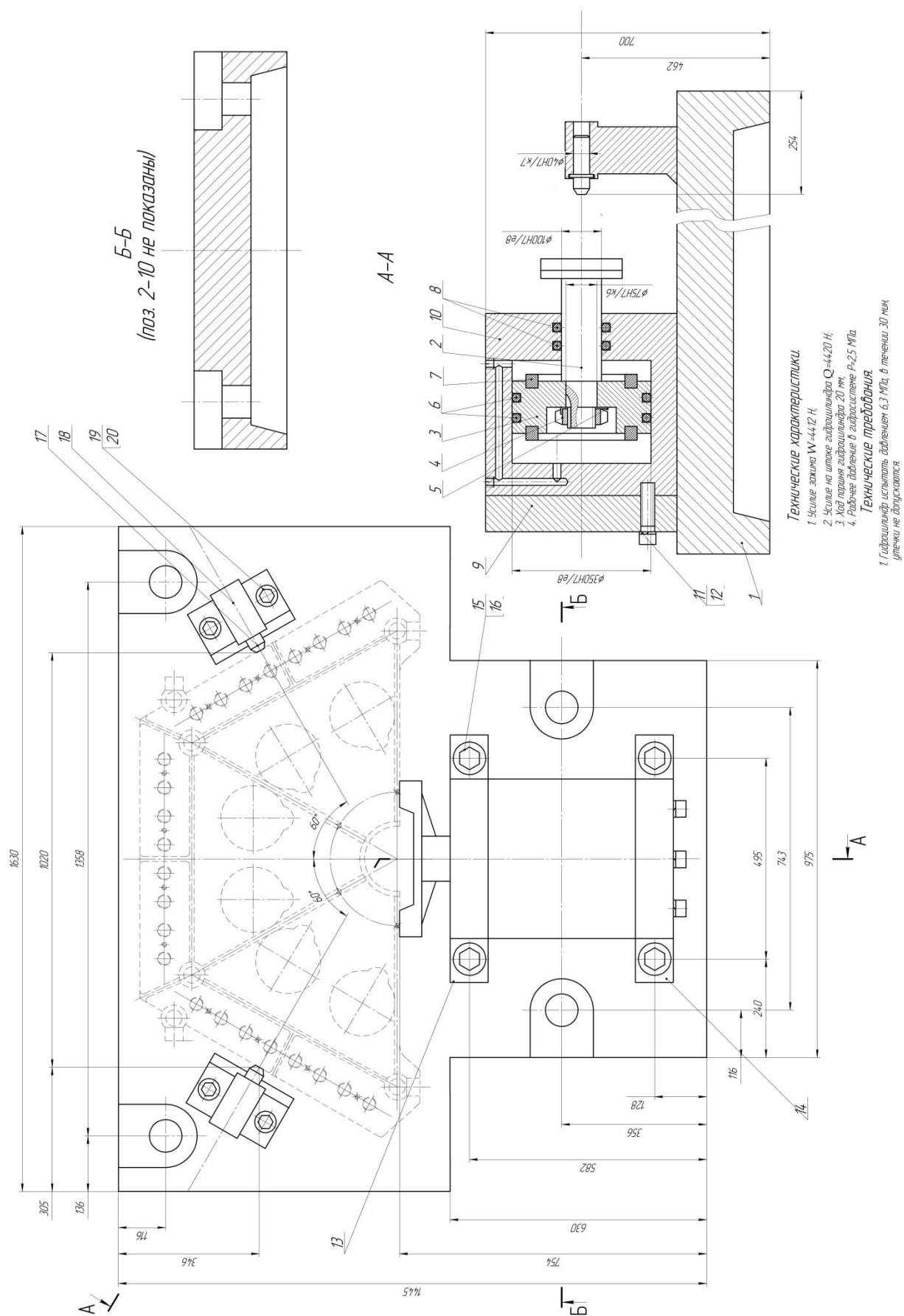


Рисунок 4 – Эскиз закрепления заготовки

Расчет основных параметров привода и зажимного механизма специального приспособления представлен в виде таблицы 10.

Таблица 10 – Основные параметры привода и зажимного механизма специального приспособления

Параметр	Расчетная зависимость	Расчет
Передаточное отношение	1	1
Усилие привода	$Q = (W_{сжм} + W') \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi\right)$	$Q = (4212.2 + 6000) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{30}{2} + 8\right) = 10412.2 \cdot \operatorname{tg} 23 = 4420 \text{ H}$
Диаметр поршня, мм	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}$	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{4420}{1,0 \cdot 0,95}} = 354$
Принимаемое значение диаметра поршня, мм	-	350

Чертеж приспособления представлен в графической части данной бакалаврской работы, а в приложении «В» данной работы приложена спецификация на приспособление.

3.2 Совершенствование оснастки

Повышение производительности является важнейшей задачей современного производства. Одним из методов повышения производительности является снижение вспомогательного времени операции, в частности времени на закрепление и открепление осевого инструмента, за счет применения специальной инструментальной оснастки – патрона для зажима осевого инструмента. Для данной работы такой подход актуален для повышения производительности для операций 090, 100 Координатно-сверлильная. За основу конструкции такой специальной инструментальной оснастки, возьмем конструкцию, приведенную в патенте РФ № 2751612, В23В 31/175 от 21.02.2018 «Пневматический зажимной

патрон, снабженный блокировочным механизмом», авторов Исикава Синтаро и Томита Кохей.

