

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 крышки лебедки

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

Тольятти 2023

Аннотация

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

В бакалаврской работе представлена технология изготовления крышки лебедки 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 48 страниц, содержащую 16 таблиц, 12 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.....	20
2.5 Разработка технологических операций.....	21
3 Расчет и проектирование оснастки.....	22
3.1 Расчет и проектирование приспособления.....	22
3.2 Проектирование инструмента.....	25
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.....	47

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. 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.» [26]

«Выпуск машин стал возможным в связи с развитием высокопроизводительных методов производства, а дальнейшее повышение точности, мощности, к.п.д., износостойкости и других показателей работы машин было достигнуто в результате разработки новых технологических методов и процессов. Именно поэтому очень важно, чтобы на предприятиях технологические процессы были более совершенными. Основу технологической подготовки производства составляет разработка оптимального технологического процесса (ТП), позволяющего обеспечить выпуск заданного количества изделий заданного качества в установленные сроки с минимальными затратами.» [18]

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

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

«Данная деталь – «Крышка лебедки», предназначена для базирования деталей лебедки по своим поверхностям и для защиты от попадания пыли и грязи во внутреннее пространство лебедки.» [12]

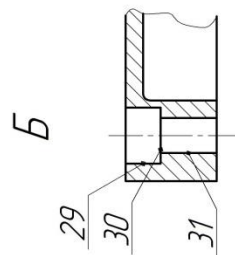
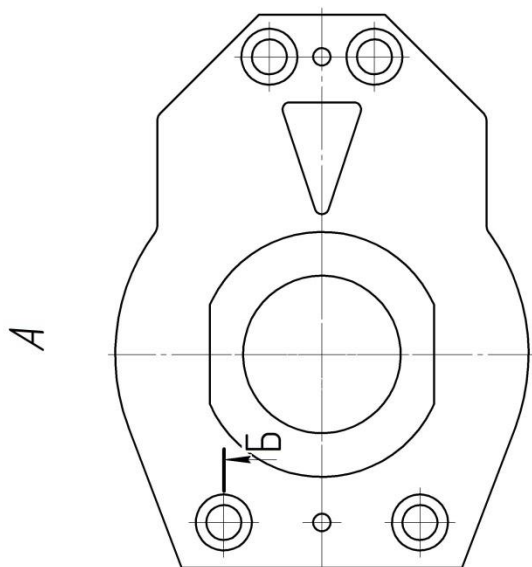
«Данная деталь работает в условиях постоянных нагрузок, не в агрессивных средах, поэтому ее изнашивание происходит медленно. Данная деталь изготавливается из чугуна СЧ18. Его механические свойства следующие: $\sigma_{0,2}$ - предел текучести условный, составляет 176 МПа, σ_B - временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), составляет 358 МПа, ψ - относительное сужение, составляет 20%, КСЧУ - ударная вязкость, составляет 76 Дж/см², твердость НВ 170±10. Основной химический состав: углерод – более 2%, кремний - 0.05 - 0.08%, марганец - 0.2 - 0.5%, хром – 1.65%, , незначительное количество серы, фосфора и никеля, остальное железо.» [20]

1.2 Классификация поверхностей детали

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

Таблица 1 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
ОКБ	1,24
ВКБ	11,25,26
Исполнительные	2,3,4,27,28,29,30,31
Свободные	остальные



