

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 кронштейна

Обучающийся	<u>С.Н. Храмов</u> (Инициалы Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>канд. техн. наук., доцент Д.Ю. Воронов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	_____
Консультант(ы)	<u>канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смьшляева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	_____
	<u>канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	_____

Тольятти 2023

Аннотация

Технологический процесс изготовления кронштейна. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2023.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления кронштейна для условий среднесерийного производства.

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

В выпускной квалификационной работе:

- проведен анализ исходных данных из задания на бакалаврскую работу;
- установлена и выбрана стратегия типа производства;
- установлен метод и спроектирована заготовка;
- разработаны технологические методы обработки детали, исходя из размерных, точностных и массовых характеристик;
- установлены рациональных средств оснащения, технологических методов обработки детали;
- установлены параметры обработки на операциях техпроцесса;
- разработаны чертежи, с использованием специальных программных средств;
- рассчитано и сконструировано приспособление, и режущий инструмент;
- определены показатели и мероприятия по безопасности технологического процесса;
- проведён расчет показателей экономической эффективности от предложенного технологического процесса;

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 45 страниц, содержащую 16 таблиц, 13 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	5
1.3 Технологичность детали.....	7
1.4 Задачи работы.....	7
2 Разработка технологической части работы.....	9
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	9
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	12
2.4 Выбор СТО.....	17
2.5 Разработка технологических операций.....	20
3 Расчет и проектирование оснастки.....	22
3.1 Расчет и проектирование приспособления.....	22
3.2 Проектирование инструмента.....	24
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	27
5 Экономическая эффективность работы.....	33
Заключение.....	37
Список используемых источников.....	38
Приложение А Маршрутная карта.....	41
Приложение Б Операционные карты.....	43
Приложение В Спецификация.....	45

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.» [9]

«Перед технологами машиностроителями стоят задачи дальнейшего развития и повышения выпуска машин, их качества, снижения трудоемкости, себестоимости и металлоемкости их изготовления, внедрения поточных методов работы, механизации и автоматизации производства, а также сокращения сроков подготовки производства новых объектов.» [15]

В конструкции многих машин входят детали типа кронштейнов. В качестве заготовок для таких деталей чаще всего используют отливки и поковки. Реже используют различные виды сварки.

Деталь "Кронштейн", как правило, необходима для обеспечения соединения осей, входящих в конструкцию различных механизмов. Как правило, механической обработки требуют посадочные отверстия и торцы кронштейнов.

Нередко, кронштейнам приходится работать в условиях пиковых нагрузок, поэтому необходимо, при изготовлении заготовок избегать дефектов материала. Особенно опасны для данной детали трещины и расслоения.

Таким образом, можно сказать, что тема работы является актуальной. Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: изготовление кронштейна с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

«Деталь "Кронштейн", (чертеж см. графическую часть бакалаврской работы) является стационарной деталью и предназначена для обеспечения соединения 2-х осей механизма загрузки промышленного робота. Кронштейн работает в нормальных условиях вне агрессивных сред и поэтому его износ происходит медленно.» [20]

«Данная деталь изготавливается из стали 40. Ее механические свойства следующие: $\sigma_{0,2}$ - предел текучести условный, составляет 350 МПа, σ_B - временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), составляет 550 МПа, ψ - относительное сужение, составляет 34%, КСУ - ударная вязкость, составляет 271 Дж/см², твердость НВ 270±10. Основной химический состав: углерод – 0,37-0,42%, кремний - 0.05 - 0.08%, марганец - 0.2 - 0.5%, хром – 1.65%, , незначительное количество серы, фосфора и никеля, остальное железо.» [12]

1.2 Классификация поверхностей детали

Ниже на рисунке 1 показан общий вид детали - «Кронштейн», а в таблице 1 рассмотрена классификация поверхностей.

Таблица 1 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
ОКБ	1,18
ВКБ	5,6
Исполнительные	7,8,13,23,24,27
Свободные	остальные