Пневматический зажимной патрон с блокировочным механизмом включает зажимной механизм и блокировочный механизм. Зажимной механизм управляет поршнем в трубе цилиндра путем использования действия сжатого воздуха, и выдвигает и втягивает шток, соединенный с поршнем так, что открывает и закрывает пару кулачков, захватывая тем самым изделие. Блокировочный механизм фиксирует пару кулачков в положениях захвата изделия. Блокировочный механизм включает, по меньшей мере, один первый блокировочный элемент, по меньшей мере, один второй блокировочный элемент, и приводное устройство. По меньшей мере, один первый блокировочный элемент смещается, когда пару кулачков открывают или закрывают.

По меньшей мере, один второй блокировочный элемент удерживает, по меньшей мере, один первый блокировочный элемент так, чтобы зафиксировать пару кулачков в положениях захвата изделия. Приводное устройство относительно смещает, по меньшей мере, один первый блокировочный элемент и, по меньшей мере, один второй блокировочный элемент в блокирующие положения, где, по меньшей мере, один первый блокировочный элемент и, по меньшей мере, один второй блокировочный элемент удерживаются друг на друге, и в неблокирующие положения, где, по меньшей мере, один первый блокировочный элемент и, по меньшей мере, один второй блокировочный элемент отделены друг от друга.

Труба цилиндра размещена в цилиндрическом отверстии корпуса патрона таким образом, что труба цилиндра способна вращаться вокруг осевой линии реверсивно в определенном угловом интервале, и труба цилиндра соединена с приводным устройством. Также в соответствии с настоящим изобретением, по меньшей мере, один первый блокировочный элемент или, по меньшей мере, один второй блокировочный элемент

приводится в блокирующее положение и неблокирующее положение с помощью приводного устройства через трубу цилиндра.

В этом случае желательно, чтобы первый кольцевой канал, сообщающийся с первым проходом, предусмотренным в корпусе патрона, и второй кольцевой канал, сообщающийся со вторым проходом, предусмотренным в корпусе патрона, были образованы между наружной периферией трубы цилиндра и внутренней периферией цилиндрического отверстия так, чтобы окружать наружную периферию трубы цилиндра.

В этом случае также желательно, чтобы первое проходное отверстие, соединяющее первый кольцевой канал и первую камеру давления на одной стороне поршня друг с другом, и второе проходное отверстие, соединяющее второй кольцевой канал и вторую камеру давления на другой стороне поршня друг с другом, были образованы в боковой поверхности трубы цилиндра.

Также желательно, чтобы приводное устройство было образовано поворотным исполнительным механизмом, причем поворотный исполнительный механизм включает выходной вал, вращаемый реверсивно в определенном угловом интервале под действием сжатого воздуха, и выходной вал соединен с трубой цилиндра.

В соответствии с одним конкретным конструктивным вариантом осуществления, по меньшей мере, один первый блокировочный элемент включает множество первых блокировочных элементов, по меньшей мере, один второй блокировочный элемент включает множество вторых блокировочных элементов, пара кулачков поддерживается опорной направляющей так, что пара кулачков имеет возможность открываться и закрываться, множество первых блокировочных элементов соответственно прикреплено к паре кулачков, и два из множества вторых блокировочных элементов прикреплены к опорному элементу, расположенному вокруг опорной направляющей. Также в соответствии с одним конкретным конструктивным вариантом один элемент из опорной направляющей и

опорного элемента соединен с трубой цилиндра, и, когда опорную направляющую или опорный элемент поворачивают реверсивно с помощью трубы цилиндра, множество первых блокировочных элементов и множество вторых блокировочных элементов относительно смещаются к положениям, где множество первых блокировочных элементов и множество вторых блокировочных элементов удерживаются друг на друге, и к положениям, где множество первых блокировочных элементов и множество вторых блокировочных элементов отделены друг от друга.

В этом случае желательно, чтобы множество первых блокировочных элементов и множество вторых блокировочных элементов имели клиновые поверхности, удерживаемые друг на друге, и чтобы клиновые поверхности были наклонены к окружному направлению, которое является направлением смещения множества первых блокировочных элементов или множества вторых блокировочных элементов, в направлении, пересекающем окружное направление.

Также желательно, чтобы опорный элемент имел кольцевую форму и был размещен так, чтобы окружать наружную периферию опорной направляющей, а множество вторых блокировочных элементов было прикреплено к положениям, противоположным друг другу, в направлении диаметра опорного элемента.

В соответствии с другим конкретным конструктивным вариантом осуществления устройства, по меньшей мере, один первый блокировочный элемент образован валообразным элементом, предусмотренным в штоке, в направлении, перпендикулярном осевой линии, и, по меньшей мере, один второй блокировочный элемент образован крючкообразным элементом, который может быть удержан, по меньшей мере, на одном первом блокирующем элементе.

В этом случае, даже когда труба цилиндра вращается, шток или, по меньшей мере, один первый блокировочный элемент не обязательно вращается вместе с трубой цилиндра, и, по меньшей мере, один второй

блокировочный элемент может быть соединен с трубой цилиндра так, чтобы иметь возможность вращаться вместе с трубой цилиндра.