Б↑

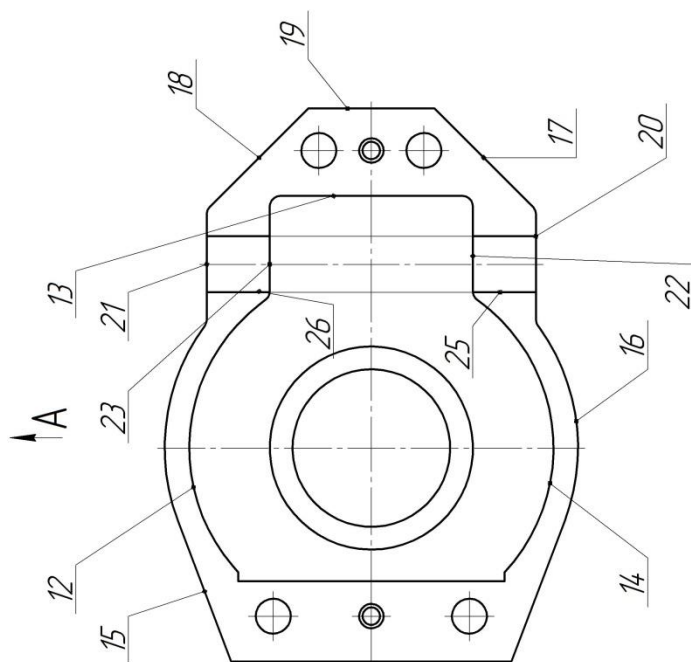
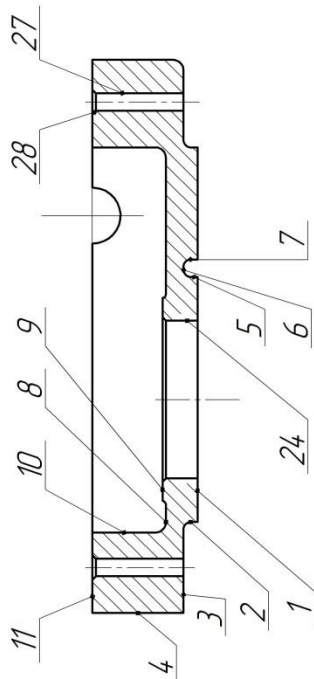


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Крышка лебедки»

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	$K_{и.м.} = M_d / M_z$	$K_{и.м.} = 1,43 / 2,45 = 0,58$
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_э$	$K_{у.э.} = 20 / 31 = 0,64$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1 / T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1 / 9,17) = 0,62$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1 / Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1 - 1 / 1,6 = 0,61$ » [12]

Вывод: анализируемая деталь - «Крышка лебедки», показывает не высокую степень технологичности, таким образом, является не 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 1,43 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 в землю	1,43	2,45	50	350	1,4	472,5
литье по выплавляемым моделям	1,43	2,1	100	350	1,4	560

Таким образом, можно сказать, что в качестве заготовки необходимо использовать литье в землю, в этом случае и программе 5000 деталей в год, условная экономия составит 437500 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.

