

Аннотация

Технологический процесс изготовления рычага сортировочного устройства. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2023.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления рычага 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 46 страниц, содержащую 16 таблиц, 10 рисунков, и графическую часть, содержащую 6,5 листов.

Annotation

The technological process of manufacturing the lever of the sorting device. Bachelor's work. Togliatti. Togliatti State University, 2023.

The bachelor's thesis presents the technology of manufacturing a lever for medium-scale production conditions.

Keywords: part, workpiece, processing route, processing plan, technological equipment, processing modes, device, tool, safety and environmental friendliness of the project, economic efficiency.

In the final qualifying work:

– the analysis of the initial data from the assignment for the bachelor's work was carried out;

- a production type strategy has been set and selected;

- the method is established and the workpiece is designed;

- technological methods of part processing have been developed based on dimensional, precision and mass characteristics;

- establishment of rational means of equipment, technological methods of part processing;

- the processing parameters are set for the operations of the technical process;

- drawings have been developed using special software tools;

– the device and the cutting tool are calculated and constructed;

- indicators and measures for the safety of the technological process are determined;

– the calculation of economic efficiency indicators from the proposed technological process was carried out;

The bachelor's thesis contains an explanatory note in the size of 46 pages, containing 16 tables, 10 figures, and a graphic part containing 6.5 sheets.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Классификация поверхностей детали.....	6
1.3 Технологичность детали.....	7
1.4 Задачи работы.....	8
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	13
2.4 Выбор СТО.....	16
2.5 Разработка технологических операций.....	17
3 Расчет и проектирование оснастки.....	19
3.1 Расчет и проектирование приспособления.....	19
3.2 Проектирование инструмента.....	22
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	25
5 Экономическая эффективность работы.....	30
Заключение.....	35
Список используемых источников.....	37
Приложение А Маршрутная карта.....	40
Приложение Б Операционные карты.....	42
Приложение В Спецификация.....	44

Введение

Автоматическая производственная линия - это система, которая автоматически выполняет весь или часть производственного процесса изделия с помощью системы перемещения заготовки и системы управления. Эта система состоит из набора автоматических станков и вспомогательного оборудования, расположенных в определенной последовательности, и называется автоматической линией.

Кроме этого автоматическая линия должна обладать единым тактом выпуска изделий и иметь общую систему управления.

Другой важной отличительной особенностью конструкции автоматической линии является наличие межоперационного транспорта, связывающего все технологические модули автоматической линии.

Перемещение заготовок на таких линиях зачастую осуществляется в специальных приспособлениях – спутниках. Самой сложной и ответственной частью автоматических линий являются сортировочные устройства, частью которых могут являться механизмы поштучной выдачи заготовок.

Рычаг сортировочного устройства является частью такого механизма. От качества изготовления и сборки такой детали зависит работоспособность данного механизма и всей автоматической линии в целом.

Главными рабочими элементами данного рычага являются четыре отверстия разного диаметра, обработанные с высокой точностью. Кроме этого в процессе изготовления необходимо обеспечить высокую точность взаимного расположения данных отверстий. Данное требование напрямую влияет на плавность работы механизма и его износ.

Таким образом, можно сказать, что тема работы является актуальной.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: изготовление рычага с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Деталь "Рычаг" является деталью механизма поштучной выдачи заготовок сортировочного устройства на автоматической линии по производству втулок. Деталь в узле базируется по торцу и центральному отверстию, а по остальным отверстиям базируются другие детали механизма поштучной выдачи. Служебное назначение детали «Рычаг» состоит в передаче и усиления движения от штока и поршня пневмопривода к механизмам отсекающего устройства поштучной выдачи. [22], [26]

Данная деталь изготавливается из стали 40. Ее механические свойства следующие: $\sigma_{0,2}$ - предел текучести условный, составляет 570 МПа, σ_B - временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), составляет 790 МПа, ψ - относительное сужение, составляет 50%, КСЧ - ударная вязкость, составляет 243 Дж/см², твердость НВ 230±8.

Основной химический состав: углерод - 0.35 - 0.45%, кремний - 0.17 - 0.37%, марганец - 0.2 - 0.5%, хром - 0.25%, незначительное количество серы, фосфора и никеля, остальное железо.

1.2 Классификация поверхностей детали

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

Таблица 1 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
ОКБ	1,10
ВКБ	2
Исполнительные	11,12,13
Свободные	остальные

