

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 вала-шестерни привода подъемно-транспортного механизма

Обучающийся	<u>В.А. Самсоненко</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>И.В. Резникова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2023

Аннотация

Тема работы: Технологический процесс изготовления вала-шестерни привода подъемно-транспортного механизма.

Цель работы – обеспечить выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества путем проектирования технологического процесса ее изготовления, обеспечивающего минимальные экономические затраты.

Структура работы включает «пояснительную записку в объеме 67 страниц и графическую часть в объеме 7 листов формата А1» [10].

«В работе проанализированы исходные данные» [10]. В частности, проведен анализ условий эксплуатации детали и ее назначения, технологичности по всем группам критериев и основных характеристик типа производства. Результат данного анализа оформлен в виде задач, решение которых позволило достичь цели работы. На первом этапе решены задачи, связанные с проектированием технологического процесса изготовления детали. «А именно, выбран метод получения заготовки, исходя из особенностей материала детали и типа производства, проведено ее проектирование. Разработан план изготовления детали на основе типового технологического процесса» [10]. Выбраны средства технологического оснащения в соответствии с серийностью производства. Решены задачи определения параметров технологических операций. На следующем этапе спроектированы средства оснащения технологического процесса, позволяющие решить основные проблемы фрезерно-центровальной и токарной чистовой операций. Проектирование самоцентрирующих тисков сократило вспомогательное время на выполнение операции, а проектирование токарного резца позволило решить проблему появления сливной стружки. Далее решены задачи обеспечения безопасности выполнения технологического процесса. «На заключительном этапе определены экономические показатели технологического процесса с учетом решений по его совершенствованию» [10].

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали.....	5
1.2 Анализ технологичности детали	6
1.3 Анализ характеристик типа производства	7
1.4 Формулировка задач работы.....	9
2 Разработка технологической части	11
2.1 Выбор и проектирование заготовки.....	11
2.2 Проектирование плана изготовления детали	20
2.4 Расчет режимов резания и нормирование	27
3 Проектирование специальных средств оснащения	29
3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков	29
3.2 Проектирование токарного резца.....	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта	37
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта	37
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	38
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	39
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	41
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	43
5 Экономическая эффективность работы	44
Заключение	49
Список используемых источников.....	50
Приложение А Технологическая документация.....	53
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	65

Введение

Концепция развития современного компьютерно-интегрированного производства подразумевает высокий уровень автоматизации всех производственных процессов, в том числе процессов транспортирования и складирования. Техническая реализация возможна различными путями. Одна из наиболее перспективных концепций заключается в применении подъемно-транспортных машин, совмещающих функции транспортировки грузов с производственных участков на склад и подъемного механизма, осуществляющего перегрузку транспортируемых грузов на складе на столы-накопители. В дальнейшем данные грузы перемещаются автоматизированным штабелером в заданную ячейку автоматизированного склада. Транспортировка грузов со склада на производственный участок в данном случае осуществляется в обратном порядке. Процесс автоматизации в данных механизмах обеспечивается путем применения привода, который должен обеспечивать соответствующие показатели работоспособности, надежности и другие характеристики. Одной из ответственных деталей привода является вал-шестерня. В связи с этим необходимо строго выполнять все требования конструкторской документации при изготовлении детали. В ходе проектирования технологического процесса также необходимо обеспечить максимальную эффективность производства, как с технической, так и с экономической точки зрения. Это возможно достичь только путем применения средств производства и методик проектирования, соответствующих типу производства.

Исходя из приведенных соображений, цель работы можно сформулировать следующим образом – обеспечить выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества путем проектирования технологического процесса ее изготовления, обеспечивающего минимальные экономические затраты.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали

Вал-шестерня является деталью привода подъемно-транспортного механизма осуществляющей передачу и изменение величины крутящего момента от электродвигателя на промежуточный вал привода. Вал-шестерня устанавливается в корпус привода на подшипниках качения. Крутящий момент воспринимается от полумуфты, соединенной с электродвигателем, боковыми поверхностями кулачков и передается на промежуточный вал боковыми поверхностями эвольвенты одного из зубчатых венцов. Это позволяет изменять величину передаваемого крутящего момента.

Условия эксплуатации детали могут существенно отличаться в зависимости от особенностей производства, в котором эксплуатируется подъемно-транспортный механизм, а также характеристик перемещаемых грузов. На деталь могут влиять ряд агрессивных факторов, таких как наличие абразивной пыли в воздухе и попадание агрессивных технологических сред на поверхности, находящиеся вне корпуса привода. Это может привести к повышенному износу, коррозии поверхностей и преждевременному выходу детали из строя. Нагрузки при эксплуатации детали могут иметь различную природу происхождения и не ограничиваются расчетными нагрузками узла. Направление приложения нагрузок и их величина также зависят от различных факторов. Расчетные нагрузки являются знакопеременными и циклическими, что объясняется принципом функционирования привода. Из внешних нагрузок наиболее вероятно возникновение вибрационных нагрузок от внешнего источника, которым могут быть электродвигатель привода, транспортные машины и механизмы, а также другие механизмы, используемые в производственном корпусе.

1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность детали определяется по группам критериев [10].

Первый и наиболее важный критерий технологичность материала детали. «Химический состав стали **38Х2МЮА** ГОСТ 4543-71: углерод от 0,35% до 0,42%, хром от 1,35% до 1,65%, молибден 0,15% до 0,25%, алюминий от 0,7% до 1,1%, кремний от 0,2% до 0,45%, марганец от 0,3% до 0,6%, никель до 0,3%, сера до 0,025%, фосфор до 0,025%, медь до 0,3%» [21]. «Предел прочности 880 МПа, предел текучести 730 МПа, относительное удлинение 10%, относительное сужение 45%» [21].

Материал выбран с учетом служебного назначения детали, а его характеристики полностью соответствуют данному назначению. «Как видно из характеристик данный материал обладает неудовлетворительными литейными свойствами, но хорошими пластическими» [21]. «Это определяет выбор метода получения заготовки в пользу методов штамповки» [21] характеризуемых возможностью получения минимальных припусков и относительно точных поверхностей. Обрабатываемость резанием можно оценить соответствующим коэффициентом, который для быстрорежущего инструмента равен 0,7, а для твердосплавного инструмента 0,8.

Второй критерий технологичность конфигурации детали. Выполнение оценки технологичности конфигурации детали произведем на основании ее чертежа, приведенного в графической части работы. Внутреннее отверстие является наиболее нетехнологичным элементом, так как образовано несколькими ступенчатыми поверхностями. Наружный контур детали достаточно простой, поэтому его получение не вызывает затруднений. Имеются элементы, получение которых может вызвать трудности. Это эвольвентные профили зубчатых венцов, расположенные близко относительно друг друга, а также кулачки на торцовой поверхности. В целом конфигурация детали и размеры поверхностей не потребуют применения специальных методов для их получения.