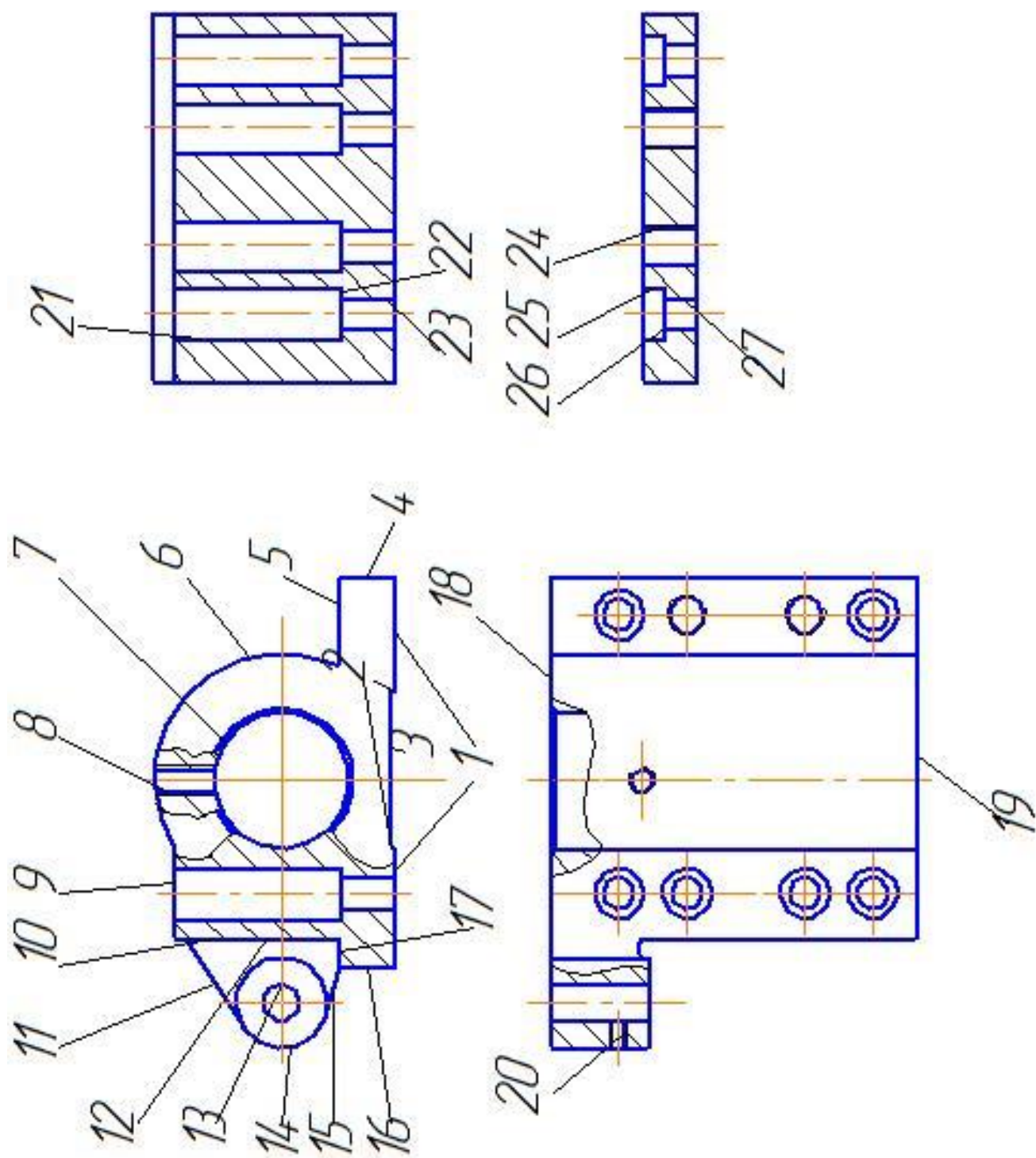


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Кронштейн»

1.3 Технологичность детали

Количественные показатели технологичности данной детали показаны ниже в таблице 2.

«Таблица 2 – Показатели технологичности детали

Показатель	Расчетная формула	Расчет
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_d / M_z$	$K_{и.м.} = 0,37 / 0,464 = 0,79$
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_э$	$K_{у.э.} = 22 / 26 = 0,85$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1 / T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1 / 8,1) = 0,76$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1 / Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1 - 1 / 1,8 = 0,81$ » [26]

Вывод: анализируемая деталь - «Кронштейн», показывает высокую степень технологичности, таким образом, является технологичной.

1.4 Задачи работы

Заявленная во введении цель работы достигается за счет последовательного решения более мелких задач, каждая из которых направлена на выполнение определенного этапа в методологии проектирования детали.

На начальном этапе анализируются характеристики детали, влияющие на способы и методы ее дальнейшей обработки и формирующие оптимальный подход к ее изготовлению. Решение данных задач достигается определением назначения детали и ее поверхностей, выполнением ее чертежа и определением характеристик технологичности.

Далее, необходимо выполнить этап разработки технологии изготовления детали. Для этого решаются следующие задачи:

- по методике [12] из раздела «Список используемых источников» определяют тип производства и его стратегию по методике [20], [26];

- используя методологию из источника [4] проектируем заготовку;
- используя методологию из источников [9], [14], [21] и [25] проектируем техпроцесс;

- используя методологию из источников [1], [8], [11], [13], [15], [17], [18] и [24] проектируем операции и определяем необходимую оснастку.

На следующем этапе используя методологию из источников [3], [6], [16], [19], [22], [23], и [27] проектируется оснастка и инструмент.

Используя методологию, представленную в источнике [7] решаются основные задачи обеспечения безопасности техпроцесса.

Задача по определению показателей экономической эффективности решается по метрологии, представленной в источнике [10].

Выполнять данные задачи необходимо именно в такой последовательности, как представлено выше. Качество проработки данных задач определяет качество проектирования техпроцесса в целом, что способствует достижению поставленной цели работы.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор типа производства и его стратегии

«Масса и объем выпуска изделия являются главными показателями для определения типа производства. Данный тип определим, по методике [12]. Согласно задания - программа составляет 5000 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 0,37 кг. Применяя методику [12] тип производства определяем, как среднесерийный.

Показатели стратегии среднесерийного производства представлены ниже в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели стратегии производства

№	Показатель производства	Характеристика показателя с точки зрения стратегии производства
1	Разновидность оборудования	универсальная
2	Технологическая документация	в виде операционных и маршрутных технологических карт
3	Разновидность оснастки	универсальная
4	Расстановка в цехе оборудования	по группам станков
5	Нормирование ТП	по общемашиностроительным нормативам
6	Метод изготовления заготовки	прокат, поковка
7	Использование достижений науки	не высокое
8	Метод определения припуска	по таблицам
9	Квалификация наладчиков	высокая
10	Квалификация рабочих	высокая
11	Определение режимов резания	по статистическим и эмпирическим зависимостям
12	Уровень автоматизации	низкий
13	Транспортировка деталей между операциями	вручную, электрокар, кран-балка
14	Форма организации ТП	предметные партии не большого объема
15	Коэффициент концентрации операций	10-20» [20]

2.2 Выбор метода получения заготовки

Предполагаемыми методами получения заготовки являются литье и штамповка.

Стоимость заготовки определим по методике [4], расчет стоимости для удобства представим в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Определение стоимости заготовки

«Метод получения заготовки» [5]	«Масса детали, кг» [4]	«Масса заготовки, кг» [4]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [4]	«Стоимость механической обработки, руб.» [4]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [4]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [4]
литье	0,37	0,464	50	200	1,4	223
штамповка	0,37	0,51	60	200	1,4	230

Таким образом, можно сказать, что в качестве заготовки необходимо использовать отливку, в этом случае и программе 5000 деталей в год, условная экономия составит 35000 рублей.

Конструкция, габариты и технические требования на заготовку показаны ниже на рисунке 2 и на чертеже заготовки в графической части. Из чертежа видно, технические требования на заготовку имеют средние величины, форма позволяет легко выполнить заготовку, используя обычные соответствующие технические средства. Поэтому можно сказать, что заготовка технологична.