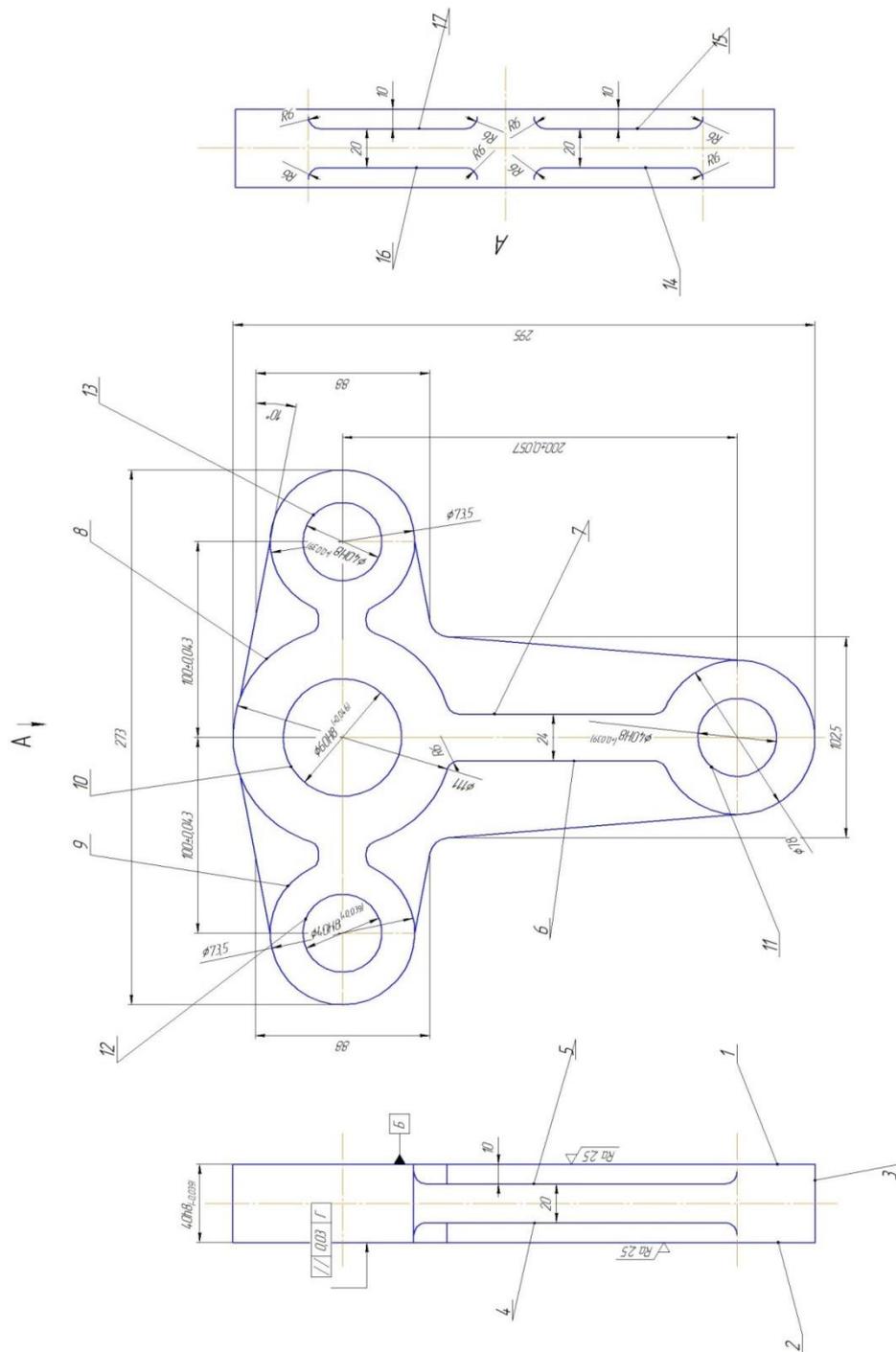


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Рычаг»

1.3 Технологичность детали

Количественные показатели технологичности данной детали показаны ниже в таблице 2. [11], [13], [23]

Таблица 2 – Показатели технологичности детали

Показатель	Расчетная формула	Расчет
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_d / M_z$	$K_{и.м.} = 4,8 / 5,76 = 0,8$
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_э$	$K_{у.э.} = 13 / 17 = 0,76$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1 / T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1 / 8,25) = 0,87$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1 / Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1 - 1 / 6,4 = 0,84$

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

1.4 Задачи работы

Достижение цели бакалаврской работы возможно последовательным, поэтапным выполнением ряда задач. Данные задачи, охватывают весь спектр вопросов, проектирования технологии изготовления детали. Причем очень важно соблюдать порядок выполнения задач и подзадач внутри задачи. Типовые способы решения данных задач, представленных ниже, изложены в соответствующей технической литературе, приведенной в разделе «Список используемых источников». Последовательность задач, о которых говорилось выше, можно представить в следующем виде.

Начальная задача исходного анализа данных из задания на бакалаврскую работу, которая содержит в себе ряд подзадач:

- исполнение чертежа детали, с использованием специальных программных средств;
- установление назначения детали;
- классифицирование поверхностей по их назначению в детали;
- установление степени технологичности детали и ее поверхностей по количественным и качественным параметрам.

Следующей задачей, является задача проектирования технологии обработки детали, которую можно разбить на несколько последовательно выполняемых подзадач, а именно:

- установление и выбор стратегии определенного типа производства;
- установление метода и проектирование заготовки;
- исполнение чертежа заготовки, с использованием специальных программных средств;
- разработка технологических методов обработки детали, исходя из размерных, точностных и массовых характеристик;
- исполнение чертежа плана обработки, с использованием специальных программных средств;
- установление рациональных средств оснащения, технологических методов обработки детали;
- установление параметров обработки на операциях техпроцесса;
- исполнение чертежей наладок, с использованием специальных программных средств.

Третьей задачей, является задача конструирования оснастки, которая содержит в себе ряд подзадач:

- конструирование станочной оснастки;
- исполнение чертежа оснастки, с использованием специальных программных средств;
- конструирование инструмента;
- исполнение чертежа инструмента, с использованием специальных программных средств.

Четвертой задачей, является задача по охране труда, которая содержит в себе ряд подзадач:

- мониторинг и управление опасностями;
- установление мероприятий по безопасности производства.

Последней задачей бакалаврской работы является установление параметров экономической эффективности предложенной технологии.

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 1000 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 4,8 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

Получение заготовки осуществляется отливкой в песчаные формы.

«Выбираем класс точности размеров и массы и ряды припусков на механическую обработку отливки [15]: класс точности JT 10 , ряд припусков 3. Исходя, из требований ГОСТ 26645-85, назначаем припуски и допуски на размеры детали. Литейные уклоны назначаем исходя из технических требований, для упрощения изготовления литейной формы и упрощения съема отлитой заготовки по ГОСТ 26645-85 и ГОСТ 8908-88 принимаем литейные уклоны равные не более 7 градусов. Литейные радиусы закруглений в зависимости от номинальных размеров отливки принимаем равными R=3мм ГОСТ 26645-85.» [15]

Общий вид заготовки представлен на рисунке 2.

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

Таблица 4 – Определение стоимости отливки

«Метод получения заготовки» [5]	«Масса детали, кг» [4]	«Масса заготовки, кг» [4]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [4]	«Стоимость механической обработки, руб.» [3]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [6]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [8]
литье	4,8	5,76	72	42	1,4	387,6