Третий критерий технологичности механическая обработка. Точность поверхностей детали и параметры их качества могут быть обеспечены стандартными методами обработки с применением стандартного технологического оснащения. Значительное количество поверхностей не требуют механической обработки. Имеется незначительное количество точных поверхностей, получение которых потребует применения чистовой обработки с применением средств технологического оснащения высокой точности. Базирование заготовки может быть осуществлено применением стандартных схем базирования с реализацией стандартными станочными приспособлениями. Некоторые сложности при базировании могут возникнуть при обработке торцовых кулачков и внутренних поверхностей детали.

На основании проведенного анализа делаем вывод, что деталь отвечает требованиям технологичности по всем группам критериев.

1.3 Анализ характеристик типа производства

Определим тип производства с целью проведения его дальнейшего анализа. Для этого по чертежу детали определяем ее массу. Получаем массу равную 1,6 кг. Тип производства определяется исходя из годовой программы выпуска детали, составляющей 4000 штук в год. Из полученных данных следует, что тип производства среднесерийный [11].

Проводим анализ среднесерийного типа производства с целью использования полученных данных для формулирования задач работы и проектирования технологии изготовления [11].

Производство формируется по не поточной форме организации с выпуском деталей партиями, повторяющимися в течение периода планирования. Оборудование на производственных участках располагается по группам.

Технологический процесс проектируется на основе типовых

технологических процессов деталей данного типа. Точность размеров обеспечивается путем настройки станков на заданные размеры. Оформление технологического процесса производится в виде маршрутной карты. На наиболее сложные и ответственные операции оформляются операционные карты.

Заготовки должны иметь контуры и размеры, наиболее приближенные к контурам и размерам готовых деталей. «Метод получения заготовки выбирается путем экономического обоснования с учетом марки материала детали» [11]. «Метод определения припусков на обработку назначается исходя из требуемой точности обработки» [11]. «Для точных поверхностей применяется эмпирический метод» [11], для остальных поверхностей статистический метод.

Технологические операции должны иметь последовательную или параллельно-последовательную структуру. Режимы резания на операции определяются расчетным методом и статистическим. В зависимости от ответственности операции и имеющихся данных. Нормирование выполняется на основе расчетного метода. Схемы базирования операций желательно использовать типовые с «соблюдением принципов единства и постоянства баз» [11].

Технологическое оборудование должно обеспечивать реализацию требуемой структуры операции, отвечать требованиям по точности изготовления, обеспечивать требуемую гибкость. Предпочтительным является использование универсального оборудования, оснащенного системами числового управления и адаптивными системами управления. В случае необходимости допускается использование специализированного оборудования.

Металлорежущий инструмент должен обеспечивать требуемые режимы обработки, параметры поверхностного слоя и точность, обладать заданной стойкостью. Предпочтительным является использование универсального режущего инструмента. В случае необходимости

допускается использование специального режущего инструмента.

Станочные приспособления должны обеспечивать требуемую на операции схему базирования, заданное быстродействие и требуемую точность установки, обладать высокой степенью механизации и автоматизации. Предпочтительным является использование универсальных и сборно-разборных станочных приспособлений. В случае необходимости допускается использование специальных станочных приспособлений.

Средства контроля должны обеспечивать требуемую точность контроля, быстродействие, не повреждать контролируемые поверхности. Предпочтительным является использование универсальных средств контроля, выдающих результат в цифровом виде. В случае необходимости допускается использование специальных средств контроля и средств контроля, выдающих результат в относительном виде.

1.4 Формулировка задач работы

Формулируем задачи работы на основе анализа, проведенного выше и с учетом ее цели.

На первом этапе необходимо решить задачи, связанные с проектированием технологического процесса изготовления детали. «Выбрать метод получения заготовки, исходя из особенностей материала детали и типа производства, провести ее проектирование. Разработать план изготовления детали на основе типового технологического процесса» [10]. Выбрать средства технологического оснащения в соответствии с серийностью производства. Определить параметры технологических операций путем расчета режимов резания и норм времени на их выполнение.

На следующем этапе необходимо решить основные проблемы операций, имеющих технические недостатки. Для этого необходимо выявить проблемные операции путем анализа результатов нормирования технологического процесса и имеющихся опытных данных. Выполнить

проектирование средств оснащения технологического процесса, таких как технологическая оснастка и режущий инструмент, которые позволят устранить выявленные недостатки.

Далее необходимо решить задачи обеспечения безопасности выполнения технологического процесса и его экологичности. Для этого необходимо провести анализ производственных условий. Выявить несоответствие действующим нормативным требованиям. Предложить организационно-технические мероприятия по устранению выявленных недостатков.

«На заключительном этапе необходимо определить экономические показатели технологического процесса с учетом предлагаемых решений по его совершенствованию» [10].

«В первом разделе проанализированы исходные данные» [10]. В частности, проведен анализ условий эксплуатации детали и ее назначения, технологичности по всем группам критериев и основных характеристик типа производства. Результат данного анализа оформлены в виде задач, решение которых позволит достичь цели работы.

2 Разработка технологической части

2.1 Выбор и проектирование заготовки

Метод получения заготовки выбирается путем экономического обоснования с учетом марки материала детали. Заготовки должны иметь контуры и размеры, наиболее приближенные к контурам и размерам готовых деталей. Проанализировав все имеющиеся данные по выбору заготовки, приходим к выводу, что для рассматриваемой детали следует выполнить экономическое сравнение методов «литья в кокиль и горячей штамповки путем сравнения общих затрат изготовления» [4].

«Общие затраты определяются по формуле:

$$C_i = C_{zi} + C_{обри}, \quad (1)$$

где C_{zi} – стоимость получения заготовки, руб.;

$C_{обри}$ – стоимость механической обработки, руб.;

i – индекс варианта получения заготовки» [4].

«Стоимость получения заготовки определяется по формуле:

$$C_{zi} = \frac{C_{mi} \cdot M_{zi}}{1000} \cdot K_{сп} \cdot K_T \cdot K_{сл}, \quad (2)$$

где C_{mi} – цена материала за тонну, руб.;

M_{zi} – масса заготовки, кг;

$K_{сп}$ – коэффициент способа получения заготовки;

K_T – коэффициент точности заготовки;

$K_{сл}$ – коэффициент сложности получения заготовки» [4].

«Масса заготовки определяется по формуле:

$$M_{3i} = M_d \cdot K_p, \quad (3)$$

где M_d – масса детали, кг;

K_p – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [4].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки, получаемой горячей штамповкой, 2 для заготовки, полученной литьем в кокиль» [4].

«Выполняем расчеты.

$$M_{31} = 1,6 \cdot 1,12 = 1,8 \text{ кг.}$$

$$M_{32} = 1,6 \cdot 1,25 = 2,0 \text{ кг} \gg [4].$$

$$C_{31} = \frac{30000 \cdot 1,8}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 44,28 \text{ р.}$$

$$C_{32} = \frac{30000 \cdot 2,0}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 49,20 \text{ р.}$$

«Стоимость механической обработки определяется по формуле:

$$C_{обри} = \frac{C_{уд} \cdot \left(\frac{1}{K_{имi}} - 1\right) \cdot M_d}{K_o}, \quad (4)$$

где $C_{уд}$ – удельная стоимость обработки, руб./кг;

$K_{имi}$ – коэффициент использования материала;

K_o – коэффициент обрабатываемости материала» [4].