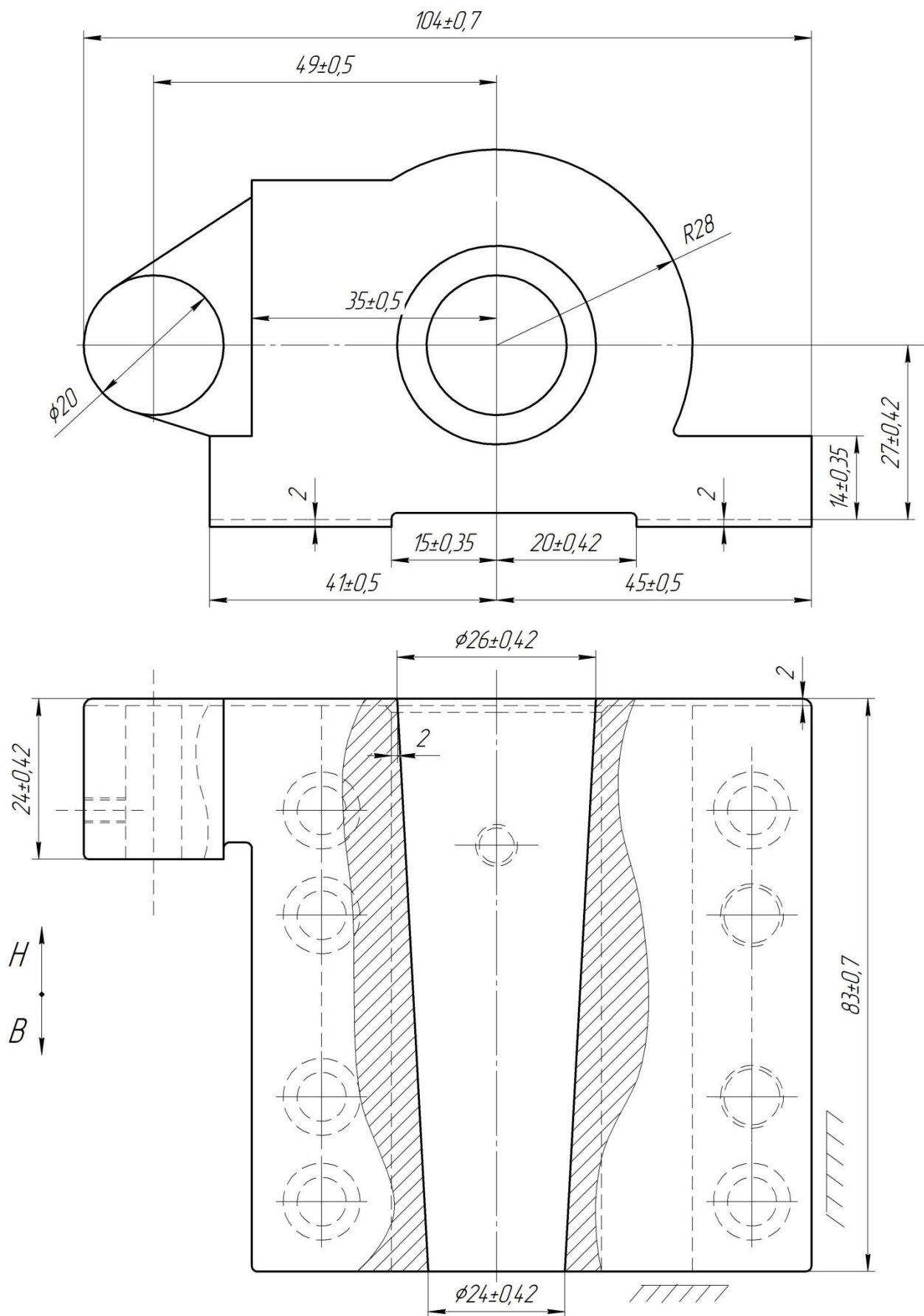


Рисунок 2 – Общий вид заготовки - «Кронштейна»

2.3 Разработка ТП изготовления детали

На основании параметров и вида каждой из поверхностей, спроектируем маршруты их обработки.

Параметры поверхности 1 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – фрезерование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 2 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 3 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 4 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 5 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 6 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 7 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – зенкер протягивание. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – обработка не требуется. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 8 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление и резьбонарезание. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 9 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 10 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 11 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные

характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 12 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 13 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление и зенкерование. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – развертка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 14 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 15 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 16 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 17 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 18 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra6,3, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – фрезерование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 19 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 20 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление и резьбонарезание. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 21 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 22 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность

обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 23 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 24 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление и резьбонарезание. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 25 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 26 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 27 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление. На финальной стадии мойка и контроль.

Сведем данные по обработке поверхностей в таблицу 5 и на их основе разработаем маршрут обработки детали.

Таблица 5 – Технологический маршрут изготовления детали «Кронштейн»

Номер операции	Наименование операции.
000	Заготовительная
010	Фрезерная
020	Токарная
030	Фрезерная
040	Сверлильная
050	Сверлильная
060	Моечная
070	Контрольная

Более подробно технология изготовления детали представлена в графической части в виде плана обработки и на рисунках 3 и 4.

2.4 Выбор СТО

«Для обеспечения требуемого качества и производительности изготовления детали целесообразнее воспользоваться оснасткой и оборудованием, представленным ниже в таблице 6.» [13], [15], [24].

«Таблица 6 - Выбор СТО

№ оп.	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля.
010 фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок 6902ПМФ2	Приспособление специальное	Фреза цилиндрическая диаметр 120, P6M5	Штангенциркуль
020 Токарная	Токарный станок 16Б16Т1	Приспособление специальное	Зенкер-протяжка диаметр 30, P6M5	Калибр-пробка
030 Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок 6902ПМФ2	Приспособление специальное	Фреза цилиндрическая диаметр 120, P6M5	Штангенциркуль» [15]