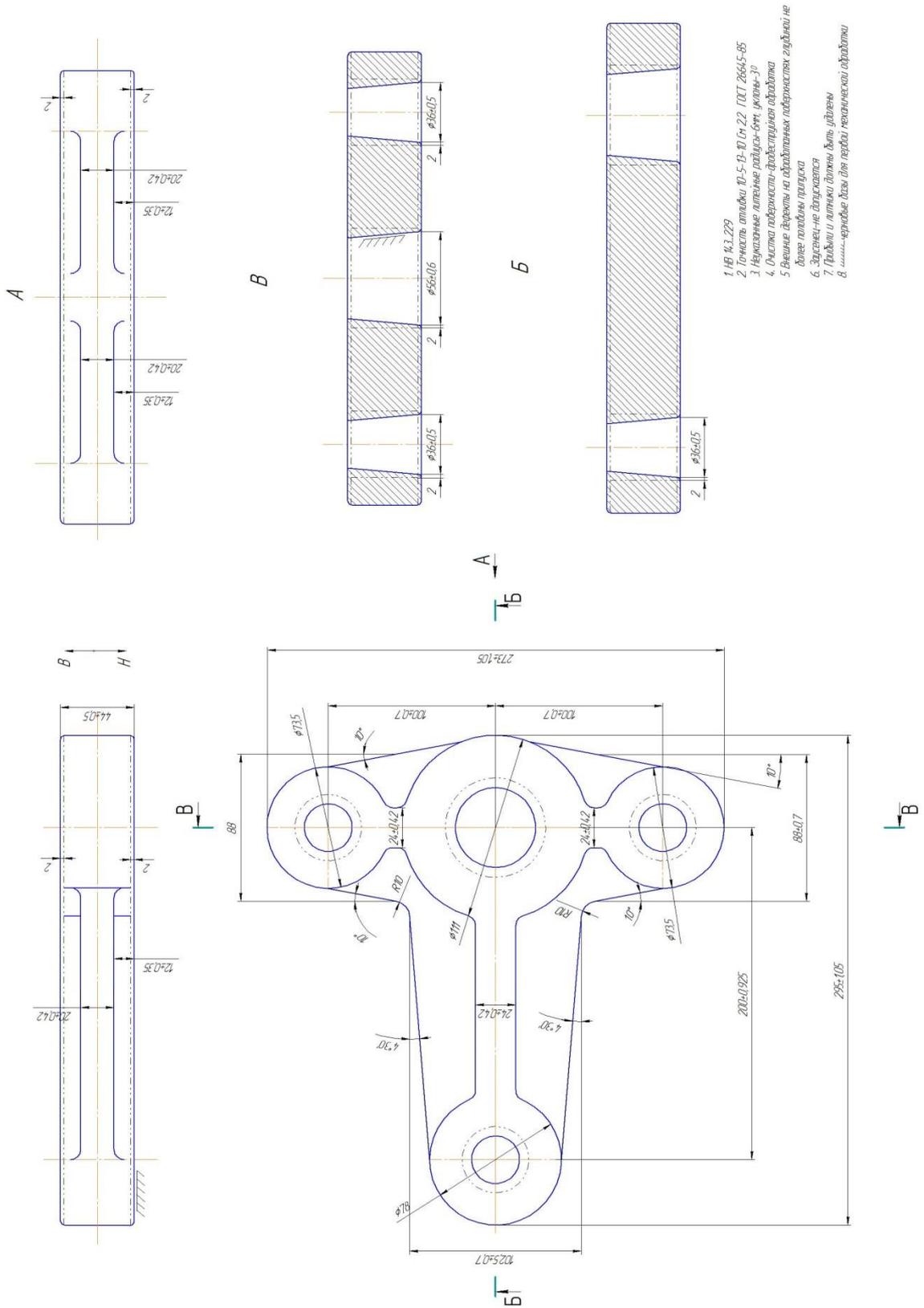


Рисунок 2 – Общий вид заготовки рычага

2.3 Разработка ТП изготовления детали

Спроектируем маршруты обработки для каждой из поверхностей.

Плоская поверхность 1 обладает 8 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего фрезерование начерно, затем фрезерование начисто, термообработка, шлифование.

Плоская поверхность 2 обладает 8 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего фрезерование начерно, затем фрезерование начисто, термообработка, шлифование.

Плоская поверхность 3 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra630. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего, термообработка.

Плоская поверхность 4 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra630. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего, термообработка.

Плоская поверхность 5 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra630. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего, термообработка.

Плоская поверхность 6 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra630. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего, термообработка.

Плоская поверхность 7 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra630. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего, термообработка.

Плоская поверхность 8 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra630. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего, термообработка.

Плоская поверхность 9 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra630. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего, термообработка.

Цилиндрическая поверхность 10 обладает 8 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего знкер-протяжка, затем термообработка.

Цилиндрическая поверхность 11 обладает 8 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего знкер-протяжка, затем термообработка.

Цилиндрическая поверхность 12 обладает 8 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего знкер-протяжка, затем термообработка.

Цилиндрическая поверхность 13 обладает 8 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего знкер-протяжка, затем термообработка.

Плоская поверхность 14 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra630. Для данного типа поверхности и характеристик

точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего, термообработка.

Плоская поверхность 15 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra630. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего, термообработка.

Плоская поверхность 16 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra630. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего, термообработка.

Плоская поверхность 9 обладает 17 квалитетом точности, с шероховатостью Ra630. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего, термообработка. [9]

Кроме этого, все поверхности детали проходят мойку и контроль.

Сведем полученные данные в таблицу 5.

«Таблица 5 – Маршрут изготовления детали «Рычаг»

№ операции	Наименование операции	Оборудование (тип, модель)	Содержание операции	Точность (IT)	Ra, мкм
000	Заготовительная		Литье в земляные формы	16	-
010	Фрезерная	Фрезерный станок с ЧПУ MILLTRONICS	Фрезеровать поверхность 1	12	6.3
020	Фрезерная	Фрезерный станок с ЧПУ MILLTRONICS	Фрезеровать поверхность 2	12	6.3
030	Фрезерная	Фрезерный станок с ЧПУ MILLTRONICS	Фрезеровать поверхность 2	9	3,2
040	Фрезерная	Фрезерный станок с ЧПУ MILLTRONICS	Фрезеровать поверхность 1	9	3,2» [14]

«Продолжение таблицы 5

№ операции	Наименование операции	Оборудование (тип, модель)	Содержание операции	Точность (IT)	Ra, мкм
050	Токарная	Токарный станок 16Б16Т1	Зенкеровать/ протянуть отв. 10	8	2,5
060			Зенкеровать/ протянуть отв. 11		
070			Зенкеровать/ протянуть отв. 12,13		
080 Термическая (закалка, отпуск 143...229 НВ)					
090	Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальный станок SHO-321	Шлифовать пов. 1	8	2.5
100	Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальный станок SHO-321	Шлифовать пов. 2	8	2.5
110	Моечная				
120	Контрольная» [14]				

Более подробно технология изготовления детали представлена в графической части в виде плана обработки.