«Коэффициент использования материала определяется по формуле:

$$K_{имi} = \frac{M_d}{M_3}. \quad (5) \gg [4]$$

«Выполняем расчеты.

$$K_{им1} = \frac{1,6}{1,8} = 0,89.$$

$$K_{им2} = \frac{1,6}{2,0} = 0,8.$$

$$C_{\text{обр1}} = \frac{4 \cdot \left(\frac{1}{0,89} - 1\right) \cdot 1,6}{1,1} = 0,72 \text{ р.}$$

$$C_{\text{обр2}} = \frac{4 \cdot \left(\frac{1}{0,8} - 1\right) \cdot 1,6}{1,1} = 1,46 \text{ р.} \gg [4].$$

Выполняем расчеты общих затрат по формуле (1).

$$C_1 = 44,28 + 0,72 = 45,0 \text{ р.}$$

$$C_2 = 49,2 + 1,46 = 50,66 \text{ р.}$$

Горячая штамповка имеет лучшие экономические показатели. Будем проектировать заготовку для данного метода получения.

Алгоритм проектирования заготовки следующий: определяются маршруты обработки поверхностей, «затем определяются припуски на механическую обработку и напуски» [13], формируется контур заготовки путем прибавления к контуру детали припусков и напусков, определяются параметры заготовки, выполняется рабочий чертеж заготовки [13].

Маршрут обработки поверхностей формируется из условия обеспечения минимальных затрат на механическую обработку при получении требуемых параметров точности обработки и качества поверхностного слоя с учетом характеристик материала детали. Методика выбора маршрута обработки и необходимые данные подробно приведены в литературе [15]. Для формирования маршрута обработки на рисунке 1 представлен эскиз детали с пронумерованными поверхностями.

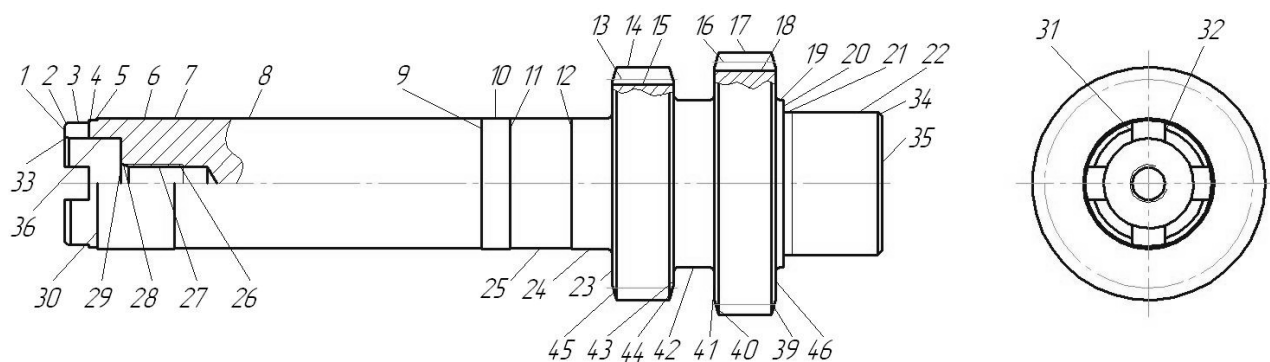


Рисунок 1 – Эскиз вала-шестерни

«Маршруты обработки поверхностей, сформированные с использованием указанной методики, представлены в таблице 1» [15].

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Поверхности	Тип поверхности	Квалитет	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1	плоская	14	6,3	«фрезерование, термическая обработка» [15]
2	коническая	14	6,3	«точение чистовое, термическая обработка» [15]
3	цилиндрическая	14	6,3	«точение, термическая обработка» [15]
4	плоская	14	6,3	«фрезерование, термическая обработка» [15]
5	цилиндрическая	14	6,3	«точение, термическая обработка» [15]
6	цилиндрическая	6	0,63	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое» [15]
7	плоская	14	6,3	«точение чистовое, термическая обработка» [15]
8	цилиндрическая	10	1,6	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование» [15]
9	плоская	14	6,3	«точение чистовое, термическая обработка» [15]
10	цилиндрическая	6	0,8	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое» [15]
11	плоская	14	6,3	«точение чистовое, термическая обработка» [15]
12	плоская	14	6,3	«точение чистовое, термическая обработка» [15]
13	коническая	14	6,3	«точение чистовое, термическая обработка» [15]
14	цилиндрическая	12	6,3	«точение, термическая обработка» [15]
15	эвольвента	6	0,8	«зубофрезерование, шевингование, термическая обработка, зубошлифование» [15]
16	эвольвента	–	6,3	«зубофрезерование, термическая обработка» [15]
17	коническая	14	6,3	«точение чистовое» [15]

Продолжение таблицы 1

Поверхности	Тип поверхности	Квалитет	Шерохова тость, мкм	Маршрут обработки
–	–	–	–	«термическая обработка» [15]
18	плоская	14	6,3	«точение, термическая обработка» [15]
19	цилиндрическая	12	6,3	«точение, термическая обработка» [15]
20	плоская	14	1,25	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование» [15]
21	плоская	12	12,5	«фрезерование, термическая обработка» [15]
22	цилиндрическая	5	0,63	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое, шлифование тонкое» [15]
23	плоская	14	6,3	«точение, термическая обработка» [15]
24	цилиндрическая	6	0,8	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое» [15]
25	цилиндрическая	12	3,2	«точение, точение чистовое, термическая обработка» [15]
26	резьбовая	–	6,3	«нарезание резьбы, термическая обработка» [15]
27	цилиндрическая	14	6,3	«сверление, термическая обработка» [15]
28	коническая	8	1,25	«сверление, термическая обработка, шлифование» [15]
29	плоская	14	6,3	«сверление, термическая обработка» [15]
30	плоская	14	6,3	«точение, термическая обработка» [15]
31	плоская	11	6,3	«фрезерование, термическая обработка» [15]
32	плоская	11	6,3	«фрезерование, термическая обработка» [15]
33	коническая	14	6,3	«точение чистовое, термическая обработка» [15]
34	коническая	14	6,3	«точение чистовое, термическая обработка» [15]
35	цилиндрическая	14	6,3	«фрезерование, термическая обработка» [15]
36	цилиндрическая	14	6,3	«сверление, термическая обработка» [15]

«В соответствии с принятым алгоритмом затем определяем припуски на механическую обработку» [11]. «Метод определения припусков на обработку назначается исходя из требуемой точности обработки» [11]. «Для точных поверхностей применяется эмпирический метод» [11], для остальных поверхностей статистический метод.

Наиболее точный размер детали диаметр $35k5^{+0,013}_{+0,002}$ мм. Расчет припусков для данного размера ведем по эмпирическому методу [18].