Таким образом кулачки, захватывающие изделие, могут быть зафиксированы в положениях захвата изделия с помощью блокировочного механизма. Таким образом, даже когда подача сжатого воздуха в зажимной механизм прекращается по какой-либо причине, пока изделие захвачено, предотвращается перекося, падение или т.п. изделия. Соответственно, предотвращается повреждение изделия или повреждение устройств вокруг изделия из-за его падения, и обеспечивается безопасность оператора.

Сущность предлагаемого решения поясняется рисунками. На рисунке 5 показан общий вид оснастки. На рисунке 6 показан вид сверху оснастки.

Пневматический зажимной патрон в соответствии с первым вариантом осуществления производят путем монтажа в виде единого целого зажимного механизма 1 и блокировочного механизма 2 к одному корпусу патрона 3, имеющему форму квадратного блока вдоль осевой линии L, проходящей через центр корпуса зажимного патрона 3. Зажимной механизм 1 открывает/закрывает пару кулачков 5, 5' путем использования устройства пневмоцилиндра 4 для высвобождения/захвата изделия W.

Блокировочный механизм 2 фиксирует пару кулачков 5, 5' в положениях захвата изделия.

Зажимной механизм 1 включает устройство пневмоцилиндра 4, пару кулачков 5, 5', опорную направляющую 8 и пару рычагов 9, 9' открывания/закрывания. Опорная направляющая 8 поддерживает пару кулачков 5, 5', так что пара кулачков 5, 5' может быть открыта и закрыта. Пара рычагов 9, 9' открывания/закрывания преобразует линейные режимы штока 13 устройства пневмоцилиндра 4 в режимы открывания/закрывания пары кулачков 5, 5'. Конкретная конструкция зажимного механизма 1 состоит в следующем.

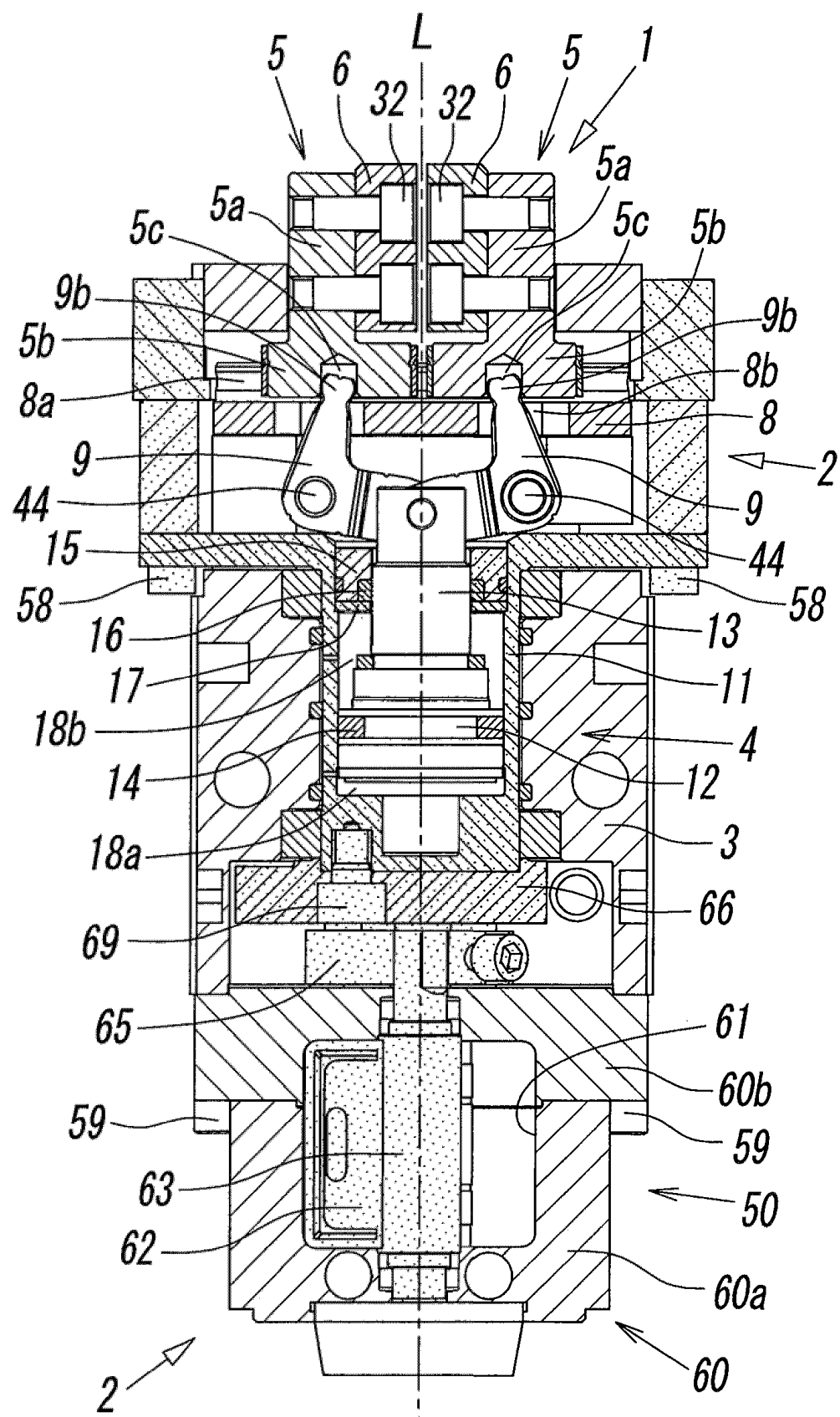


Рисунок 5 – Общий вид оснастки

штока размещено в удерживающей уплотнение канавке, образованной на внутренней окружности крышки 15 штока.