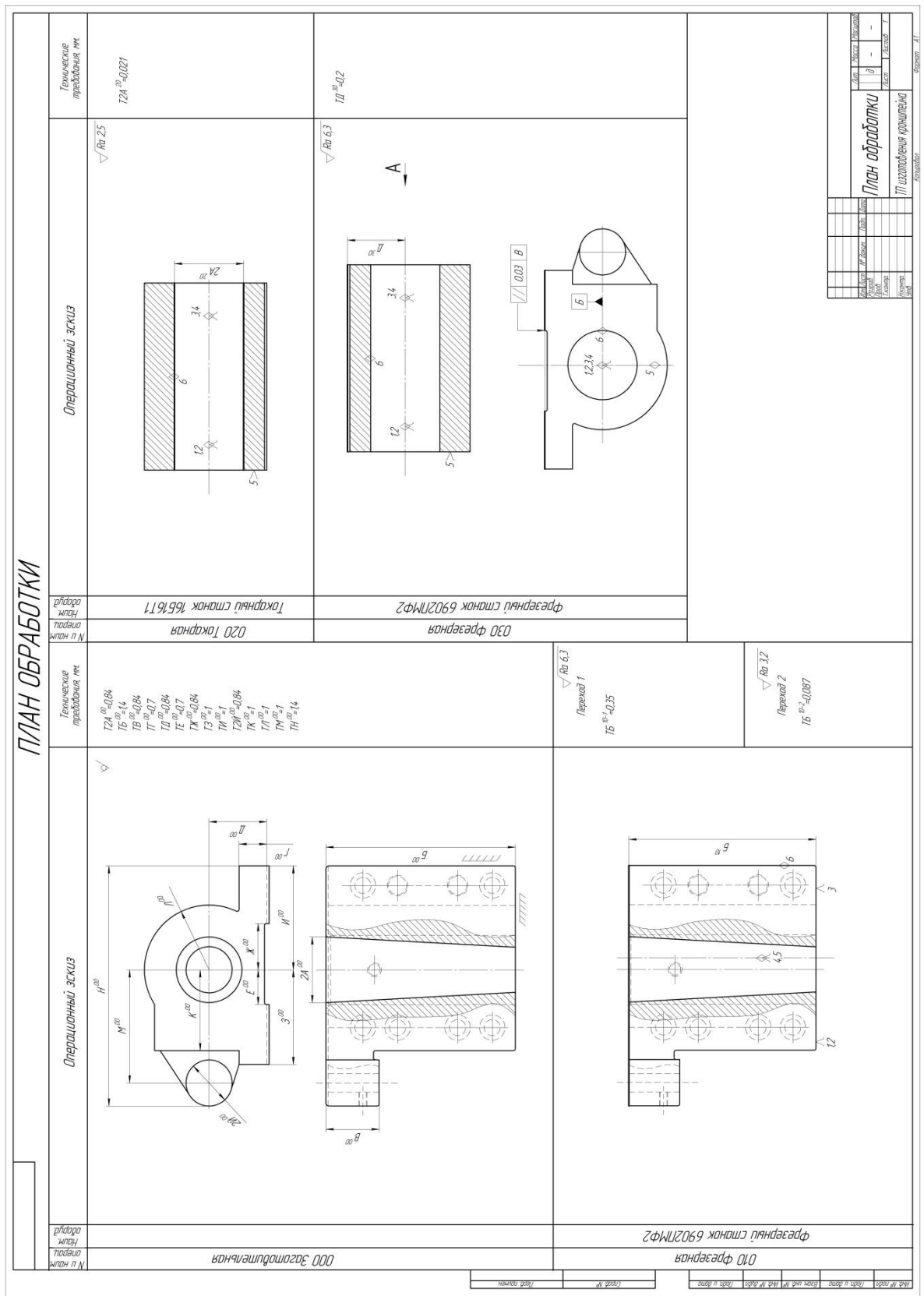


Рисунок 3 - План обработки кронштейна

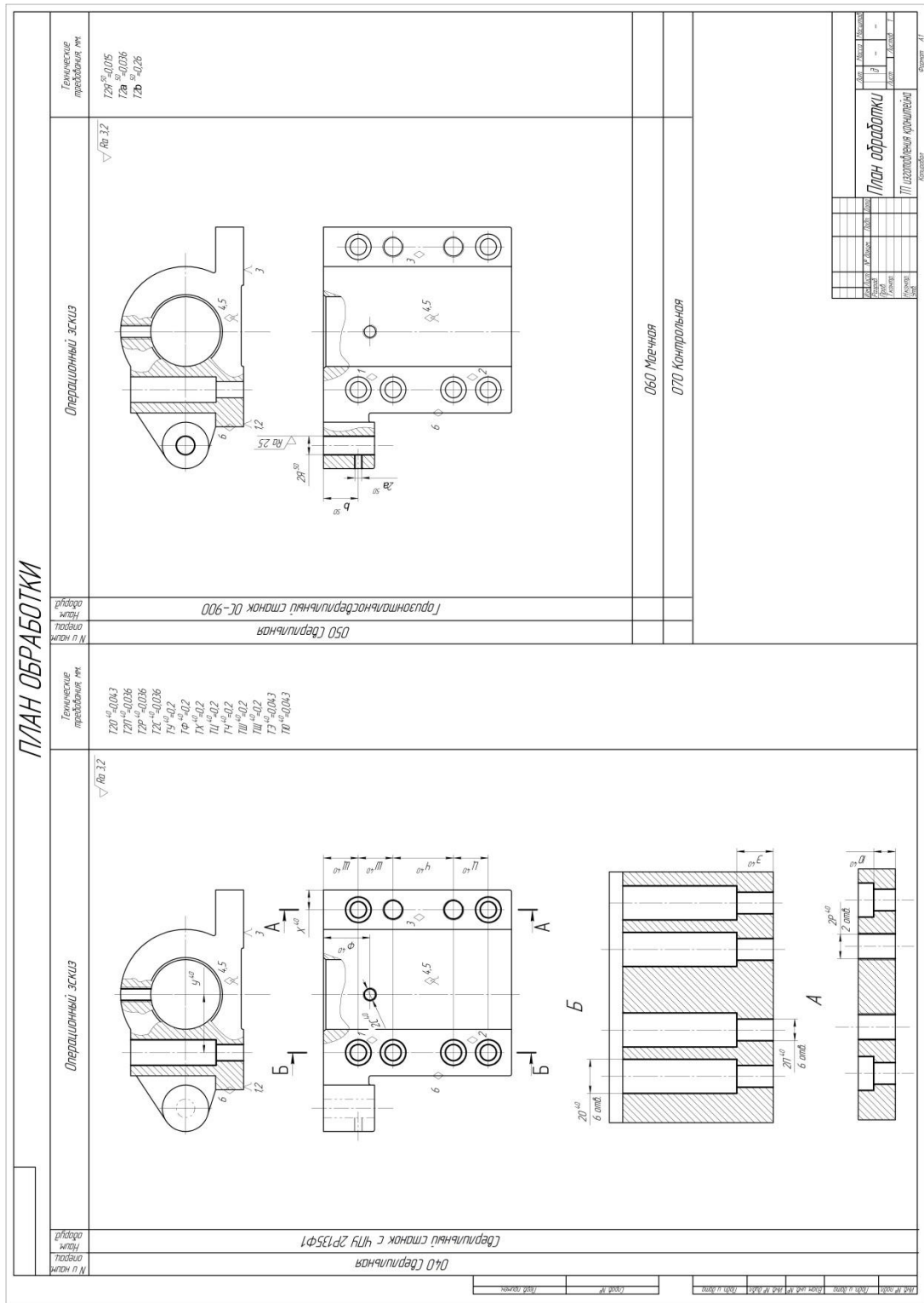


Рисунок 4 - План обработки кронштейна (продолжение)

«Продолжение таблицы 6

№ оп.	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля.
040 Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф1	Приспособление специальное	Сверло диаметр 4,5; P6M5; Метчик машинный М6, P6M5; Сверло диаметр 7; P6M5; Зенковка диаметр 11; P6M5; Сверло диаметр 6; P6M5; Метчик машинный М8, P6M5;	Штангенциркуль
050 Сверлильная	Горизонтально-сверлильный станок ОС-900	Приспособление специальное	Сверло диаметр 6; P6M5; Зенкер диаметр 7,5; P6M5; Развертка диаметр 8; P6M5; Сверло диаметр 4,5; P6M5; Метчик машинный М6, P6M5;	Штангенциркуль» [15]

Показанные в таблице 6 инструмент и оснастка позволяют с наименьшими затратами выполнить техпроцесс, представленный в таблице 5.