«В соответствии с принятой методикой расчет минимального припуска производится по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (6)$$

где a – дефектный слой, мм;

Δ – пространственные отклонения, мм;

ε – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [18].

$$\ll z_{1 \min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,130^2 + 0,025^2} = 0,432 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,050^2 + 0,025^2} = 0,256 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \min} = a_{\text{то}} + \sqrt{\Delta_{\text{то}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,030^2 + 0,012^2} = 0,282 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,008^2 + 0,012^2} = 0,164 \text{ мм.}$$

$$z_{5 \min} = a_4 + \sqrt{\Delta_4^2 + \varepsilon_5^2} = 0,010 + \sqrt{0,003^2 + 0,012^2} = 0,023 \text{ мм} \gg [18].$$

«Расчет максимального припуска производится по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (7)$$

где Td_i – допуск размера на текущем переходе, мм;

Td_{i-1} – допуск размера на предыдущем переходе, мм» [18].

$$\begin{aligned} \ll z_{1 \max} &= z_{1 \min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,432 + 0,5 \cdot (1,2 + 0,25) = \\ &= 1,157 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 \max} &= z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,256 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,100) = \\ &= 0,431 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 \max} &= z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,282 + 0,5 \cdot (0,16 + 0,039) = \\ &= 0,382 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{4 \max} &= z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,016) = \\ &= 0,192 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{5 \max} &= z_{5 \min} + 0,5 \cdot (Td_4 + Td_5) = 0,023 + 0,5 \cdot (0,016 + 0,011) = \\ &= 0,037 \text{ мм} \gg [18]. \end{aligned}$$

«Расчет среднего припуска производится по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \gg [18]$$

$$\ll z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,157 + 0,432) = 0,795 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,431 + 0,256) = 0,344 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,382 + 0,282) = 0,332 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,192 + 0,164) = 0,178 \text{ мм.}$$

$$z_{cp5} = 0,5 \cdot (z_{5 \max} + z_{5 \min}) = 0,5 \cdot (0,037 + 0,023) = 0,030 \text{ мм} \gg [18].$$

«Расчет минимальных операционных размеров производится по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9) \gg [18]$$

«Минимальный диаметр на переходе предшествующем термическому рассчитывается по формуле:

$$d_{(T0-1)min} = d_{(i-1) \min} \cdot 0,999. \quad (10) \gg [18]$$

«Расчет максимальных операционных размеров производится по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (11)» [18]$$

«Расчет средних операционных размеров производится по формуле:

$$d_{i\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i\text{ max}} + d_{i\text{ min}}). \quad (12)» [18]$$

«Расчеты выполняются в обратном обработке направлении.

$$d_{5min} = 35,002 \text{ мм.}$$

$$d_{5max} = 35,013 \text{ мм.}$$

$$d_{5\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{5max} + d_{5min}) = 0,5 \cdot (35,013 + 35,002) = 35,008 \text{ мм.}$$

$$d_{4min} = d_{5min} + 2 \cdot z_{5min} = 35,002 + 2 \cdot 0,023 = 35,059 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = d_{4min} + Td_4 = 35,059 + 0,016 = 35,076 \text{ мм.}$$

$$d_{4\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (35,076 + 35,059) = 35,068 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 35,059 + 2 \cdot 0,164 = 35,404 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 35,404 + 0,039 = 35,443 \text{ мм.}$$

$$d_{3\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (35,443 + 35,404) = 35,424 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{ТО} min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 35,404 + 2 \cdot 0,282 = 36,007 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{ТО} max} = d_{\text{ТО} min} + Td_{\text{ТО}} = 36,007 + 0,160 = 36,167 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{ТО} \text{ ср}} = 0,5(d_{\text{ТО} max} + d_{\text{ТО} min}) = 0,5(36,167 + 36,007) = 36,087 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{\text{ТО} min} \cdot 0,999 = 36,007 \cdot 0,999 = 35,971 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 35,971 + 0,100 = 36,071 \text{ мм.}$$

$$d_{2\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (36,071 + 35,971) = 36,021 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 35,971 + 2 \cdot 0,256 = 36,583 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 36,583 + 0,250 = 36,833 \text{ мм.}$$

$$d_{1\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (36,833 + 36,583) = 36,708 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 36,583 + 2 \cdot 0,432 = 37,697 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 37,697 + 1,2 = 38,897 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5(d_{max} + d_{min}) = 0,5(38,897 + 37,697) = 38,297 \text{ мм} \gg [18].$$

«Для определения общих припусков используются выражения:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{4max}. \quad (13)$$

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (14)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15) \gg [18]$$

$$\ll 2z_{min} = 37,697 - 35,013 = 2,684 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 2,684 + 1,2 + 0,011 = 3,895 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,684 + 3,895) = 3,290 \text{ мм} \gg [18].$$

Статистический метод определения припусков заключается в определении минимальных припусков на обработку по статистическим таблицам точности, исходя из размеров и характеристик обрабатываемой поверхности, и максимальных припусков путем их расчета по формуле (6) [16]. Припуски для менее точных поверхностей, определенные по данному методу представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты по определению припусков

Номер поверхности	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1, 35	фрезерный	1,05	2,08
6, 10, 24	токарный	1,5	2,23
	токарный	0,3	0,48
	шлифовальный	0,5	0,57
	шлифовальный	0,06	0,09
13	фрезерный	0,6	1,05
	шевинговальный	0,18	0,32
	шлифовальный	0,2	0,29
16	долбежный	0,6	1,05
	шевинговальный	0,18	0,32
	шлифовальный	0,2	0,29

Продолжение таблицы 2

Номер поверхности	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
20	токарный	1,8	2,6
	токарный	0,8	1,08
	шлифовальный	0,4	0,517
25	токарный	1,5	2,23
	токарный	0,3	0,48
28	сверлильный	0,4	0,7
	шлифовальный	0,1	0,15

Следуя принятому алгоритму проектирования, «определяем параметры заготовки: класс точности Т4, группа стали М2, степень сложности С2, исходный индекс И9, штамповочные уклоны 7° , радиус закругления 3 мм, допустимые значения остаточного облоя не более 1,2 мм, отклонение от concentричности 1 мм» [6].

«На заключительном этапе проектирования заготовки выполняем ее рабочий чертеж, представленный на листе графической части выпускной квалификационной работы» [10].

2.2 Проектирование плана изготовления детали

План изготовления является графическим отражением технологического процесса изготовления. «Проектирование плана изготовления в соответствии с характеристиками типа производства производится на основе типовых технологических процессов» [8]. За типовые примем технологические процессы, указанные в литературе [8].

Алгоритм проектирования плана изготовления следующий: формируем маршрут изготовления детали, разрабатываем для каждой операции эскиз ее выполнения, определяем схемы базирования на операциях, проставляем операционные размеры, определяем технические характеристики выполнения операций.

Формирование маршрута изготовления производится с учетом

необходимости обеспечения последовательной и параллельно-последовательной структуры операций, а также рекомендаций [22]. «Маршрут изготовления крышки приведен в таблице 3» [22].