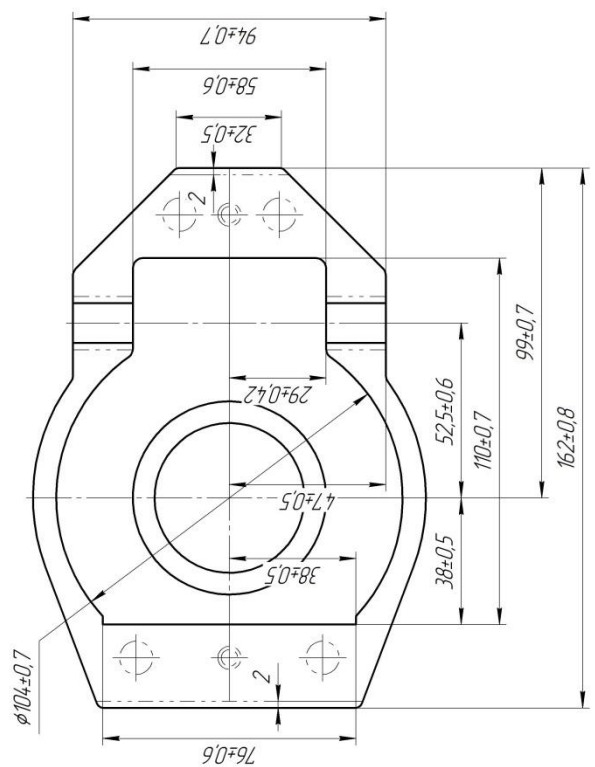
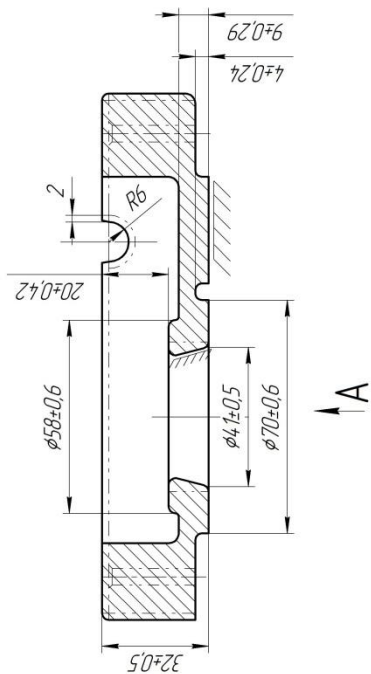
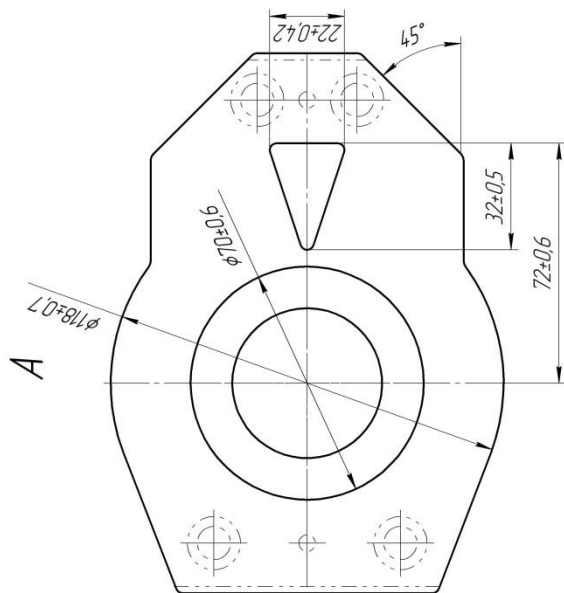


Рисунок 2 – Общий вид заготовки - «Крышка лебедки»

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 черновое и чистовое. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 2 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, 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 Ra25, 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 Ra6,3, точность – двенадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – фрезерование черновое. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 5 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, 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 – плоская, шероховатость

Ra25, 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 – плоская, шероховатость Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 8 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 9 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, 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 Ra25, 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 Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – фрезерование черновое и чистовое. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 12 следующие: вид – плоская, шероховатость

Ra25, 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 – плоская, шероховатость Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 14 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, 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 Ra25, 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 Ra25, 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 Ra25, 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

Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 19 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra6,3, точность – двенадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – фрезерование черновое. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 20 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 21 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 22 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 23 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 24 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra1,6, точность – шестой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – растачивание черновое и чистовое. На стадии чистовой обработки – растачивание тонкое. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 25 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra1,6, точность – шестой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление и зенкерование. На стадии чистовой обработки – развертка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 26 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra1,6, точность – шестой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление и зенкерование. На стадии чистовой обработки – развертка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 27 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra1,6, точность – шестой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – сверление и зенкерование. На стадии чистовой обработки – развертка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 28 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 29 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 30 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 31 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 32 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra6,3, точность – двенадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – фрезерование черновое. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 33 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 34 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 35 следующие: вид – плоская, шероховатость

Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 36 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 37 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra25, точность – четырнадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. 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 «Крышка лебедки»

Номер операции	Наименование операции	Технологический переход
010	Фрезерная	Фрезерование торцев
020		
030		
040		
050	Сверлильно- расточная	Сверление отверстий Расточка отверстий

Более подробно технология изготовления детали представлена в графической части в виде плана обработки и на рисунке 3.» [15]