Более того, опора 17 уплотнения для предотвращения, например, удаления или перекоса уплотнения 16 штока, прикреплена к нижней торцевой поверхности крышки 15 штока. Демпфер 22 для смягчения ударов, возникающих, когда поршень 12 входит в контакт с опорой 17 уплотнения крышки 15 штока, прикреплен к верхней концевой части поршня 12.

Первая камера 18а давления образована между поршнем 12 и донной стенкой 11а трубы 11 цилиндра. Вторая камера 18b давления образована между поршнем 12 и крышкой 15 штока. Первое проходное отверстие 19а и второе проходное отверстие 19b образованы в боковой поверхности трубы 11 цилиндра. Первое проходное отверстие 19а сообщается с первой камерой 18а давления, и второе проходное отверстие 19b сообщается со второй камерой 18b давления.

Кроме того, кольцеобразный магнит 20 прикреплен к торцевой поверхности поршня 12, обращенной к первой камере 18а давления, с держателем 21 магнита, вставленным между ними. Магнит 20 служит в качестве обнаруживаемой мишени при определении рабочего положения поршня 12.

Труба 11 цилиндра размещена, с помощью подшипника 23, вставленного между ними, в отверстии цилиндра 24, образованного в корпусе зажимного патрона 3, так что труба 11 цилиндра может вращаться реверсивно в определенном угловом интервале вокруг осевой линии L. Более того, три уплотнения 25а, 25b, 25с цилиндра предусмотрены между наружной окружностью трубы 11 цилиндра и внутренней окружностью отверстия цилиндра 24. Первый кольцевой канал 26а, сообщающийся с первым проходным отверстием 19а, и второй кольцевой канал 26b, сообщающийся со вторым проходным отверстием 19b, образованы между тремя уплотнениями 25а, 25b, 25с цилиндра, так что они окружают наружную периферию трубы 11 цилиндра. Первый проход 27а,

сообщающийся с первым кольцевым каналом 26a, и второй проход 27b, сообщающийся со вторым кольцевым каналом 26b, предусмотрены на боковой поверхности корпуса зажимного патрона 3.

Соответственно, когда первый проход 27a и второй проход 27b поочередно соединяются со стороной подачи воздуха и со стороной выпуска воздуха с использованием соленоида (не показано), сжатый воздух поочередно подается в или выпускается из первой камеры 18a давления и второй камеры 18b давления через первый кольцевой канал 26a, второй кольцевой канал 26b, первое проходное отверстие 19a и второе проходное отверстие 19b. Таким образом, поршень 12 и шток 13 выдвигаются/втягиваются (перемещаются вверх/вниз).

То есть, когда первый проход 27a соединен с источником сжатого воздуха и второй проход 27b открыт в атмосферу, сжатый воздух подается в первую камеру 18a давления.

Следовательно, поршень 12 и шток 13 перемещаются вверх. Напротив, когда второй проход 27b соединен с источником сжатого воздуха и первый проход 27a открыт в атмосферу, сжатый воздух подается во вторую камеру 18b давления. То есть поршень 12 и шток 13 перемещаются вниз.

Кулачки 5 каждый имеют L-образную форму или перевернутую T-образную форму на виде сбоку. Кулачок 5 имеет продольно вытянутую захватную часть 5a и вытянутую в боковом направлении скользящую часть 5b, соединенную с дальним концевым участком захватной части 5a. Пластинчатая зажимная прокладка 6 прикреплена к внутренней поверхности захватной части 5a винтами 32, в результате чего изделие W захватывается между зажимными прокладками 6, обращенными друг к другу.

Один первый блокировочный элемент 47, который будет описан позднее, прикреплен к каждой из двух зажимных прокладок 6. Структура первого блокировочного элемента 47 будет подробно описана позднее.

Опорная направляющая 8 представляет собой тонкий элемент, вытянутый в направлении слева направо, и имеет направляющую канавку 8a,

простирающуюся в направлении слева направо на ее верхней поверхности. Скользящие части 5b кулачков 5 вставлены с возможностью скольжения в направляющую канавку 8а. Опорная направляющая 8 жестко прикреплена к держателю 37 направляющей, образованному на первом конце 3а стороны корпуса зажимного патрона 3. Держатель 37 направляющей имеет цилиндрическую форму, центральная часть которой удалена в направлении диаметра. Держатель 37 направляющей имеет пару крепежных стенок 38, 38, имеющих дугообразные наружные окружности, и промежуток 39, образованный между парой крепежных стенок 38, 38. Участки уступа 40, имеющие резьбовые отверстия 40а, образованы на обращенных друг к другу поверхностях пары крепежных стенок 38, 38.

Размещая опорную направляющую 8 на участках уступа 40, вставляя крепежные винты направляющей 41 через установочные отверстия винтов опорной направляющей 8 и заворачивая крепежные винты 41 в отверстия для винтов 40а, опорную направляющую 8 закрепляют так, что опорная направляющая 8 накрывает промежуток 39 между парой крепежных стенок 38, 38.