2.5 Разработка технологических операций

«Нормы времени на выполнение операций и режимы времени определим при помощи онлайн калькулятора «Sandvik Coromant», а полученные данные представим в виде таблицы 7.» [17], [18]

«Таблица 7 – Нормы времени для ТП изготовления детали

№ операции	Наименование операции	T _о , мин	φ	T _{штк} , мин
010	Фрезерная	0,2	2,1	0,42
020	Токарная	0,2	1,73	0,35
030	Фрезерная	0,3	2,1	0,63
040	Сверлильная	1,25	1,76	2,2
050	Сверлильная	0,22	1,76	0,39

«Таким образом, можно сказать, что техпроцесс изготовления детали разработан, комплект чертежей, сопровождающий материалы, представленные в данном разделе, представлен в графической части работы.»
[1]

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

3 Расчет и проектирование оснастки

3.1 Расчет и проектирование приспособления

«Произведем описание конструкции и расчет специального приспособления для обработки детали на 020 токарной операции. Эскиз операции представлен ниже на рисунке 5.» [2]

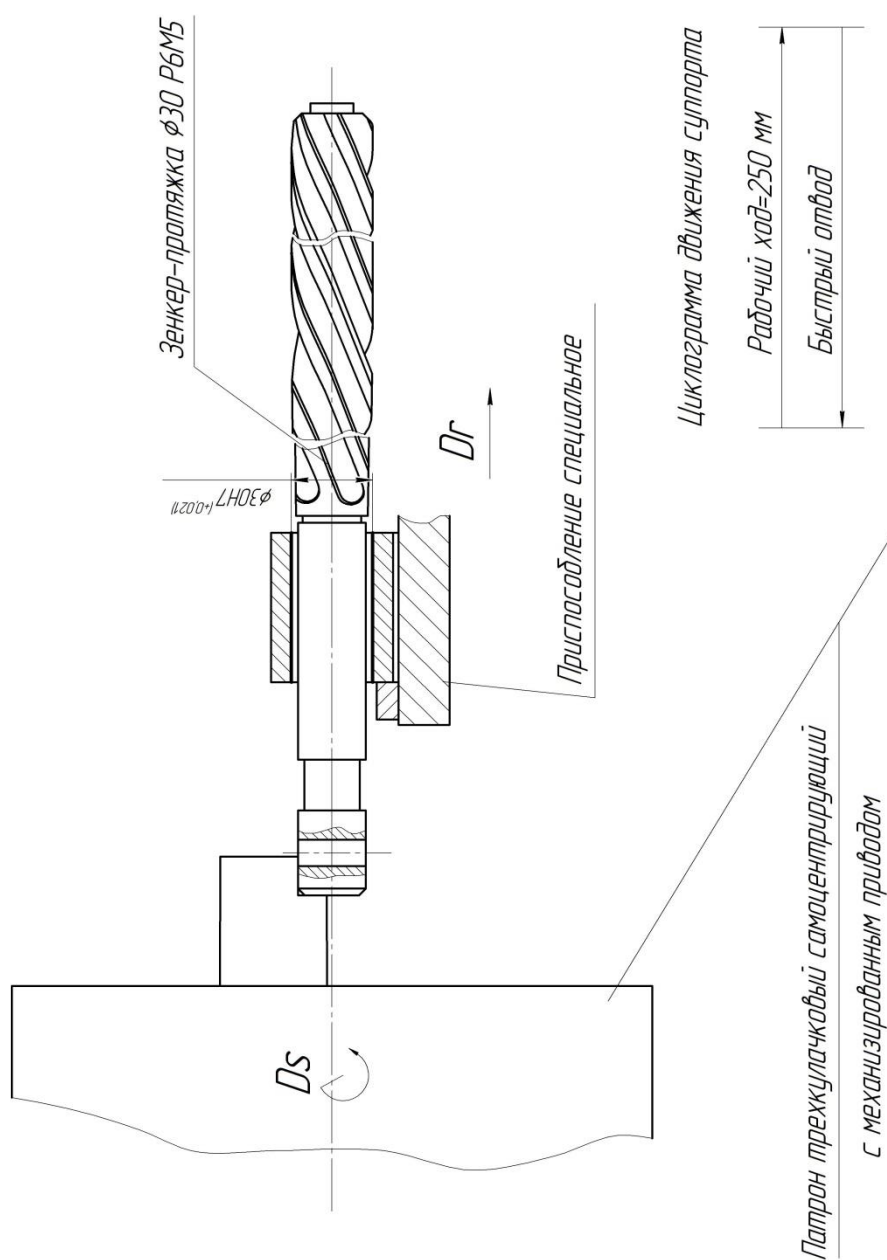


Рисунок 5 – Операция 020

Как видно из рисунка 5, на данной операции используется специальное приспособление, общий вид данного приспособления показан ниже на рисунке 6.