№ наименование операции	Оборудование	Операционный эскиз	Технологические требования	№ наименование операции	Оборудование	Операционный эскиз	Технологические требования
000 Заготовительная			$T_A^{0.16}$ $T_B^{0.1}$ $T_{2l}^{0.1}$ $T_{2z}^{0.1}$ $T_{\varphi}^{0.048}$ $T_{2x}^{0.1}$ $T_{2l}^{0.14}$ $T_{\varphi}^{0.12}$ $T_{\psi}^{0.1}$ $T_{\psi}^{0.12}$ $T_{\psi}^{0.14}$	050 Сверлильно-расточная	Обработывающий центр ИРМ500МФ4		$T_{2l}^{0.25}$ $T_{2l}^{0.062}$ $T_{2l}^{0.062}$ $T_{2l}^{0.18}$ $T_{2l}^{0.043}$ $T_{2l}^{0.043}$ $T_{2l}^{0.018}$ $T_{\psi}^{0.1}$ $T_{\psi}^{0.1}$ $T_{\psi}^{0.043}$ $T_{\psi}^{0.1}$ $T_{\psi}^{0.1}$ $T_{\psi}^{0.06}$ $T_{\psi}^{0.06}$ $T_{\psi}^{0.06}$ $T_{\psi}^{0.06}$
010 Фрезерная	Фрезерный станок БР80		$T_A^{0.04}$	060 Мачная			
020 Фрезерная	Фрезерный станок БР80		$T_B^{0.021}$	070 Контрольная			
030 Фрезерная	Фрезерный станок БР80		$T_B^{0.052}$				
040 Фрезерная	Фрезерный станок БР80		$T_B^{0.074}$				

Рисунок 3 - План обработки крышки

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

Операция	Оборудование	Приспособление	инструмент	Средства контроля.
010 фрезерная	Фрезерный станок DAN LIN	Тиски машинные, Упор	Фреза торцовая с вставными ножами T5K6	Штангенциркуль ШЦ-1
020 Фрезерная				
030 Фрезерная				
040 Фрезерная				
050 Сверл.-раст	Обрабатывающ ий центр VMD 16 Vario	Тиски машинные, упор	Сверло, Развертка, Метчик, Цековка, Головка расточная	Шаблон» [18]

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	0,3	2,4	0,73
020	Фрезерная	0,5	2,4	1,19
030	Фрезерная	0,5	2,4	1,14
040	Фрезерная	0,88	2,4	2,1
050	Сверлильнорасточная	2,35	2,6	6,11»[17]

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

Таким образом, данные приведенные выше в разделе 2 позволяют выполнить графический необходимый материал, а именно:

- выполнить чертеж заготовки;
- выполнить чертеж плана обработки;
- выполнить чертежи наладок.» [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 тисков для обработки детали на 010 фрезерной операции. Эскиз операции представлен ниже на рисунке 4.» [2]

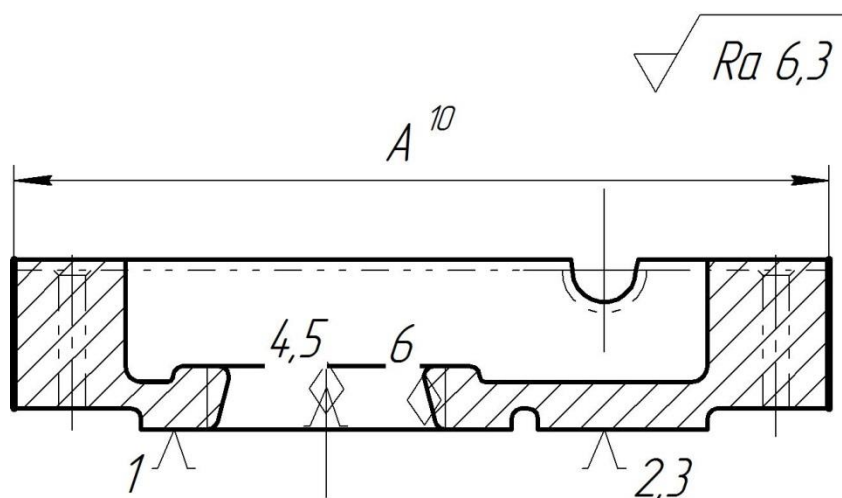


Рисунок 4 – Операция 010

При установке заготовки в погрешность базирования является основной составляющей, определяется данная погрешность по формуле 1.

$$\varepsilon_{yA} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^{2'} + \varepsilon_{п.з.}} \quad (1)$$

где, $\varepsilon_6 = S_{\max} = T_D + S_{\min} + T_d$, погрешность базирования, $\varepsilon_3 = 0$.