Держатель 37 направляющей может быть выполнен в виде единого целого с корпусом зажимного патрона 3. С другой стороны, Держатель 37 направляющей может быть выполнен отдельно от корпуса зажимного патрона 3 и прикреплен к корпусу зажимного патрона 3 винтами.

Рычаги 9 открывания/закрывания представляют собой L-образные элементы и размещены в промежутке 39, накрытом опорной направляющей 8. Средние участки рычагов 9 открывания/закрывания поддерживаются с возможностью вращения рычажными валами 44. Обе концевые части каждого из рычажных валов 44 установлены в опорных отверстиях 38а, 38а, образованных на паре крепежных стенок 38, 38 держателя 37 направляющей. Таким образом, рычаги 9, 9 открывания/закрывания поддерживаются держателем 37 направляющей. Рычаги 9 открывания/закрывания имеют U-образные вырезы 9а на их ближних концевых частях. Вырезы 9а, находятся в

зацеплении с зацепляющим штифтом 45, расположенным на дальнем конце штока 13. Между тем рычаги 9 открывания/закрывания имеют зацепляющие участки 9b на их дальних концевых частях. Зацепляющие участки 9b имеют дугообразные наружные поверхности. Зацепляющие участки 9b, 9b устанавливают с возможностью поворота в зацепляющих углублениях 5с, 5с, образованных на нижних поверхностях кулачков 5, через отверстия 8b, образованные в опорной рейке 8.

С помощью такой конструкции поршень 12 и шток 13 устройства пневматического цилиндра 4 перемещается вниз, пара рычагов 9 открывания/закрывания вращается в направлении, в котором зацепляющие участки 9b, у ближних концов сдвигаются близко друг к другу. Следовательно, пара кулачков 5 закрывается. Когда поршень 12 и шток 13 перемещаются вверх, пара рычагов 9 открывания/закрывания поворачивается в направлении, в котором зацепляющие участки 9b у дальних концов перемещаются друг от друга.

Следовательно, пара кулачков 5 раскрывается. Через такие операции открывания/закрывания кулачков 5, изделие W захватывают между зажимными прокладками 6 или высвобождают захваченное изделие W.

Блокировочный механизм 2 включает пару первых блокировочных элементов 47, пару вторых блокировочных элементов 48, механизм перемещения 49 блокировочных элементов и приводное устройство 50. Пара первых блокировочных элементов 47 предусмотрена в паре кулачков 5. Пара вторых блокировочных элементов 48 входит в контакт с или отходит от первых блокировочных элементов 47 при их перемещении в направлении по окружности вокруг осевой линии L. Механизм 49 перемещения блокировочных элементов перемещает вторые блокировочных элементы 48 в направлении по окружности. Приводное устройство 50 приводит в действие механизм 49 перемещения блокировочных элементов.

Первые блокировочные элементы 47 имеют углубления 47b и крепежные части 47с. Зажимные участки 5a кулачков 5 вставлены в

углубления 47b. Крепежные части 47с образованы на обеих сторонах каждого из углублений 47b. Когда крепежные части 47с прикреплены к зажимным прокладкам 6 с помощью крепежных винтов зажимного элемента 51 с зажимными участками 5а, вставленными в углубления 47b, пара первых блокировочных элементов 47 прикреплена к паре кулачков 5, соответственно. Пара первых блокировочных элементов 47 перемещается, когда пару кулачков 5 открывают/закрывают. Первые клиновые поверхности 47а образованы на наружных поверхностях первых блокировочных элементов 47, то есть на поверхностях первых блокировочных элементов 47, обращенных ко вторым блокировочным элементам 48.

Первые клиновые поверхности 47а наклонены в направлениях, пересекающих направление перемещения (окружное направление) вторых блокировочных элементов 48 в сторону направления перемещения.

Вторые блокировочные элементы 48 имеют форму квадратного блока. Вторые клиновые поверхности 48а образованы на внутренних поверхностях вторых блокировочных элементов 48, то есть, на поверхностях вторых блокировочных элементов 48, обращенных к первым блокировочным элементам 47. Вторые клиновые поверхности 48а наклонены в тех же направлениях, что и направления первых клиновых поверхностей 47а первых блокировочных элементов 47. Хотя первые клиновые поверхности 47а и вторые клиновые поверхности 48а могут быть наклонены линейно, в представленном примере клиновые поверхности 47а и вторые клиновые поверхности 48а имеют наклон плавной выпуклой формы.

Кроме того, вторые блокировочные элементы 48 прикреплены с помощью фиксирующих крепежных участков 48b с использованием крепежных винтов 56 к верхнему концу кольцеобразного опорного элемента 55, расположенного вокруг держателя направляющей 37 корпуса зажимного патрона 3 (соответственно, вокруг пары кулачков 5). Опорный элемент 55 расположен так, чтобы покрывать боковую поверхность промежутка 39, связанного с трубой цилиндра 11 зажимного механизма 1, и вращается с

помощью трубы 11 цилиндра реверсивно в определенном угловом интервале вокруг осевой линии L. Положения, где пара вторых блокировочных элементов 48, 48 прикреплены к опорному элементу 55, находятся напротив друг друга в направлении диаметра опорного элемента 55.