Таблица 3 – Маршрут изготовления

Операция	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
005 Фрезерно-центровальная	фрезерование, сверление	1, 28, 35, 36, 37
010 Токарная	точение	5, 8, 14, 17, 19, 20, 22, 23, 41, 42, 43
015 Токарная	точение	2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 34, 39, 40, 44, 45
020 Сверлильная	сверление, резбонарезание	26, 36
025 Фрезерная	фрезерование пазов	31, 32
030 Зубофрезерная	зубофрезерование	16, 18
035 Зубодолбежная	зубодолбление	13, 15
040 Зубофосаочная	фрезерование	–
045 Зубофосаочная	фрезерование	–
050 Зубошевинговальная	шевингование	16
055 Зубошевинговальная	шевингование	13
060 Термическая	закалка, отпуск	все
065 Центрошлифовальная	шлифование	28, 37
070 Торцекруглошлифовальная	шлифование	20, 22
075 Круглошлифовальная	шлифование	6, 8, 10, 24
080 Торцекруглошлифовальная	шлифование	20, 22
085 Круглошлифовальная	шлифование	6, 10, 24
090 Круглошлифовальная	шлифование	22
095 Притирочная	притирка	16
100 Притирочная	притирка	13
105 Моечная	мойка	все
110 Контрольная	контроль	все

Далее разрабатываем для каждой операции эскиз ее выполнения с учетом обеспечения требуемой концентрации переходов. Эскизы полученных операций приведены на листе графической части работы. Также на данном листе приведены «схемы базирования заготовок, разработанные на основе типовых схем базирования с учетом необходимости обеспечения принципов единства и постоянства баз и рекомендаций» [22].

«Далее проставляем операционные размеры с учетом припусков на выполнение последующих операций» [22]. «Назначение технических требований выполняется с применением таблиц среднестатистической точности обработки» [15]. «В технические требования входят: шероховатость» [15], получаемая на операции, допуски на операционные размеры и отклонения форм и взаимного расположения поверхностей.

Вся необходимая информация по формированию плана изготовления детали и назначению «технических требований на выполнение операции содержится в рекомендациях» [15].

«Кроме плана изготовления полученная информация используется при формировании маршрутной карты и операционных карт с картами эскизов, приведенных в приложении А «Технологическая документация»» [10].

2.3 Выбор средств технологического оснащения

Решение задачи выбора средств технологического оснащения существенно влияет на экономические показатели проектируемого техпроцесса. С целью обеспечения максимальной эффективности решения данной задачи следует придерживаться следующих рекомендаций.

Требования к технологическому оборудованию: реализация требуемой структуры операции, обеспечение требований точности изготовления, обеспечение требуемой гибкости производства. Предпочтительным является использование универсального оборудования, оснащенного системами числового управления и адаптивными системами управления. В случае необходимости допускается использование специализированного оборудования.

Требования к металлорежущему инструменту: обеспечение требуемых режимов обработки, параметров поверхностного слоя, точности обработки, заданной стойкости. Предпочтительным является использование

универсального режущего инструмента. В случае необходимости допускается использование специального режущего инструмента.

Требования к станочным приспособлениям: реализация требуемой на операции схемы базирования, обеспечение заданного быстродействия и требуемой точности установки, высокая степень механизации и автоматизации. Предпочтительным является использование универсальных и сборно-разборных станочных приспособлений. В случае необходимости допускается использование специальных станочных приспособлений.

Требования к средствам контроля: обеспечение требуемой точности контроля, быстродействия, не повреждать контролируемые поверхности. Предпочтительным является использование универсальных средств контроля, выдающих результат в цифровом виде. В случае необходимости допускается использование специальных средств контроля и «средств контроля, выдающих результат в относительном виде» [11].

«Выбор средств технологического оснащения выполняем с использованием данных [1], [2], [3], [7], [9], [19]. Результаты оформлены в таблице 4» [11].

Таблица 4 – Результаты выбора оборудования и технологической оснастки

Операция	Оборудование	Инструменты	Средства контроля	Станочные приспособления
005 Фрезерно-центровальная	«фрезерно-центровальный МР-71М» [1]	«фрезы торцевые ГОСТ 1695-80 Ø40, сверло центровочное А 6,3; ГОСТ 14952-80, сверло комбинированное» [7]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80,» [2] калибр контроля центровочного отверстия	призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующиеся
010 Токарная	токарно-винторезный 16К20Ф3	резец контурный ОСТ 2.И10.1-83	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80» [2]	«центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75, патрон» [19]

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Инструменты	Средства контроля	Станочные приспособления
–	–	–	–	«трехкулачковый ГОСТ 2675-73» [19]
015 Токарная	«токарно-винторезный 16К20Ф3» [1]	«резец контурный ОСТ 2.И10.1-83, резец канавочный ОСТ 2.И10.1-83» [7]	микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, калибр-пробка	«центр А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71» [19]
020 Сверлильная	«вертикально-сверлильный 2Н135Ф2П» [1]	«сверло комбинированное, метчик ГОСТ 8859-85» [7]	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80, калибр-пробка	призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующие ГОСТ 12195-66
025 Фрезерная	вертикально-фрезерный 6М82Г	фреза шпоночная Ø8 ГОСТ 9308-69	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80, калибр	призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующие ГОСТ 12195-66
030 Зубофрезерная	зубофрезерный 5306К	фреза зубонарезная Ø50 ГОСТ 9324-80	шаблон	центр плавающий ГОСТ 2375-79, центр специальный, «патрон поводковый ГОСТ 2571-71
035 Зубодолбежная	зубодолбежный 5В12	долбяк чашечный прямозубый тип 3 Ø50 ГОСТ 9323-79	шаблон	центр плавающий ГОСТ 2375-79, центр, «патрон поводковый ГОСТ 2571-71» [19]
040 Зубофасочная	зубофасочный ВС-320А	фреза	шаблон	«центр А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71» [19]
045 Зубофасочная	зубофасочный ВС-320А	фреза	шаблон	центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Инструменты	Средства контроля	Станочные приспособления
–	–	–	–	ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71
050 Зубошевинговальная	зубошевинговальный 5А702Г	шевер дисковый Ø180 ГОСТ 8570-80	шаблон	«центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71» [19]
055 Зубошевинговальная	зубошевинговальный 5А702Г	шевер дисковый Ø180 ГОСТ 8570-80	шаблон	«центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71» [19]
060 Термическая	печь термическая	–	–	–
065 Центрошлифовальная	центрошлифовальный 3922	«головка шлифовальная алмазная АГК ГОСТ2447-82» [3]	«шаблон» [2]	центр неподвижный ГОСТ 8742-75, тиски самоцентрирующие
070 Торцекруглошлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	круг 1-200х50х100 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007	скоба рычажная	центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71
075 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3Б153У	круг 1-200х50х100 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007	скоба рычажная	центр неподвижный ГОСТ 8742-75, «патрон поводковый ГОСТ 2571-71» [19]
080 Торцекруглошлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	«круг шлифовальный 1-200х50х100 23А80М5V» [3]	«скоба рычажная» [2]	«центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон» [19]

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Инструменты	Средства контроля	Станочные приспособления
–	–	30м/с1А ГОСТ52781-2007		«поводковый ГОСТ 2571-71» [19]
085 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3Б153У	круг шлифовальный 1-200х50х100 23А80М5V 30м/с1А ГОСТ52781-2007	скоба рычажная	центр неподвижный ГОСТ 8742-75, «патрон поводковый ГОСТ 2571-71» [19]
090 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3Б153У	круг шлифовальный 1-200х50х100 23А90М5V 30м/с1А ГОСТ52781-2007	скоба рычажная	центр неподвижный ГОСТ 8742-75, «патрон поводковый ГОСТ 2571-71» [19]
095 Притирочная	притирочный 5П722	притир	шаблон	центр ГОСТ 8742-75, «патрон поводковый ГОСТ 2571-71» [19]
100 Притирочная	притирочный 5П722	притир	шаблон	центр ГОСТ 8742-75, «патрон поводковый ГОСТ 2571-71» [19]
105 Моечная	«моечная машина» [1]	–	–	–
110 Контрольная	«контрольный стол» [1]	–	–	–

Приведенные в таблице 4 средства технологического оснащения полностью соответствуют выше описанным требованиям. Далее заносим данные по средствам технологического оснащения в технологическую документацию (приложение А «Технологическая документация»), а также используем их при проектировании технологических операций.