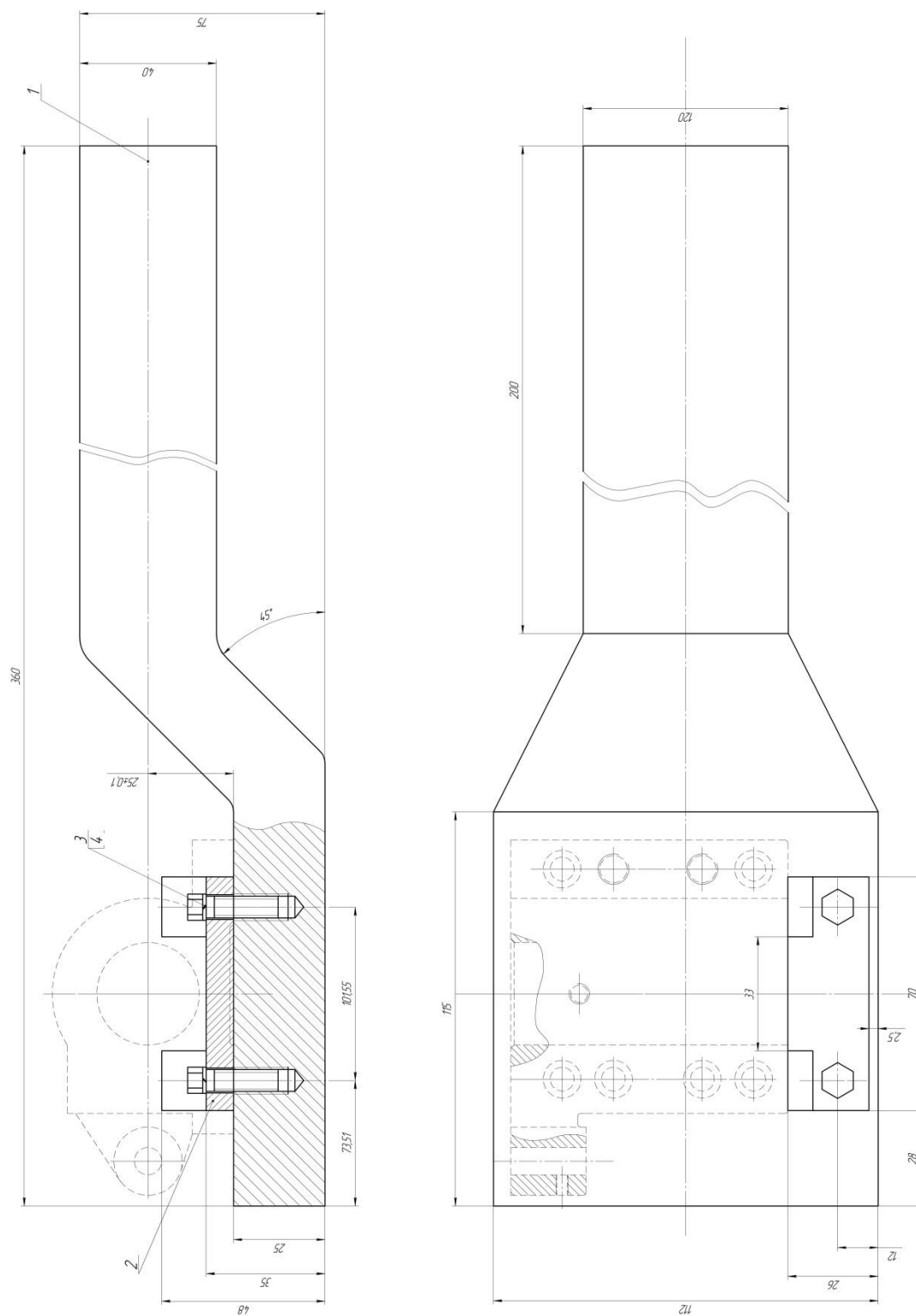


Рисунок 6 – Общий вид патрона

Данное приспособление содержит хвостовик 1, уголок 2 и винт 3 с шайбой 4. При работе приспособление хвостовиком 1 устанавливается в резцедержателе. На рабочую часть устанавливается заготовка и упирается в уголок 2, обеспечивая нулевую погрешность базирования.

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

3.2 Проектирование инструмента

Общий вид инструмента – зенкер-протяжки показан ниже на рисунке 7.

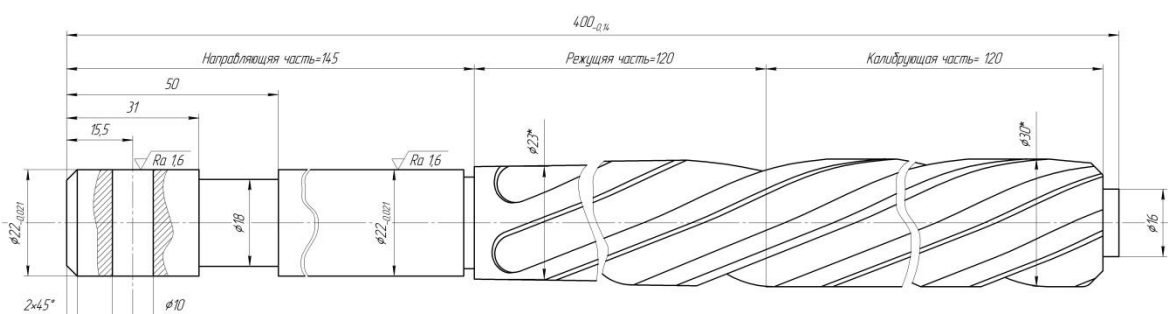


Рисунок 7 – Общий вид инструмента

«На 020 токарной операции осуществляется обработка отверстия кронштейна зенкером - протяжкой, на токарном станке, при помощи специального приспособления, установленного в резцедержателе, эскиз операции представлен на рисунке 5.» [14]

«Инструмент специальный – зенкер- протяжка (цельной);

Материал режущей части - быстрорежущая сталь, P6M5;

Материал заготовки - Сталь 40 ГОСТ 1050-88.» [14]

Режимы обработки:

- глубина резания $t = 0,75$ мм;
- подача $S = 0,3$ мм/об;
- скорость вращения инструмента: $V = 30$ м/мин.

«Зенкер-протяжка представляет собой металлорежущий инструмент, который в осевом направлении имеет конструктивные признаки протяжки (передний хвостовик, шейку, переднюю цилиндрическую направляющую, заднюю направляющую и кинематику обработки (продольное перемещение при работе)), а в поперечном - признаки зенкера (количество, форма, направление винтовых зубьев) и кинематику обработки - относительное вращение заготовки и инструмента, поэтому определение геометрических параметров режущей части будем производить как для зенкера, а параметры направляющих будем принимать, с учетом конструктивных особенностей зенкера - протяжки.» [23]

«Согласно рекомендациям [14, стр. 204] при обработке стали главный угол в плане φ , принимаем равным 60° .

Передний угол назначаем с учетом свойств обрабатываемого материала, по табл. 6,6 [14, стр. 205], принимаем $\gamma = 16^\circ$.

Задний угол α принимаем 8° на режущей части и калибрующей частях.

Угол наклона винтовой канавки принимаем равным 30° .

Угол наклона главной режущей кромки λ принимаем равным $\lambda = 5^\circ$.» [14]

«Параметры профиля винтовых канавок в нормальном сечении определяем по табл.6.7 [14, стр. 206]. Для зенкеров с $z=4$ из быстрорежущей стали: $h=2,34$; $P=8,3$; $E=13,4$ (с учетом особенностей проектируемого инструмента). Профиль поперечного сечения зенкера-протяжки в режущей части и калибрующей части представлен на рисунке 8.» [14]