Соответственно, первые клиновые поверхности 47а первых блокировочных элементов 47 и вторые клиновые поверхности 48а вторых блокировочных элементов 48 наклонены в направлениях, пересекающих окружность опорного элемента 55.

Для соединения опорного элемента 55 с трубой цилиндра 11 пара крепежных участков опорного элемента 57 образована на участке верхнего конца трубы 11 цилиндра.

Крепежные участки опорного элемента 57 расположены так, чтобы они были противоположны друг другу в направлении диаметра трубы 11 цилиндра и простирались в направлениях от осевой линии L. Дальние концевые части крепежных участков опорного элемента 57 выступают за держатель 37 направляющей через прорези для поворачивания 39а, образованные в держателе направляющей 37. Опорный элемент 55 прикреплен к дальним концам крепежных участков опорного элемента 57 с помощью крепежных винтов опорного элемента 58.

При такой конструкции труба 11 цилиндра вращается в одном направлении, поворачивая опорный элемент 55 вокруг осевой линии L на заданный угол, в результате чего, вторые клиновые поверхности 48а, вторых зажимных элементов 48 входят в контакт и удерживаются, за счет заклинивания, на первых клиновых поверхностях 47а первых блокировочных элементов 47. Таким образом, пара кулачков 5 фиксируется на этих позициях и не может быть открыта. Одновременно вследствие эффекта заклинивания, полученного при контакте первых клиновых поверхностей 47а со вторыми клиновыми поверхностями 48а, усиливающее действие проявляется так, что значительно растет удерживающая сила для фиксации.

Дальний конец штока 13 по существу соединен с парой рычагов 9, 9 открывания/закрывания с помощью штифта зацепления 45. При вращении трубы 11 цилиндра, так как рычаги 9 открывания/закрывания не вращаются, шток 13 не вращается вместе с трубой цилиндра 11. Компонентами, которые вращаются в этот момент вместе с трубой цилиндра 11, являются крышка штока 15, уплотнение штока 16 и опора 17 уплотнения.

Приводное устройство 50 включает поворотный исполнительный механизм лопастного типа. Такой поворотный исполнительный механизм включает корпус исполнительного механизма 60, камеру 61 лопасти, лопасть 62 и выходной вал 63.

Корпус исполнительного механизма 60 включает первую часть корпуса 60a и вторую часть корпуса 60b. Камера 61 лопасти образована в корпусе исполнительного механизма 60. Лопасть 62 размещена в камере лопасти 61 так, что лопасть 62 имеет возможность поворачиваться в определенном угловом интервале. Выходной вал 63 расположен на осевой линии L. Лопасть 62 прикреплена к выходному валу 63. Корпус 60 исполнительного механизма имеет третий проход 64a и четвертый проход 64b для подачи и сброса сжатого воздуха к камерам давления на обеих сторонах лопасти 62.

Когда сжатый воздух подают к и сбрасывают из камер давления через третий проход 64a и четвертый проход 64b, лопасть 62 вращается реверсивно в определенном угловом интервале вокруг осевой линии L. Усилие этого вращения передается через выходной вал 63.

Выходной вал 63 соединен с трубой 11 цилиндра с помощью соединительного элемента 65, прикрепленного к выходному валу 63, и регулировочному элементу 66, удерживаемому на соединительном элементе 65. Выходной вал 63 приводит в движение и вращает трубу 11 цилиндра через соединительный элемент 65 и регулировочный элемент 66. Таким образом, соединительный элемент 65, регулировочный элемент 66, труба 11 цилиндра и опорный элемент 55 входят в механизм перемещения блокировочного элемента 49.

Элементы, обозначенные на чертежах ссылочной позицией 69, соединены винтами, с помощью которых регулировочный элемент 66 присоединен к нижней поверхности трубы 11 цилиндра. Аналогично, элементы, обозначенные ссылочной позицией 59, представляют собой крепежные винты, с помощью которых вторая часть корпуса 60b корпуса исполнительного механизма 60 прикреплена к нижнему концу корпуса зажимного патрона 3.

Предполагаемый эффект от применения данного устройства, это повышение производительности обработки приблизительно на пятнадцать процентов.

Таким образом, можно сделать вывод, что в ходе выполнения данного раздела были решены следующие задачи:

- разработана высокопрогрессивная оснастка, для реализации ТП;
- в графической части выполнен рабочий чертеж высокопрогрессивной оснастки;
- разработан высокопрогрессивный инструмент, для реализации ТП;
- в графической части выполнен рабочий чертеж высокопрогрессивного инструмента.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления корпуса плиты кондуктора с учетом требований стандартов по безопасности.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 11 приведены данные по выбранной операции [7].

Таблица 11 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье в землю	Литейщик	Литейная машина	Сталь 20Л, смазки графитовые
Механическая обработка	фрезерная	Оператор станков с ЧПУ	Фрезерный станок JET JUM-2063VXL	Сталь 20Л, СОЖ, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

«В таблице 12 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении корпуса плиты кондуктора» [7].

Таблица 12 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Литье	ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты	Литейная машина
Фрезерование	Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания) Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Фрезерный станок JET JUM-2063VXL зона резания, зажимные губки патрона, фрезы, сверла, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Пульт управления станком, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

«В под разделе выбраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, или частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении корпуса плиты кондуктора. Снижение рисков достигается мерами (таблица 13)» [7] .