Погрешность закрепления находим по формуле 2.

$$\varepsilon_{п.з.} = \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon_a^2 + \varepsilon_c^{2'}} \quad (2)$$

где, $\varepsilon_y = 0$, погрешность изготовления, учитывается через T_d и S_{\min} .

ε_c – погрешность установочного приспособления, не задается.

Тогда, по формуле 3, имеем:

$$\varepsilon_{п.з.} = \varepsilon_a \quad (3)$$

где, $\varepsilon_a = T_{\text{изн.}}$

$T_{\text{изн.}} = 0.02$ мм – допустимый износ оправки.

Тогда, по формуле 4, имеем:

$$T_A = T_D + S_{\min} + T_d + T_{\text{изн.}} + \omega \quad (4)$$

где, $\omega = 0,06$ мм – точность метода установки.

Преобразуем:

$$S_{\min} + T_d = T_A - (T_D + T_{\text{изн.}} + \omega) = 0.12 - (0.016 + 0.02 + 0.06) = 0.024 \text{ мм}$$

По ГОСТ 25347-82 подбираем поле допуска оправки так, чтобы соблюдалось условие: $S_{\min} + T_d \geq ei$, тогда $0.024 \geq ei$.

Рассчитаем погрешность базирования по формуле 5.

$$\varepsilon_{\delta} = S_{\max} = T_D + S_{\min} + T_d \quad (5)$$

Причем, $\varepsilon_{\delta} = 0.004$ мм.

Рассчитаем погрешность установки по формуле 6:

$$\varepsilon_{yA} = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^{2'} + \varepsilon_{п.3}} \quad (6)$$

Тогда погрешность установки будет равна:

$$\varepsilon_{yA} = \sqrt{0.004^2 + 0^{2'} + 0.02} = 0.024 \text{ мм.}$$

Общий вид тисков показан ниже, на рисунке 5.