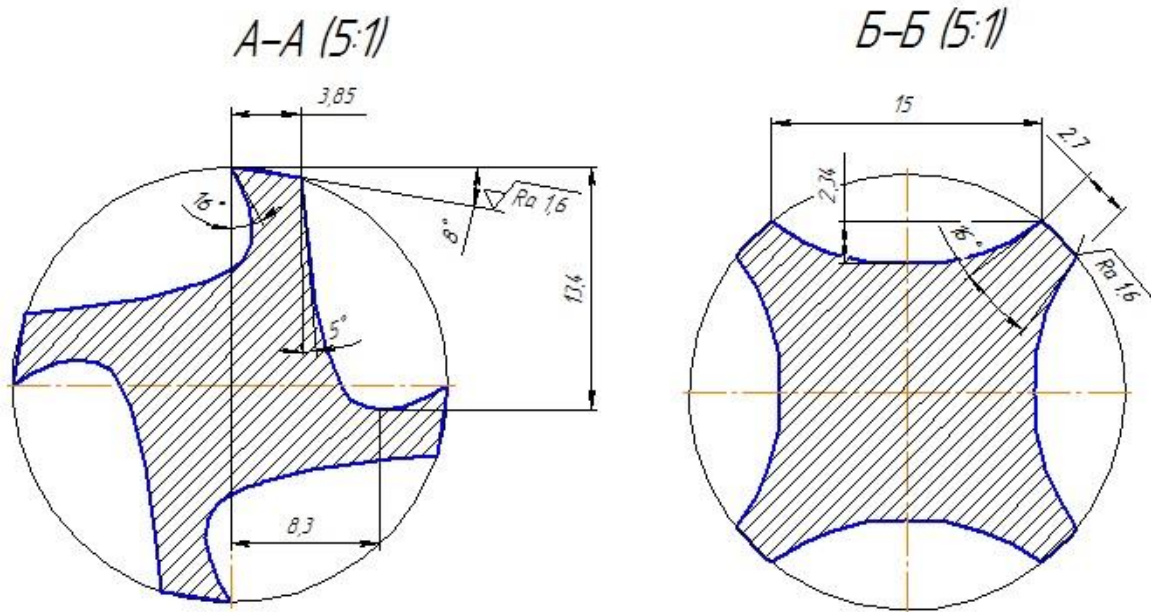


Рисунок 8 – Профили поперечного сечения

Сборочные чертежи приспособления и инструмента представлены в графической части данной работы.

4. Безопасность и экологичность технического объекта

«Задача раздела – проектирование технологии изготовления кронштейна с учетом требований стандартов по безопасности.

Технологический паспорт объекта представлен в виде таблицы 8» [7].

Таблица 8 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье	Литейщик	Литейная машина	Сталь 40, смазки графитовые
Механическая обработка	Фрезерная	Оператор станков с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный станок 6902ПМФ2	Сталь 40, СОЖ, ветошь

«В таблице 9 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 детали» [7].

Таблица 9 - 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.» [7]	Литейная машина

Продолжение таблицы 9

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Фрезерование	<p>«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.» [7]</p>	<p>«Горизонтально-фрезерный станок 6902ПМФ2, зона резания, зажимные губки патрона, резцы, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Пульт управления станком, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление» [7]</p>

Снижение рисков достигается мерами (таблица 10)» [7] .

Таблица 10 – 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» [7]	«Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда» [7]	«Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные» [7]
«Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)» [7]	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-

Продолжение таблицы 10

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
«ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел» [7]	«Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда» [7]	Резиновые виброгасящие покрытия
«ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания» [7]	«Организация вентиляции Инструктажи по охране труда» [7]	-
«ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел» [7]	«Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда» [7]	Применение противозумных вкладышей
«ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями» [7]	«Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [7]	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

«В таблицах 11 – 14 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 11 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Участок обработки кронштейна	Горизонтально-фрезерный станок 6902ПМФ2	Класс В, Е	«Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши» [7]	«Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ» [7]

Таблица 12 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
«Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители» [7]	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	«Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией» [7]	Напорные пожарные рукава

Таблица 13 – Средства защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
«Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы» [7]	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 14 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления кронштейна	«Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негорючих ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.» [7]	«Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей» [7]

Результаты анализа в таблицах 15 и 16. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 15 – 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 кронштейна	Горизонтально-фрезерный станок 6902ПМФ2	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 16 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

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

«Рассматривается обработка на заготовительной и фрезерной операциях. Подробно рассмотрена операция, выполняемая на фрезерном станке с ЧПУ Горизонтально-фрезерный станок 6902ПМФ2, которая включает переходы фрезерования. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – тиски. Инструмент - фрезы. Применяются материалы: сталь 40, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 8)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для фрезерной операции, что позволило определить ОВПФ. Данные факторы представлены в таблице 9» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются методы и средства, представленные в таблице 10» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для

участка изготовления кронштейна (таблица 11). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 12, 13), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления кронштейна (таблица 14)» [7] .

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления вала на окружающую среду (таблица 15). 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 16)» [7].

«Выявив и проанализировав технологию изготовления кронштейна и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.» [7]

5 Экономическая эффективность работы

Любое техническое решение предполагает экономическое обоснование предложенных вариантов, в этом и заключается основная задача данного раздела бакалаврской работы.

Подробное описание производимого изделия, его технологического процесса, применяемой оснастки и инструмента, а также трудоемкость операций, представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы. Однако, чтобы понимать условия, которые будут использоваться для выполнения данного раздела, необходимо их продублировать, но в кратком виде.

Краткое описание разработанного технологического процесса представлено на рисунке 9.



Рисунок 9 – Краткое описание разработанного технологического процесса

Кроме, представленных на рисунке 9 операций, разработанный технологический процесс имеет такие операции как: моечная (060) и контрольная (070). Однако, эти операции в детальных расчетах использоваться не будут, т.к. их доля в общих затратах и расходах не значительна. Кроме того, они могут выполняться совместно с другими, аналогичными изделиями, и выделить расходы, только изделия

рассматриваемого в рамках данной бакалаврской работы. Поэтому затраты и расходы, не вошедшие в детальные расчеты будут учтены в цеховых расходах.

Данный раздел предполагает проведение достаточно широкого комплекса экономических расчетов. Укрупнено, этот комплекс можно разделить на несколько этапов. Последовательность и название этапов, а также проводимые расчеты для их выполнения представлены на рисунке 10.

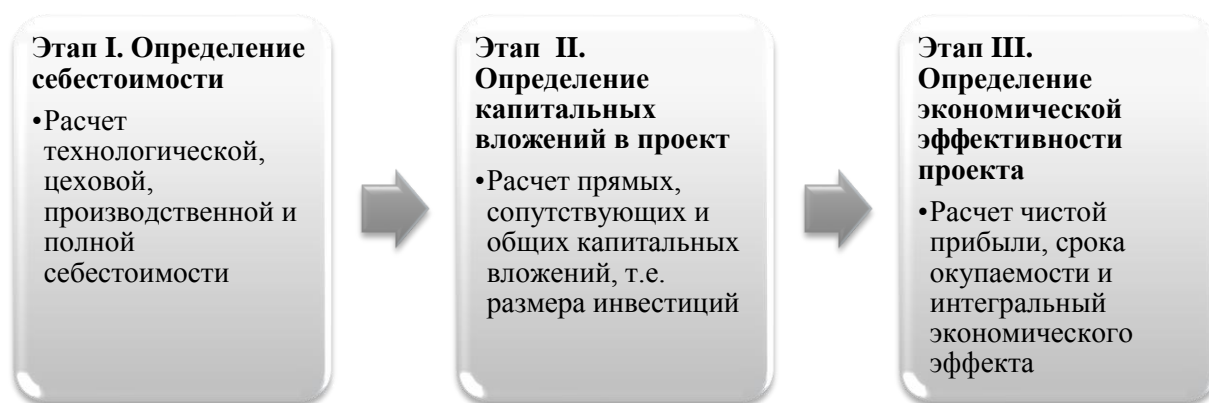


Рисунок 10 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 10 расчеты и методики для их проведения [10] позволят получить результаты и сделать итоговые выводы по эффективности разработанного технологического процесса. Для упрощения выполнения перечисленных расчетов дополнительно используется программное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты расчетов по определению себестоимости изготовления продукции представлены на рисунке 11.