Таблица 13 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов	Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда	Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные
Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел	Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда	Резиновые виброгасящие покрытия
ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел	Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда	Применение противозумных вкладышей
ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями	Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«В таблицах 14 – 17 рассматриваются источники пожарной опасности,

а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 14 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Литейный	Литейная машина	Класс D	Пламя и искры; тепловой поток	Части оборудования, изделий и иного имущества
Участок обработки корпуса	Фрезерный станок JET JUM-2063VXL	Класс B, E	Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши	Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 15 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией	Напорные пожарные рукава

Таблица 16 – Средств защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 17 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления корпуса	Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негорючих ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.	Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 18 и 19. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 18 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный техпроцесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления корпуса	Фрезерный станок JET JUM-2063VXL	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 19 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления корпуса плиты кондуктора
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

4.6 Выводы по разделу

«Рассматривается обработка на заготовительной и фрезерной операциях. Подробно рассмотрена операция, выполняемая на фрезерном станке JET JUM-2063VXL, которая включает переходы фрезерования и сверления. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – специальное. Инструмент – фрезы и сверла. Применяются материалы: сталь 20Л, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 11)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для фрезерной операции, что позволило определить ОВПФ. Данные факторы представлены в таблице 12» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются методы и средства, представленные в таблице 13» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления корпуса (таблица 14). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 15, 16), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления корпуса (таблица 17)» [7].

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления корпуса на окружающую среду (таблица 18). Указаны организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 19)» [7].

Выявив и проанализировав технологию изготовления корпуса плиты кондуктора и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Данный раздел предполагает выполнение экономического обоснования изготовления детали «Корпус плиты кондуктора». Полное описание технологического процесса изготовления детали представлено в предыдущих разделах бакалаврской работы. Основу проведения экономических расчетов составляют операции:

- 010-080 – фрезерные;
- 090 и 100 – координатно-сверлильные;
- 110-140 – плоскошлифовальные.

Чтобы провести соответствующие расчеты для определения экономической эффективности потребуются знание о применяемом оборудовании и используемой оснастке и инструменте, а также величина трудоемкости выполнения прописанных операций. Название оборудования и его модель представлены в таблице 6, применяемые для выполнения технологического процесса оснастка и инструмент представлены в таблице 7. Необходимые значения трудозатрат по операциям представлено в таблице 8. Остальные необходимые данные и методика проведения экономического обоснования представлены в методических рекомендациях [10].

Для расчета капитальных вложений, величины себестоимости и определения экономического эффекта использовалось программное обеспечение Microsoft Excel и методика расчета соответствующих показателей [10, с 12-23].

По методике «расчета технологической себестоимости технологического процесса» [10, с 17-19] были определены:

- материал (M)
- значения заработной платы оператора ($З_{пл.оп}$) и наладчика ($З_{пл.нал}$),

- начисления на заработную плату ($H_{з.пл}$);
- и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{э.об}$).

Полученные значения указанных величин представлены на рисунке 7 в виде столбчатой диаграммы.

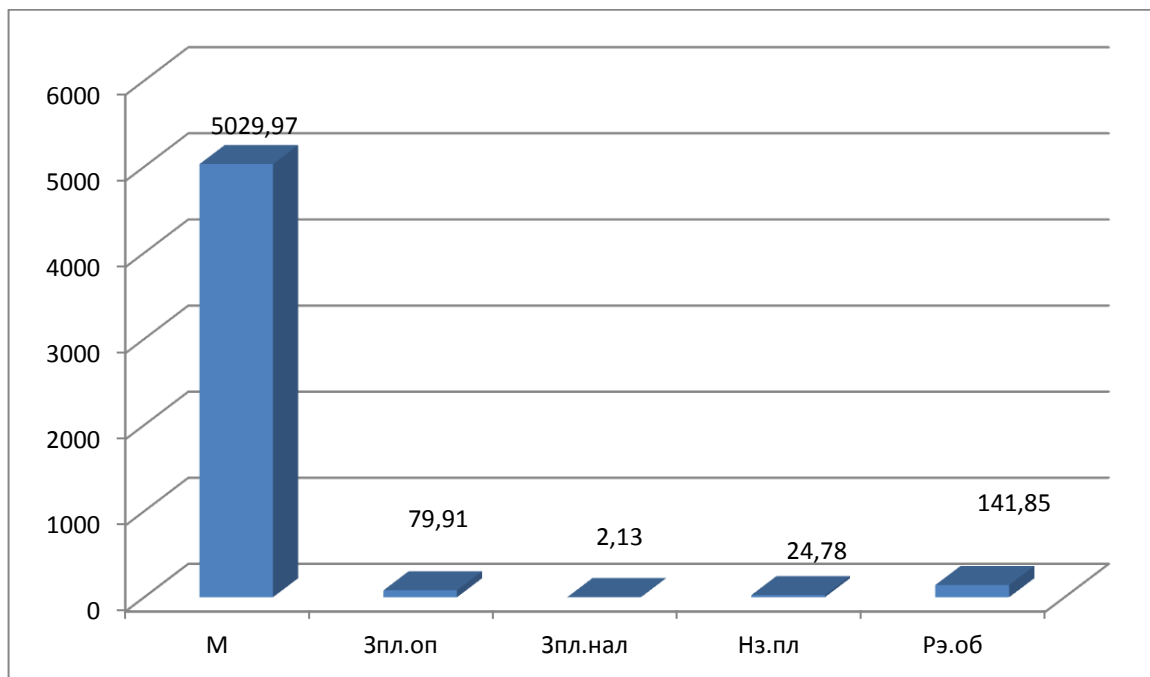


Рисунок 7 – Величина показателей, входящих в технологическую себестоимость детали «Корпус плиты кондуктора», руб.