2.4 Выбор СТО

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

«Таблица 6 - Выбор СТО

№ п/п	Название операции	Инструмент	Оборудование	Средства контроля	Оснастка, приспособления
000	Заготовительная	Литье в земляные формы			
010	Фрезерная	Фреза дисковая двухсторонняя со вставными ножами (набор из двух фрез) диаметр 200 ГОСТ 6469-69, Т5К10	Фрезерный станок с ЧПУ MILLTRONICS	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80;	Приспособление «специальное» [25]
020					
030					
040					

«Продолжение таблицы 6

№ п/п	Название операции	Инструмент	Оборудование	Средства контроля	Оснастка, приспособления
050	Токарная	Зенкер-протяжка, диаметр 60 P6M5K6	Токарный станок 16Б16Т1	Нутромер микрометрический НМ-75 ГОСТ 10-88	Приспособление специальное
060		Зенкер-протяжка, диаметр 40 P6M5K6			
070		Зенкер-протяжка, диаметр 40 P6M5K6			
090	Плоскошлифовальная	Резец расточной 2141-0201 по ГОСТ 18883-73, T15K6	Плоскошлифовальный станок SHO-321	Нутромер микрометрический НМ-75 ГОСТ 10-88	Приспособление специальное
100		Шлифовальная головка типа AW15×15 25A25-HCM27KA 35 м/с ГОСТ 2447-82			
110	Моечная	Моечная машина			
120	Контрольная	Контрольный стенд, профилограф-профилометр А1 ГОСТ 19299-73» [25]			

Принятая в таблице 6 технологическая оснастка и инструмент позволяют обеспечить выполнение технологического процесса наиболее эффективным образом.

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

№ п/п	Наименование операции	Основное время T _о , мин	Значения коэффициента , φ	Штучно- калькуляционное время T _{штк} , мин
010	Фрезерная	0,55	1,4	0,77
020	Фрезерная	0,55	1,4	0,77
030	Фрезерная	0,8	1,4	1,12
040	Фрезерная	0,8	1,4	1,12
050	Токарная	1,01/на 5 штук	1,73	1,74/на 5 штук
060	Токарная	0,85/на 5 штук	1,73	1,47/на 5 штук
070	Токарная	1,7/на 5 штук	1,73	2,94/на 5 штук
090	Плоскошлифовальная	1,5	2,1	3,15
100	Плоскошлифовальная	1,5	2,1	3,14

«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

«На 050 токарной операции осуществляется обработка отверстия кронштейна зенкером - протяжкой, на токарном станке, при помощи специального приспособления, установленного в резцедержателе, эскиз операции представлен на рисунке 3. Инструмент специальный – зенкер-протяжка (цельной). Материал режущей части - быстрорежущая сталь P6M5K5. Материал заготовки - Сталь 40 ГОСТ 1050-88. Приспособление специальное» [19]

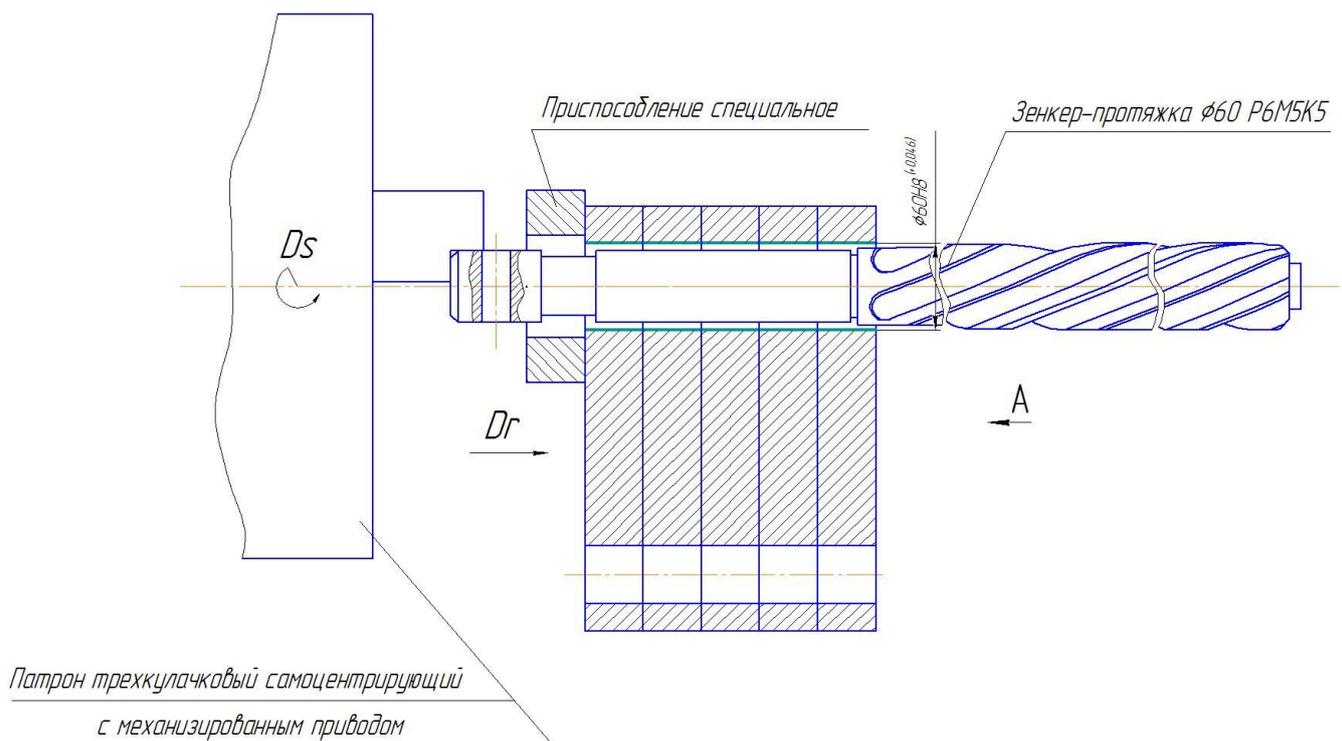


Рисунок 3 – Эскиз операции 050

Общий вид специального приспособления для операции 050 показан ниже на рисунке 4.