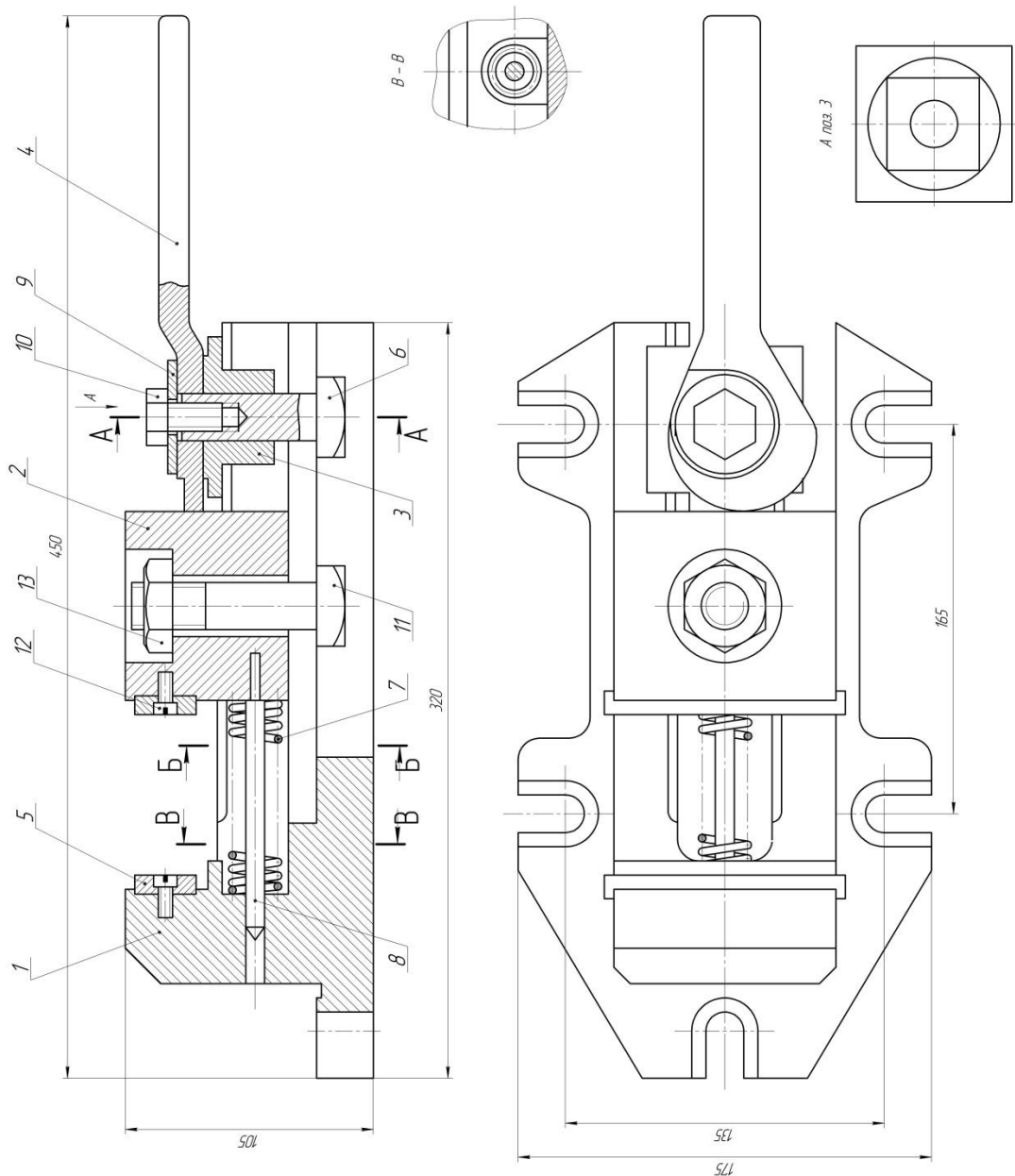


Рисунок 5 – Общий вид тисков

«Для проектирования режущего инструмента за основу берём сверлильный переход для сверления отверстия диаметр 16Н9 на глубину 94 мм. Назначение геометрических параметров сверла:

Сверло имеет одну режущую кромку, состоящую из двух частей: наружной и внутренней.

- калибрующая кромка снабжена фаской $f=0,5$ мм;
- для уменьшения поверхности соприкосновения и повышения эффективного действия охлаждающей жидкости предусмотрены лыски, глубина 0,20 мм ;
- дно канавки расположено ниже центра на $h=0,18$ мм иначе сверло не будет работать, сможет прогнуться или сломаться;
- углы при вершине сверла $\varphi=50^\circ$ и $\varphi_1=70^\circ$;
- передний угол 15° ;
- задний угол 15° ;
- зажимная часть сверла 80 мм;
- канавка для удаления стружки 270 мм.»[27].

Сборочный чертеж тисков и чертеж сверла представлены в графической части данной работы.

4. Безопасность и экологичность технического объекта

«Задача раздела – проектирование технологии изготовления крышки 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	Чугун СЧ18, смазки графитовые
Механическая обработка	Фрезерная	Оператор станков с ЧПУ	Фрезерный станок DAN LIN	Чугун СЧ18, 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>«Фрезерный станок ДАН LIN, 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 крышки	Фрезерный станок ДАН LIN	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 крышки	«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 технологический процесс	Структурные элементы технологического процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления крышки	Фрезерный станок DAN LIN	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 крышки
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 DAN LIN, которая включает переходы фрезерования. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – тиски. Инструмент - фрезы. Применяются материалы: чугун СЧ18, 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 крышки (таблица 11). Проводится выбор средств

пожаротушения (таблица 12, 13), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления крышки (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 крышки 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 8.



Рисунок 8 – Краткое описание разработанного технологического процесса

На рисунке 8 представлены все операции разрабатываемого технологического процесса. Таких операций как: термическая, контрольные и моечная, технологической процесс не предусматривает. Это связано с самим изготавливаемым изделием и его служебным назначением.

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 9.