2.4 Расчет режимов резания и нормирование

Расчет режимов резания и нормирование технологических операций определяют не только технические параметры технологического процесса, но и позволяет определить лимитирующие операции, которые, как правило, наиболее проблемные и требуют доработки.

Режимы резания на операции, с достаточной для среднесерийного типа производства точностью, определяются статистическим методом [14]. В зависимости от ответственности операции и имеющихся данных. Применение высокопроизводительных средств технологического оснащения, таких как высокоскоростные станки и способных реализовать их возможности режущего инструмента, приводит к необходимости применения для назначения режимов резания более точным расчетным методом [19].

Нормирование выполняется «на основе расчетного метода» [10].

«Основное время определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S \cdot n}, \quad (16)$$

где $L_{\text{р.х.}}$ – длина рабочего хода, мм;

S – подача, мм/об» [10].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{\text{р.х.}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (17)$$

где l_1 – длина врезания, мм;

$l_{\text{рез}}$ – длина резания, мм;

l_2 – длина перебега, мм» [10].

«В таблице 5 отражены результаты определения режимов резания и нормирования технологических операций» [10].

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Номер операции	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
005	1	0,15	46,4	250	40	0,6
	2	0,1	65	630	10	0,16
010	1	0,3	224	1250	80	0,22
	2	0,3	224	1250	140	0,37
015	1	0,17	209	1900	33	0,15
	2	0,17	209	1900	3	0,09
	3	0,17	209	1900	138	0,43
	4	0,17	209	1900	3	0,09
020	1	0,12	29,12	500	37	0,62
	2	1	5,9	250	30	0,12
025	1	0,05	46	1500	125	0,54
030	1	2,5	40	250	35	1,4
035	1	0,4	23	380	30	1,7
040	1	–	–	600	35	0,3
045	1	–	–	600	35	0,3
050	1	120	12	260	35	0,92
055	1	120	12	260	35	0,92
065	1	0,55	15	300	0,8	0,18
070	1	0,009	26	300	0,382	0,2
075	1	0,013	26	368	21	0,65
	2	0,013	26	368	34	0,98
	3	0,013	26	368	67	1,32
080	1	0,003	30	300	0,192	0,32
085	1	0,008	30	368	21	0,10
	2	0,008	30	368	18	0,02
090	1	0,001	30	300	21	0,11

Приведенные в таблице 5 данные заносим в технологическую документацию (приложение А «Технологическая документация»), а также используем их при проектировании технологических наладок.

Во втором разделе решены «задачи, связанные с проектированием технологического процесса изготовления детали» [10]. «Произведен выбор метода получения заготовки, разработан план изготовления детали на основе типового технологического процесса, выбраны средства технологического оснащения в соответствии с серийностью производства» [10]. Решены задачи определения «параметров технологических операций путем определения режимов резания и норм времени на их выполнение» [10].

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков

Анализируя фрезерно-центровальную операцию (рисунок 2) приходим к выводу, что одна из причин больших затрат времени на данной операции заключается в отсутствии стандартного станочного приспособления способного реализовать теоретическую схему базирования с механизированным приводом закрепления. Это существенно увеличивает вспомогательное время выполнения операции. С целью устранения данной проблемы спроектируем механизированное приспособление по методике [20].

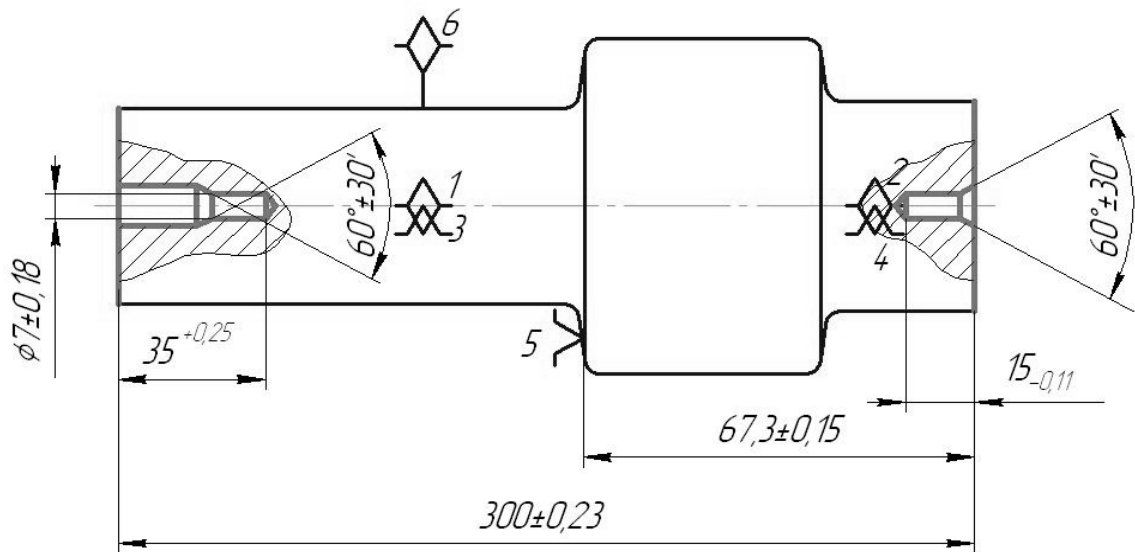


Рисунок 2 – Эскиз детали

«Основная составляющая силы резания при фрезеровании определяется по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^{u \cdot z}}{D^g \cdot n^w} k_{\text{мп}}, \quad (18)$$

где: C_p, x, y, u, g, w – коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают особенности обработки данного материала;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

B – ширина фрезерования, мм;

z – число зубьев фрезы;

D – диаметр фрезы, мм;

n – частота вращения фрезы, об/мин;

k_{mp} – коэффициент, который учитывает влияние механических характеристик обрабатываемого материала» [19].

$$\ll k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,3}. \quad (19) \gg [19]$$

«Выполняем расчеты.

$$k_{mp} = \left(\frac{1100}{750} \right)^{0,3} = 1,13.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 3^{0,95} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 36^{1,1} \cdot 12}{50^{1,1} \cdot 860^0} \cdot 1,13 = 5242 \text{ Н} \gg [19].$$

«Другие составляющие силы резания определяются из выражений:

$$P_h = P_z \cdot 0,4. \quad (20)$$

$$P_v = P_z \cdot 0,9. \quad (21)$$

$$P_y = P_z \cdot 0,85. \quad (22) \gg [19]$$

Подставив соответствующие значения получаем:

$$P_h = 5242 \cdot 0,4 = 1783 \text{ Н.}$$

$$P_v = 5242 \cdot 0,9 = 4010 \text{ Н.}$$

$$P_y = 5242 \cdot 0,85 = 4456 \text{ Н.}$$

Расчет усилия закрепления выполняется из условия равновесия «системы сил, действующих при обработке. Расчетная схема приведена на рисунке 3» [19].