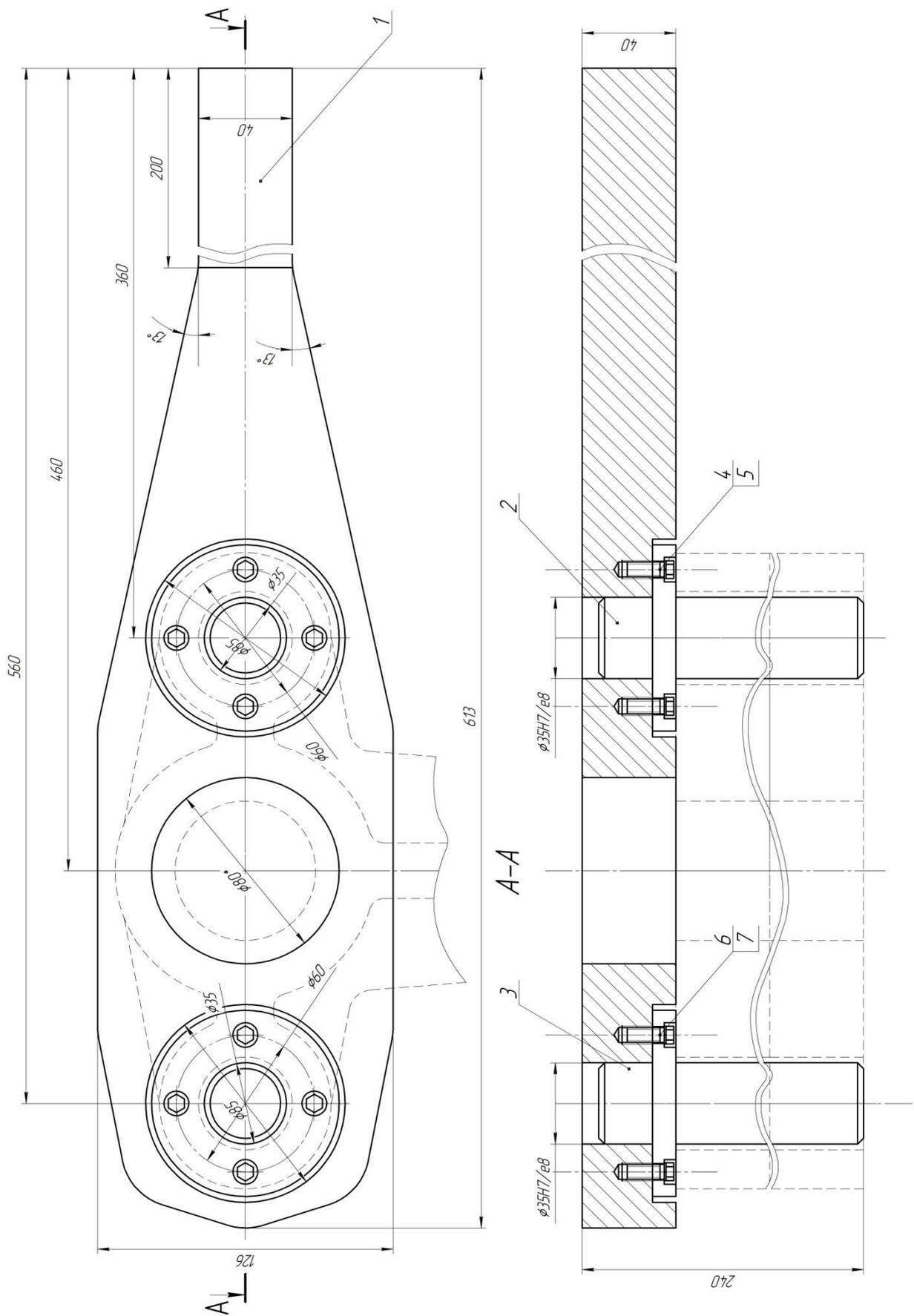


Рисунок 4 – Общий вид приспособления для операции 050

«Приспособление специальное, содержит корпус 1 закрепляемый при использовании в резцедержателе токарного станка. В корпусе 1 имеется отверстие для выхода инструмента – зенкер-протяжки при обработке, а также два отверстия с проточкой для закрепления установочных пальцев 2 и 3, при помощи винтов 4 и 6, с шайбами 5 и 7. Длина установочных пальцев 2 и 3 позволяет устанавливать с зазором одновременно пять заготовок по отверстиям в заготовке – рычаге.» [2]

«Приспособление специальное работает следующим образом. Перед началом обработки приспособление хвостовой частью корпуса 1 устанавливается и закрепляется в резцедержателе токарного станка, причем ось большого отверстия совпадает с осью вращения патрона, закрепленного на шпинделе станка. На установочные пальцы 2 и 3 устанавливается пять заготовок – рычагов. Через большое отверстие в корпусе 1 просовывается хвостовая часть зенкер-протяжки и зажимается в патроне токарного станка. При включении вращения шпинделя и продольной подачи суппорта, происходит самоцентрирование заготовок по инструменту – зенкер-протяжке и упор их в торец корпуса 1 под действием сил резания. Самоцентрирование заготовок по инструменту возможно в следствии наличия зазора около 1-2 мм между установочными пальцами 2 и 3 и поверхностями соответствующих отверстий в заготовках. В результате этого погрешность базирования в данном специальном приспособлении равна нулю.» [23]

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

3.2 Проектирование инструмента

Инструмент – зенкер-протяжка представлен ниже на рисунке 5.