На рисунке 11 видно, что технологическая ($C_{ТЕХ}$), цеховая ($C_{ЦЕХ}$), производственная ($C_{ЗАВ}$) и полная ($C_{ПОЛН}$) себестоимости, постепенно возрастают, учитывая все необходимые расходы, связанные с производством. Основу формирования полной себестоимости создает технологическая себестоимость.

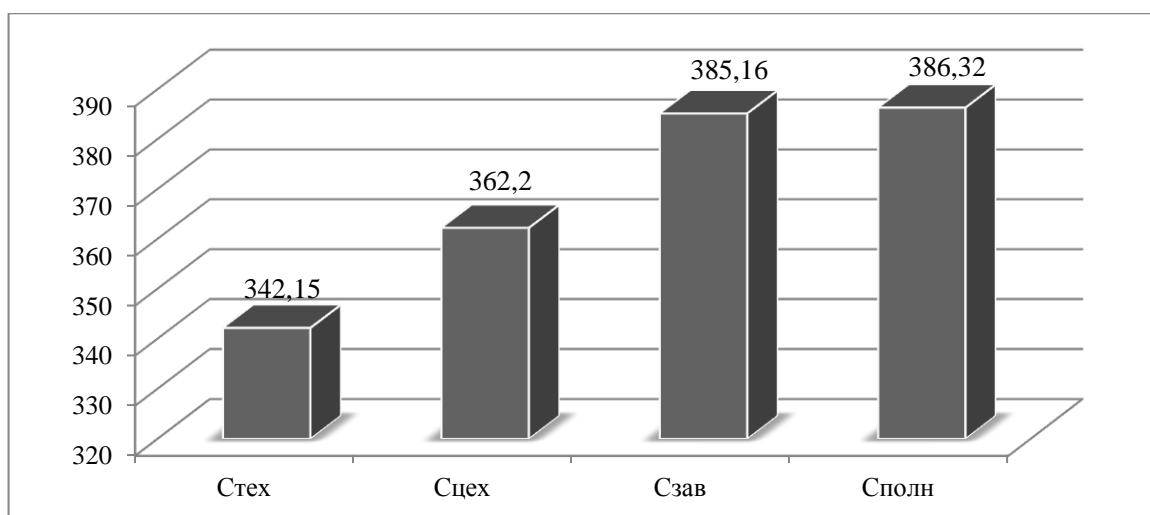


Рисунок 11 – Результаты расчетов по определению себестоимости, руб.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в разработанный технологический процесс, представлены на рисунке 12.



Рисунок 12 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 12 видно, что прямые капитальные вложения имеют большее значение по сравнению с сопутствующими. Их доля в общем объеме инвестиций составляет 53,5 %, это связано с тем, что прямые капитальные вложения – это затраты в основное технологическое оборудование, которые всегда являются самой затратной частью.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности проекта представлены на рисунке 13.



Рисунок 13 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

Как видно из рисунка 13, разработанный технологический процесс можно внедрять, потому что, он является экономически эффективным. В результате его внедрения будет получен эффект в размере 13200,72 руб.

Заключение

Заявленная во введении цель работы решается за счет последовательного решения более мелких задач, каждая из которых направлена на выполнение определенного этапа в методологии проектирования детали.

На начальном этапе проанализированы характеристики детали, влияющие на способы и методы ее дальнейшей обработки и формирующие оптимальный подход к ее изготовлению. Решены задачи определением назначения детали и ее поверхностей, выполнением ее чертежа и определением характеристик технологичности.

Далее, выполнен этап разработки технологии изготовления детали. Для этого решены следующие задачи:

- по методике [12] из раздела «Список используемых источников» определен тип производства и его стратегия по методике [20];
- используя методологию из источника [4] спроектирована заготовка;
- используя методологию из источников [9] и [25] спроектирован техпроцесс;
- используя методологию из источников [1], [13], [15], [17], [18] и [24] спроектированы операции и определена необходимая оснастка.

На следующем этапе используя методологию из источников [16], [19] и [27] спроектированы оснастка и инструмент.

Используя методологию, представленную в источнике [7] решены основные задачи обеспечения безопасности техпроцесса.

Задача по определению показателей экономической эффективности решена по метрологии, представленной в источнике [10].

Таким образом, все задачи бакалаврской работы решены, а следовательно, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления кронштейна 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 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, 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 процес-сов 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 режущему 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.

Приложение А

Маршрутная карта

Таблица А.1 – Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.	Взам.	Подп.																	
Разраб.	Храмов																		
Пров.	Воронов																		
Утв.	Логинов																		
Н. Контр.	Воронов																		
M01	Сталь 40 ГОСТ 1050-88																		
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код.загот	Профиль и размеры			КД	МЗ							
M02	02	166	0,37	1		0,83	11	273×295			1	0,44							
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа											
Б	Код, наименование оборудования			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт-к.						
A 03	000 Заготовительная																		
04																			
A 05	010 4262 Фрезерная																		
B 06	381631 Фрезерный станок 6902ПМФ2																		
07																			
A 08	020 4255 Токарная																		
B 09	381631 Токарный станок 16Б16Т1																		
10																			
A 11	030 4262 Фрезерная																		
B 12	381631 Фрезерный станок 6902ПМФ2																		
13																			
A14	040 4241 Сверлильная																		
B15	381631 Сверлильный станок 2Р135Ф1																		
16																			
МК																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.
Б	Код, наименование оборудования														
А01	050 4141 Сверлильная														
Б02	381101 Сверлильный станок ОС-900														
03															
А04	060 Моечная														
Б05															
06	070 Контрольная														
А07															
Б08															
09															
А10															
11															
12															
А13															
Б14															
15															
А16															
Б14															
18															
А19															
20															
А21															
22															
МК															

Приложение В

Спецификация

Таблица В.1 – Спецификация

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<i>Документация</i>		
		A2				<i>Сборочный чертёж</i>		
						<i>Детали</i>		
Справ. №		A3		1		<i>Корпус</i>	1	
		A4		2		<i>Палец</i>	1	
						<i>Стандартные изделия</i>		
				3		<i>Болт М8 х 22 ГОСТ 15589-70</i>	4	
				4		<i>Шайба 8 Н ГОСТ 6402-70</i>	4	
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Инв. № дубл.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.		Изм. / Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p><i>Приспособление специальное</i></p> <p>Лит. Лист Листов 1</p> <p><i>ТГУ ТМдд-1801а</i></p>		
		Разраб.	Храмов					
		Пров.	Воронов					
		Н.контр.	Воронов					
		Утв.	Логинов					

Копировал

Формат А4