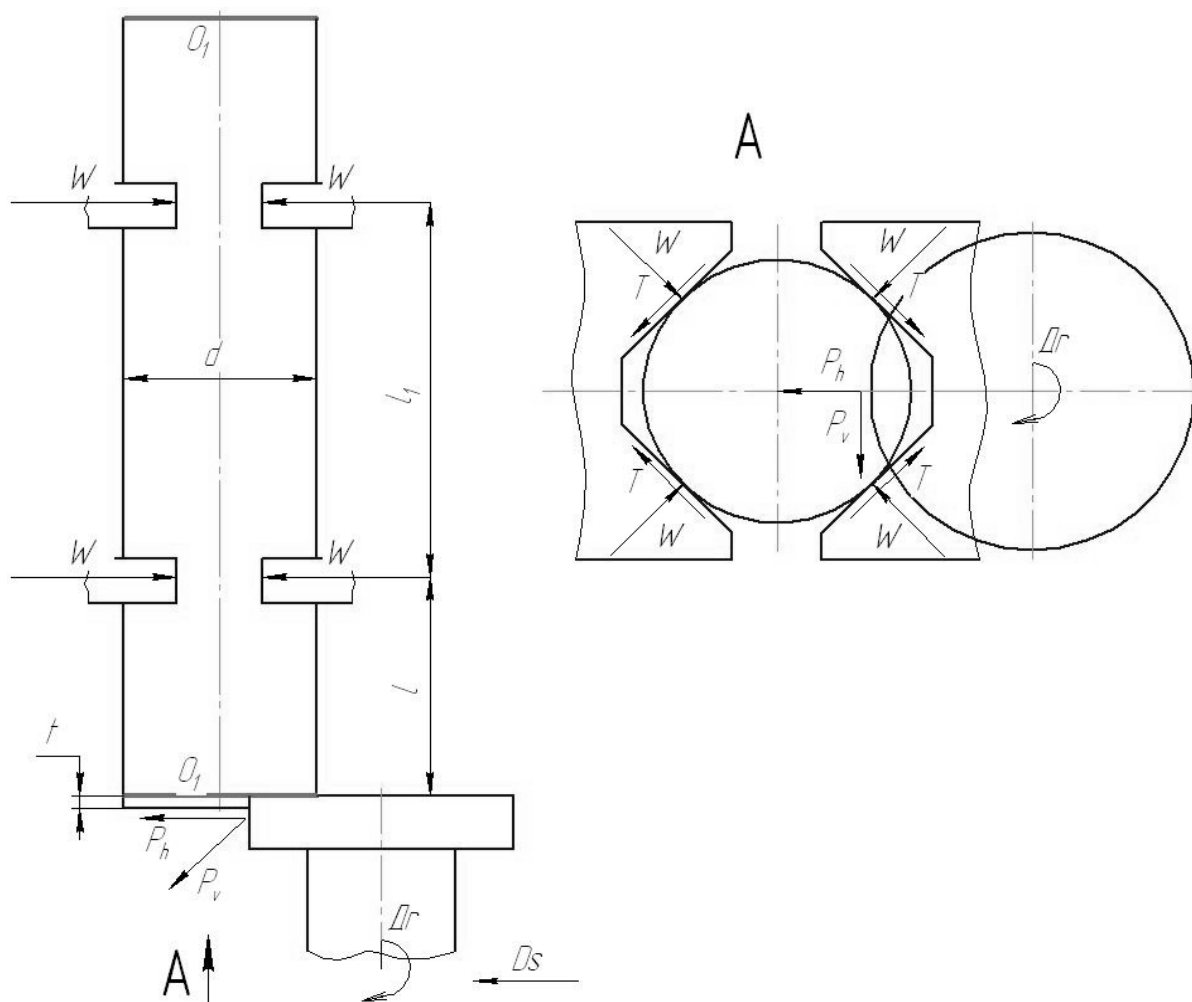


Рисунок 3 – Расчетная схема закрепления

«Момент от составляющей силы резания P_h равен:

$$M_p = P_h \cdot l, \quad (23)$$

где l – расстояние, определяемое по схеме системы сил, мм» [20].

«Уравновешивающий его момент от силы закрепления равен:

$$M_3 = W \cdot l_1, \quad (24)$$

где W – сила закрепления, Н;

l_1 – расстояние, определяемое по схеме системы сил, мм» [20]

«Приравняв полученные моменты, выводим уравнение для определения усилия зажима:

$$W = \frac{P_h \cdot l \cdot K}{l_1}, \quad (25)$$

где K – коэффициент, учитывающий фактические условия выполнения операции» [20].

$$W = \frac{1783 \cdot 30}{160} \cdot 2,2 = 736 \text{ Н.}$$

«Момент от составляющей силы резания P_v равен:

$$M_p = \frac{P_v \cdot d_0}{2}, \quad (26)$$

где d_0 – диаметр обрабатываемого торца, мм» [20].

«Уравновешивающий его момент от силы закрепления равен:

$$M_3 = 4 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (27)$$

где W – сила закрепления, Н;

f – коэффициент трения поверхностей призмы и заготовки;

d_3 – диаметр закрепления, мм» [20].

«Приравняв полученные моменты, выводим уравнение для определения усилия зажима:

$$W = \frac{P_v \cdot d_0 \cdot K}{8 \cdot f \cdot d_3}. \quad (28) \gg [20]$$

$$W = \frac{4010 \cdot 38 \cdot 2,2}{8 \cdot 0,16 \cdot 35} = 7482 \text{ Н.}$$

Из проведенных расчетов следует, что усилие на приводе должно составлять 7482 Н.

«Исходя из конструкции приспособления расчетное усилие закрепления изменится и составит:

$$W_{\text{изм}} = \frac{W}{\sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (29)$$

где α – угол призм, град» [20].

$$W_{\text{изм}} = \frac{7482}{\sin 45^\circ} = 10538 \text{ Н.}$$

«Усилие на основании призмы рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (30)$$

где l – вылет призмы, мм;

H – длина направляющих призмы, мм;

f_1 – коэффициент трения в направляющих призмы» [20].

$$W_1 = \frac{10538}{1 - \frac{3 \cdot 60}{75} \cdot 0,1} = 12621 \text{ Н.}$$

«Усилие, которое необходимо развить силовому приводу определяется по уравнению:

$$Q = \frac{2 \cdot W_1}{i_c}, \quad (31)$$

где i_c – передаточное отношение зажимного механизма» [20].

$$Q = \frac{2 \cdot 12621}{2,0} = 12621 \text{ Н.}$$

«Механизация процесса закрепления обеспечивается применением в конструкции приспособления гидравлического привода, диаметр поршня

которого определяется по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (32)$$

где d – диаметр штока поршня, мм;

P – давление в гидросистеме, МПа» [20].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{12621}{5,0}} = 80,28 \text{ мм.}$$

«С целью применения в конструкции стандартного гидравлического привода округляем значение диаметра поршня до ближайшего большего стандартного, которое составляет 82 мм» [20].