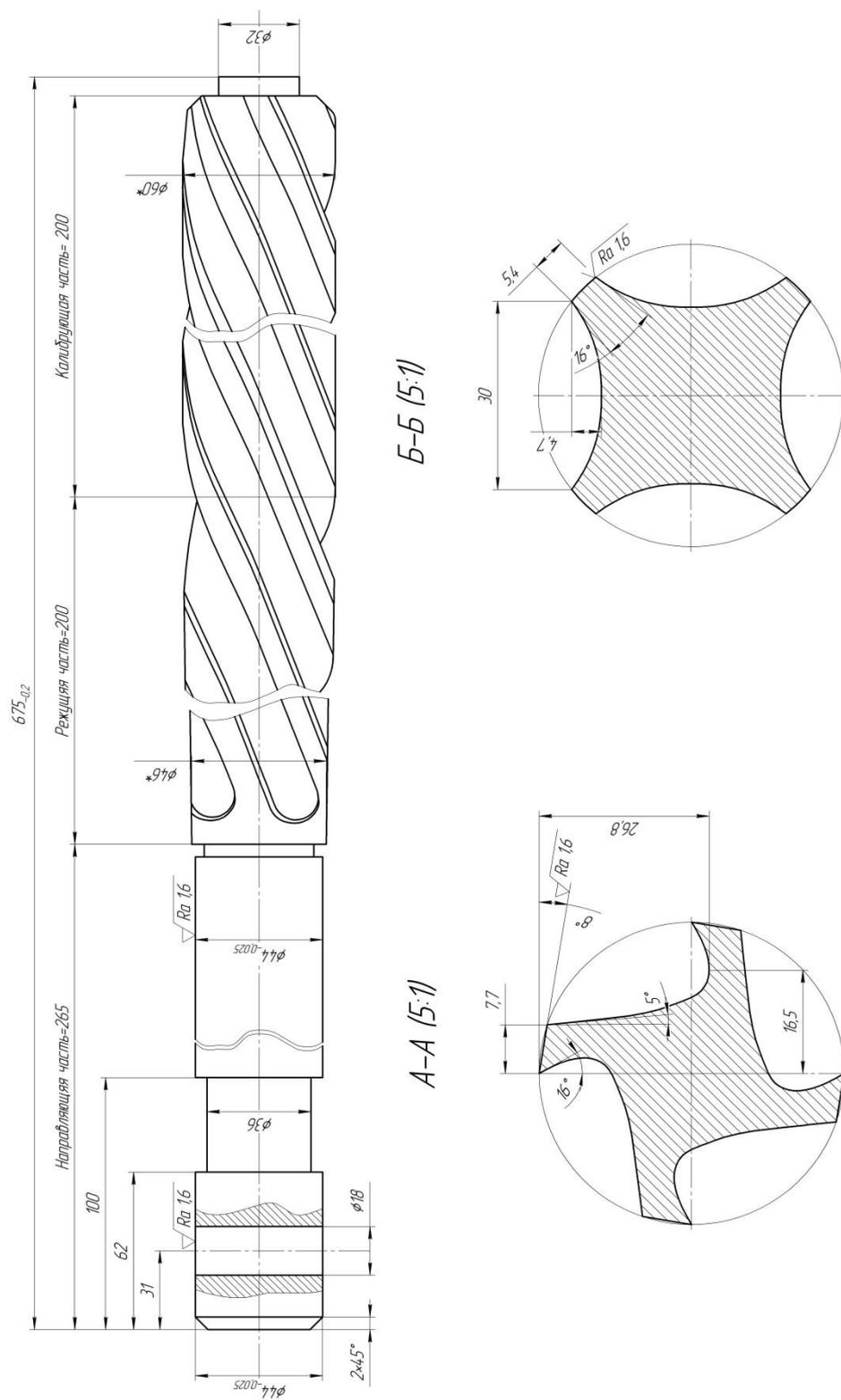


Рисунок 5 – Общий вид зенкер-протяжки

«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.» [27]

«Согласно рекомендациям [16] при обработке стали главный угол в плане ϕ , принимаем равным 60° . Передний угол назначаем с учетом свойств обрабатываемого материала, по таблице 6.6 [16], 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 $\lambda=5^\circ$. Параметры профиля винтовых канавок в нормальном сечении определяем по таблице 6.7 [16]. 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 5. Параметры направляющих частей будем принимать, с учетом конструктивных особенностей зенкера – протяжки, лист графической части бакалаврской работы.» [16]

4. Безопасность и экологичность технического объекта

«Задача раздела – проектирование технологии изготовления рычага 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	Отливка	Литейщик	Литейная машина	Сталь 40, смазки графитовые
Механическая обработка	токарная	Токарь	Токарный станок 16Б16Т1	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
Токарная	<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>«Токарный станок 16Б16Т1 зона резания, зажимные губки патрона, фрезы, 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 рычага	Токарный станок 16Б16Т1	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 рычага	«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 рычага	Токарный станок 16Б16Т1	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 рычага
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 токарной операциях. Подробно рассмотрена операция, выполняемая на токарном станке 16Б16Т1, которая включает переходы точения. Задействован токарь. Приспособление – специальное. Инструмент – зенкер-протяжка. Применяются материалы: сталь 40, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 8)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной 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 рычага (таблица 11). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 12, 13), мер по обеспечению пожарной

безопасности процесса изготовления рычага (таблица 14)» [7] .

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления рычага 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 рычага и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.» [7]

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенного технологического процесса.

Для решения поставленной задачи необходимо провести экономические расчеты необходимых параметров описанного в предыдущих разделах технологического процесса.

Краткое описание операций, входящих в предложенный технологический процесс:

- фрезерные операции – 010, 020, 030 и 040;
- токарная операция – 050;
- плоскошлифовальные операции – 090 и 100.

В предыдущих разделах подробно описано назначенное для выполнения операций оборудование, выбрана оснастка, режущий и измерительный инструмент, а так же рассчитаны нормы времени выполнения всех операций. Техническое оснащение процесса изготовления детали полностью обеспечивает выполнение предъявленных требований к ее качеству. Эта информация считается основополагающей для проведения всех необходимых экономических расчетов, чтобы определить итоговые показатели. К таким показателям относятся:

- величина инвестиций,
- срок окупаемости
- и самый важный – экономический эффект

На рисунке 6 представлены методики, которые позволят грамотно провести экономические расчеты и определить итоговые экономические показатели.



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

Используя, описанную на рисунке 6, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций (K_{BV}), которая составила 273665,72 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в разработанный технологический процесс. На рисунке 7 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

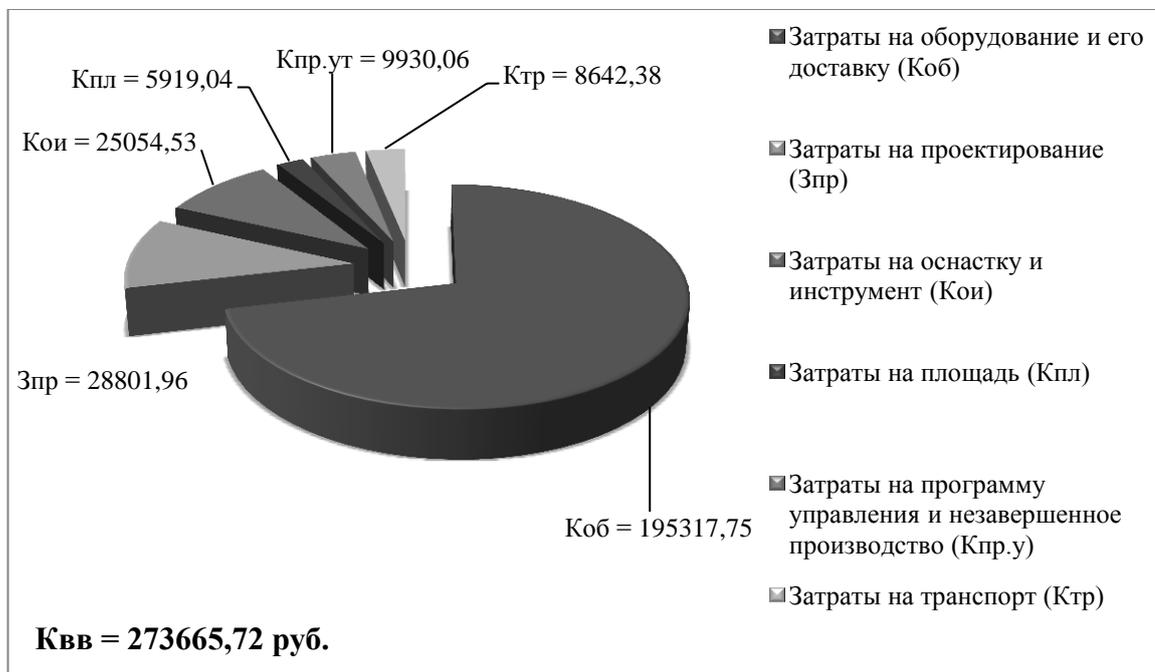


Рисунок 7 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемого технологического процесса, руб.