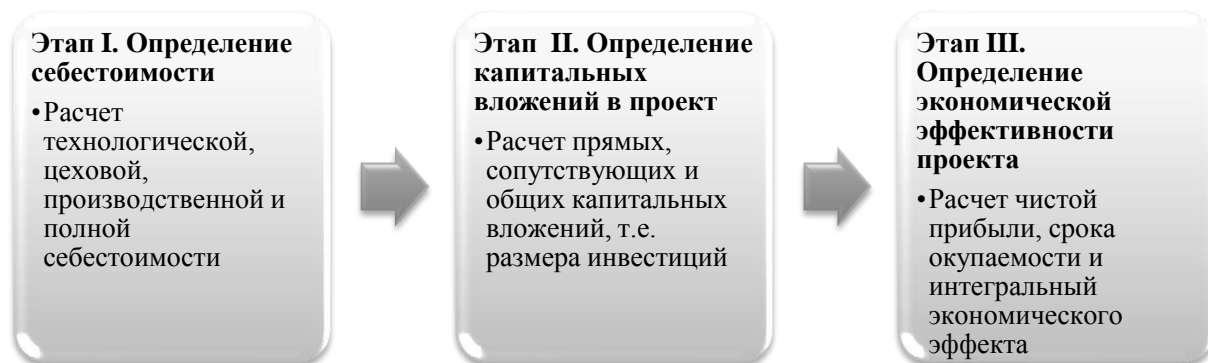


Рисунок 9 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 9 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 10.

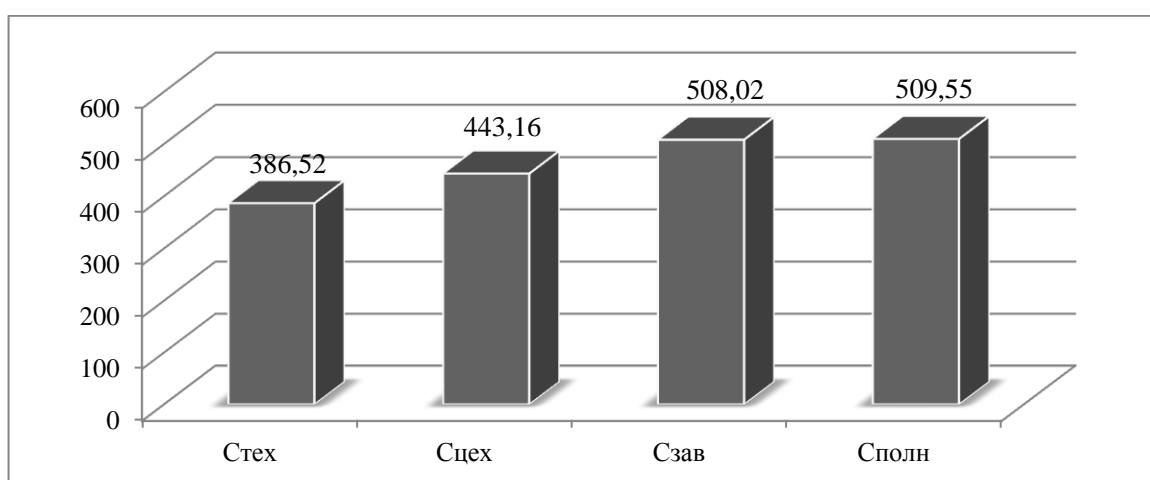


Рисунок 10 – Результаты расчетов по определению себестоимости, руб.

На рисунке 10 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.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в разработанный технологический процесс, представлены на рисунке 11.



Рисунок 11 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 11 видно, что прямые капитальные вложения имеют большее значение по сравнению с сопутствующими. Их доля в общем объеме инвестиций составляет 55,2 %, 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 12.



Рисунок 12 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

Как видно из рисунка 12, разработанный технологический процесс можно внедрять, потому что, он является экономически эффективным. В результате его внедрения будет получен эффект в размере 18967,55 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 крышки лебедки 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.

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1105-84 Формат 7												Листов 1	Лист 1	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
Разраб.	ТГУ										Листов 1		Лист 1	
Проб.														
Утв.	Корпус лебедки										Цех Уч.		Р.М. 030	
Н. контр.														
	Колесникова													
	Вороноб													
	Лагинав													
	Вороноб													
√ Ra 3,2														
												КЭ		

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