Из диаграммы видно, что максимальную долю в величине себестоимости, составляют материалы, объем которых равен 95,29 % или 5029,97 рублей. Второе место в формировании себестоимости занимают расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, эта доля равна 2,69 %. Третье место – это заработная плата рабочего-оператора, с объемом – 1,51 %. Четвертое места у начислений на заработную плату, с объемом 0,47 %. Завершающее место в общей величине технологической себестоимости отведено заработной плате наладчика, со значением 0,04 %.

Учитывая значения, представленных на рисунке 7, путем их сложения, можно получить общую величину технологической себестоимости, которая составляет 5278,63 рублей.

Используя значение технологической себестоимости и величину заработной платы основных рабочих, по методике «Калькуляция себестоимости обработки детали» [10, с. 19], было определено значение полной себестоимости изготовления детали, величина которого составила 5594,01 рублей.

Далее, по методике «Расчет капитальных вложений (инвестиций)» [10, с. 15-16], была определена величина общих капитальных вложений, составляющая 1683597,91 рублей. Основные слагаемые этой величины представлены на рисунке 8, в виде круговой диаграммы.



Рисунок 8 – Величина показателей, из которых формируются общие капитальные вложения в изготовление детали «Корпус плиты кондуктора», руб.

Анализируя диаграмму (рис. 8), можно сказать, что максимальную долю затрат формируют затраты в основное технологическое оборудование, которая составляет 72,1 %. На втором месте по весомости, со значением 9,37

%, находятся затраты на доставку и монтаж оборудования. На третьем месте – затраты на проектирование, величина которых составляет 5,27 %. На четвертом месте – затраты на управляющую программу, доля которых составляет 4,33 %. В интервале 3-4 % находятся затраты на транспортные средства (3,61 %). Ну и со значениями до 3 %, оказывают влияние на общие капитальные вложения такие затраты как: оснастка и инструмент (2,93 %), величина незавершенного производства (2,17 %), производственная площадь (1,6 %) и незавершенное производство (0,8 %).

Применяя методику «Определение экономической эффективности проекта» [10, с. 22-23], были проведены итоговые расчеты по определению экономической эффективности проекта. Данные расчеты подтвердили целесообразность внедрения данного технологического процесса изготовления детали «Корпус плиты кондуктора», так как интегральный экономический эффект составил 258124,57 руб. Сам проект окупится в течение 1 года, что является достаточно хорошим показателем для внедрения технологий. А прибыль на каждый вложенный рубль составит 15 %, так как индекса доходности, согласно расчетам, получился 1,15 руб./руб.

Заключение

При выполнении данной бакалаврской работы проведен целый комплекс конструкторских, проектных расчетов касающихся вопросов проектирования техпроцесса, оснастки и других важных элементов, необходимых для разработки техпроцессов. Выполнены все необходимые чертежи в графической части работы. Для достижения цели работы, были рассмотрены и решены следующие задачи:

- проведен первичный анализ исходных данных, с определением критериев технологичности, параметров материала, условий функционирования;
- в графической части выполнен рабочий чертеж детали;
- подобран метод и спроектирована заготовка;
- в графической части выполнен рабочий чертеж заготовки;
- проработаны отдельные операции ТП, и сформирована на данной базе высокопрогрессивная технология, с использованием современного уровня производства;
- в графической части выполнен рабочий чертеж плана обработки;
- в графической части выполнены рабочие чертежи наладок;
- разработана высокопрогрессивная оснастка, для реализации ТП;
- в графической части выполнен рабочий чертеж высокопрогрессивной оснастки;
- разработан высокопрогрессивный инструмент, для реализации ТП;
- в графической части выполнен рабочий чертеж высокопрогрессивного инструмента;
- обеспечены мероприятия по охране труда для реализации ТП для данной детали, определена величина экономического эффекта работы ;

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления корпуса плиты кондуктора с минимальной себестоимостью достигнута.

Список используемых источников

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с.
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с.
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 45 с.
- 5 Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбачевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 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.

11 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

12 Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

13 Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

14 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

15 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

16 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режу-щему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

17 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

18 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

19 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный

справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

21 Ткачук К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

22 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

23 Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24 Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

26 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

27 Manfred W, Christian B. Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme. Springer Berlin Heidelberg, 2006, 599 p. - ISBN 3540280855, 9783540280859.

Маршрутная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

[illegible]

Продолжение Приложения А

ГОСТ 3.1404-86 ~~Формат 3~~[illegible]

Продолжение Приложения А

ГОСТ 3.1404-86 § 09923 3

[illegible]

Операционные карты

[illegible]

Продолжение Приложения Б

[illegible]

Спецификация

Формат А4