Анализируя рисунок 7, можно сказать, что затраты на оборудование и

его доставку являются самыми существенными, так как их доля составила 71,4% в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 8.

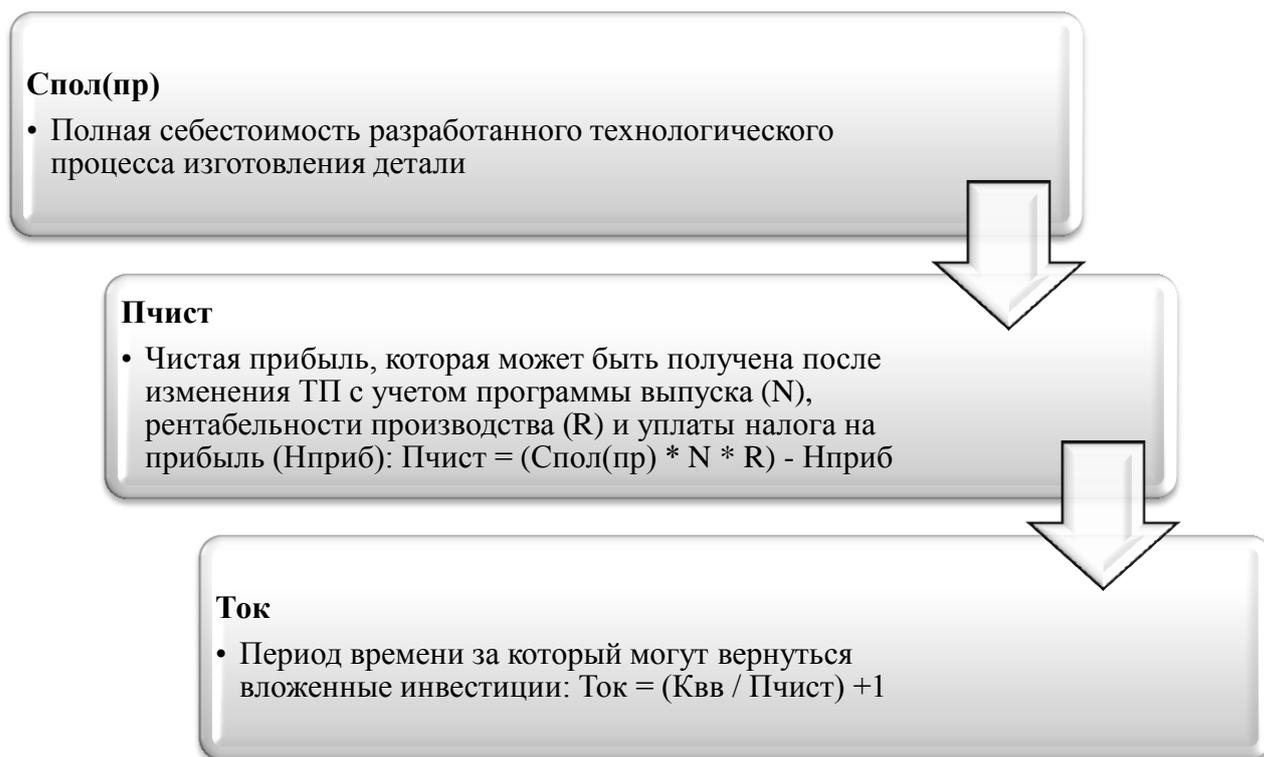


Рисунок 8 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 8, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость разработанных операций.

Результаты расчета полной себестоимости технологического процесса изготовления детали, и ее слагаемых представлены, на рисунке 9. Далее, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения этого процесса.

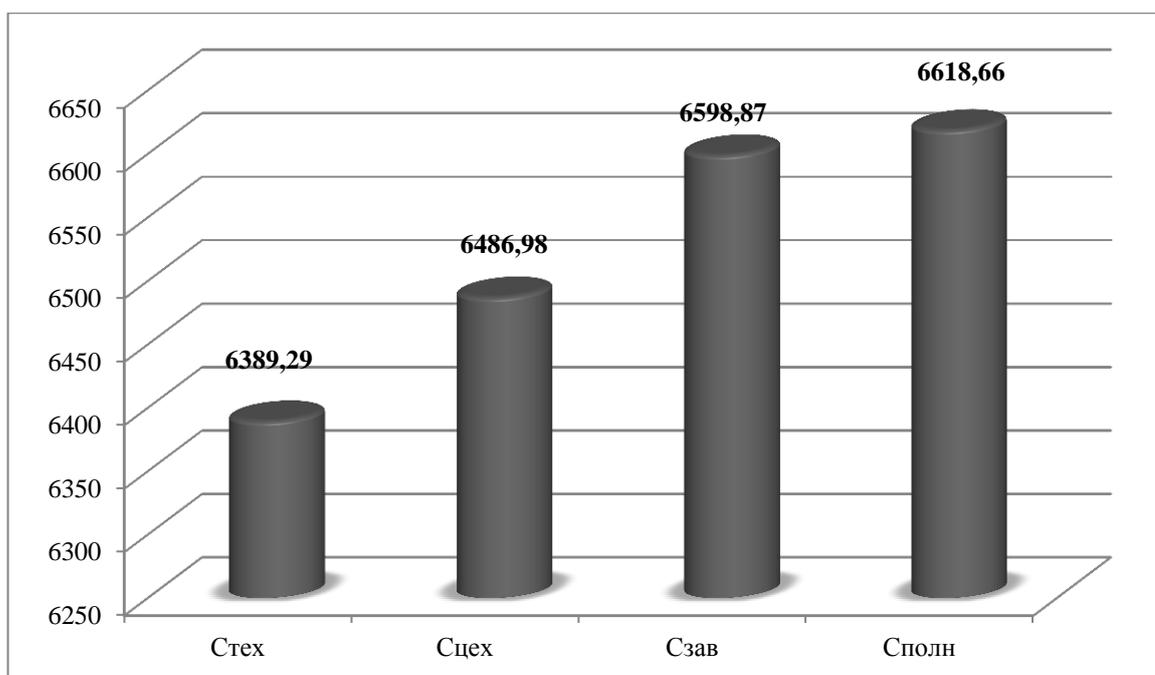


Рисунок 9 – Результаты расчета полной себестоимости, руб.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года. Если срок окупаемости превышает этот горизонт, то внедрение разработанного технологического процесса экономически нецелесообразно.

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

На рисунке 10 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.

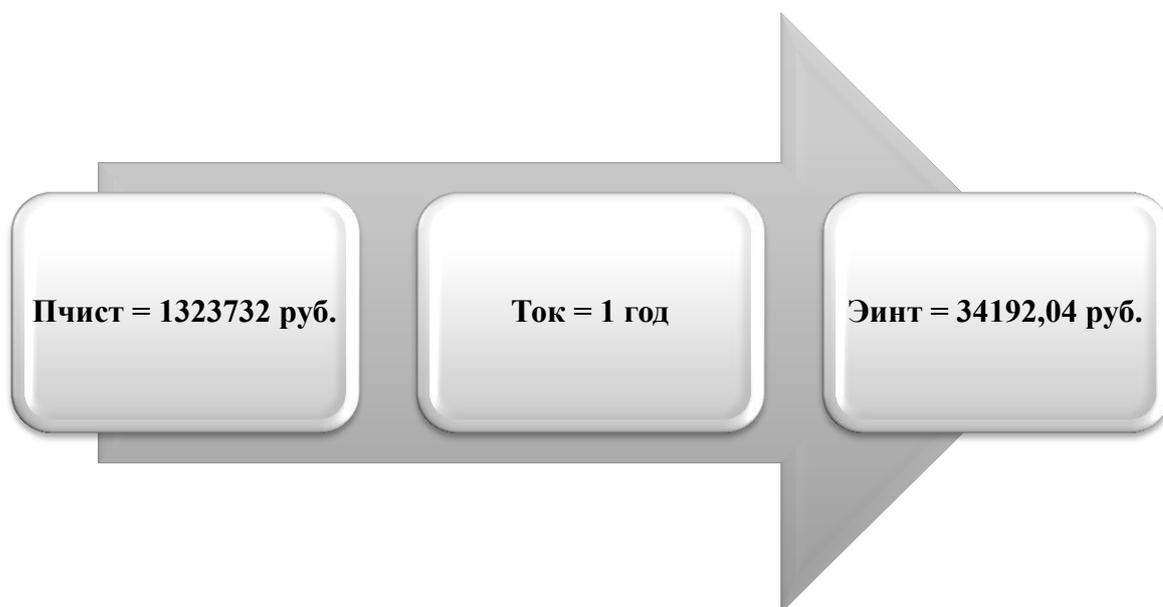


Рисунок 10 – Значения показателей чистой прибыли ($P_{\text{чист}}$), срока окупаемости ($T_{\text{ок}}$) и экономического эффекта ($\mathcal{E}_{\text{инт}}$)

Как показано на рисунке 10, экономический эффект является положительной величиной, поэтому внедрение разработанного технологического процесса можно считать целесообразными.

Заключение

Достижение целей бакалаврской работы производилось последовательным, поэтапным выполнением ряда задач. Данные задачи, охватывали весь спектр вопросов, проектирования технологии изготовления детали. Причем очень важно было соблюдать порядок выполнения задач и подзадач внутри задачи. Типовые способы решения данных задач, представленных ниже, изложены в соответствующей технической литературе, приведенной в разделе «Список используемых источников». Последовательность решенных задач, о которых говорилось выше, можно представить в следующем виде.

Начальная решенная задача исходного анализа данных из задания на бакалаврскую работу, которая содержит в себе ряд подзадач:

- исполнение чертежа детали, с использованием специальных программных средств;
- установление назначения детали;
- классифицирование поверхностей по их назначению в детали;
- установление степени технологичности детали и ее поверхностей по количественным и качественным параметрам.

Следующей решенной задачей, является задача проектирования технологии обработки детали, которую можно разбить на несколько последовательно выполняемых подзадач, а именно:

- установление и выбор стратегии определенного типа производства;
- установление метода и проектирование заготовки;
- исполнение чертежа заготовки, с использованием специальных программных средств;
- разработка технологических методов обработки детали, исходя из размерных, точностных и массовых характеристик;
- исполнение чертежа плана обработки, с использованием специальных программных средств;

- установление рациональных средств оснащения, технологических методов обработки детали;

- установление параметров обработки на операциях техпроцесса;

- исполнение чертежей наладок, с использованием специальных программных средств.

Третьей решенной задачей, является задача конструирования оснастки, которая содержит в себе ряд подзадач:

- конструирование станочной оснастки;

- исполнение чертежа оснастки, с использованием специальных программных средств;

- конструирование инструмента;

- исполнение чертежа инструмента, с использованием специальных программных средств.

Четвертой решенной задачей, является задача по охране труда, которая содержит в себе ряд подзадач:

- мониторинг и управление опасностями;

- установление мероприятий по безопасности производства.

Последней решенной задачей бакалаврской работы является установление параметров экономической эффективности предложенной технологии.

Таким образом, все задачи бакалаврской работы решены, а следовательно, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления рычага с минимальной себестоимостью достигнута.

Список используемых источников

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

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						Б	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт-к.			
А01					050 4110 Токарная															
Б02					381101 Токарный станок 16Б16Т1															
03																				
А04					060 4110 Токарная															
Б05					381101 Токарный станок 16Б16Т1															
06																				
А07					070 4110 Токарная															
Б08					381101 Токарный станок 16Б16Т1															
09																				
А10					080 Термическая															
11																				
12																				
А13					090 4132 Плоскошлифовальная															
Б14					381312 Плоскошлифовальный станок SHO-321															
15																				
А16					100 4132 Плоскошлифовальная															
Б14					381312 Плоскошлифовальный станок SHO-321															
18																				
А19					110 Моечная															
20																				
А21					120 Контрольная															
22																				
МК																				

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1105-84 Формат 7									
Дубл.									
Взам.									
Подл.									
							Листов 1	Лист 1	
Разраб.									
Проб.	Аджиметов								
	Варанов								
Утв.									
Н. контр.	Варанов						Цех Уч.	Р.М.	050
Рычаг									
ТГУ									
									КЭ