«Точность звеньев приспособления определяется выражением:

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (33)$$

где T – допуск обрабатываемого размера, мм;

K_T – коэффициент поля рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения;

K_{T1} – коэффициент уменьшения погрешности базирования при работе на настроенном оборудовании;

ε_6 – погрешность базирования, мм;

ε_3 – погрешность закрепления, мм;

ε_y – погрешность установки, мм;

$\varepsilon_{\text{и}}$ – погрешность от износа установочных элементов, мм;

K_{T2} – коэффициент, учитывающий вклад погрешности обработки в суммарную погрешность;

ω – экономически эффективная точность обработки, мм» [20].

Проводим расчеты.

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq 0,3 - 1,0 \cdot \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,038^2 + 0,1^2 + (0,6 \cdot 0,12)^2} = 0,172 \text{ мм.}$$

При проектировании приспособления допуски и посадки звеньев приспособления назначаем из условия обеспечения полученного суммарного значения точности приспособления. В таком случае приспособление обеспечит требуемую точность установки. «Конструкция приспособления приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [10].

3.2 Проектирование токарного резца

Дальнейший анализ технологического процесса позволяет сделать следующий вывод. В технологическом процессе предусмотрено большое количество токарной обработки, реализация которой производится на производительном оборудовании, что позволяет обеспечить высокие режимы резания без потери качества обработки и снижения стойкости. Основной проблемой на данных операциях является появление сливной стружки. С целью решения данной проблемы спроектируем соответствующий резец по данным [17].

Сначала подбираем материал режущей части. «Проанализировав литературу приходим к выводу, что в данном случае наиболее оптимальным решением будет применение твердого сплава Т5К10» [17].

«Определим поперечное сечение державки резца по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (34)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [18].

$$F = 1,0 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ мм}^2.$$

«Исходя из этого, принимаем державку квадратного сечения со стороной 20 мм при рабочей высоте резца 25 мм и длине 140 мм» [17].

Крепления режущей пластины к державке осуществляется путем ее поджима к опорной пластине прихватом при помощи винта. «Ключевым силовым элементом в такой системе является винт, минимально допустимый диаметр которого рассчитывается по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (35)$$

где Q_1 – усилие воздействия сил резания в процессе обработки, Н;

σ_d – максимально допустимое напряжение, МПа» [17].

«Усилие воздействия сил резания в процессе обработки рассчитывается по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (36)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение силы резания, Н» [17].

«Выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{320}{0,7} = 457 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 457}{\pi \cdot 650}} = 1,94 \text{ мм} \text{» [17].}$$

Подробно конструкция резца и технические требования на его изготовление приведены в графической части работы в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам.

В третьем разделе спроектированы средства оснащения технологического процесса, позволяющие решить основные проблемы фрезерно-центровальной и токарной операций. Проектирование самоцентрирующих тисков сократило вспомогательное время на выполнение операции, а проектирование токарного резца позволило решить проблему появления сливной стружки.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

С целью оценки технологического процесса изготовления вала-шестерни привода подъемно-транспортного механизма на безопасность и экологичность выполнения рассмотрим его конструктивно-технологические характеристики. Результаты оформим в виде таблицы 6.

Таблица 6 – Операции и средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструменты	Приспособления
фрезерно-центровальная	фрезерно-центровальный МР-71М	фрезы торцевые, сверло центровочное А 6,3; сверло комбинированное	призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующие
токарная	токарный с ЧПУ 16К20Ф3	резцы	патрон трехкулачковый
сверлильная	вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Н135Ф2, вертикально-сверлильный 2Н125	сверло спиральное	оправка цанговая
фрезерная	вертикально-фрезерный с ЧПУ 6Р13МФ3-1	фреза концевая, фреза концевая	призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующие
зубофрезерная	зубофрезерный 5306К	фреза зубонарезная	патрон поводковый
зубодолбежная	зубодолбежный 5В12	долбяк чашечный прямозубый тип 3 \	патрон поводковый
шлифовальная	центрошлифовальный 3922, торцекруглошлифовальный 3Т160, круглошлифовальный 3Б153У	круг 1-200x50x100 23А46М8V 30м/с1, круг шлифовальный 1-200x50x100 23А80М5V	патрон поводковый, центр неподвижный

В ходе выполнения технологического процесса используются смазочные материалы, обеспечивающие работу оборудования, а также технологические жидкости для охлаждения зоны резания.

Работники участка механической обработки детали: операторы и наладчики станков с числовым программным управлением, сверловщики, долбежники, протяжчики, шлифовщики.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» и Приказа Минтруда № 776н «Об утверждении примерного положения о системе управления охраной труда» и с учетом описанных выше конструктивно-технологических характеристик технологического процесса выявляем возникающие профессиональные риски, воздействующие на работников производственного участка [5].

«Опасными и вредными производственными факторами, действующими при выполнении технологического процесса исходя из конструктивно-технологических характеристик технологического процесса будут: действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего, движущиеся твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего, производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека, опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека, производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума, производственные факторы,

связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации, монотонность труда, тяжесть трудового процесса, производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [5].

«В результате действия данных опасных и вредных производственных факторов возможно возникновение следующих опасностей и рисков: груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту, транспортное средство, в том числе погрузчик, подвижные части машин и механизмов, воздействие на кожные покровы смазочных масел, материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру, повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума, воздействие общей вибрации, физические перегрузки, электрический ток» [5].

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Анализ показал, что опасные и вредные производственные факторы относятся к группам физического, химического и психофизиологического воздействия, что требует разработки соответствующих методов и средств снижения профессиональных рисков на основании приказа Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней»» [5].

«В результате получаем следующие мероприятия по улучшению условий и охраны труда: издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда; устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников; устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов,

блокировок, герметизирующих и других элементов, обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты; проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения; внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [5].

В соответствие с применяемым приказом необходимо использовать следующие методы и средства снижения профессиональных рисков: «использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места» [5]; «обеспечение безопасных условий труда» [5]; «соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима» [5]; «применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное применение систем торможения» [5]; «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, специальных рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [5]; «допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [5]; «устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты» [5]; «организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным методам и приемам выполнения работ» [5]; «использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [5]; «применение закрытых

систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [5]; «применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [5]; «своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик» [5]; «установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции; проведение инструктажа на рабочем месте» [5]; «соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха» [5]; «организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [5]; «изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [5].

В результате внедрения разработанных мероприятий по улучшению условий и охраны труда, а также применения принятых методов и средств снижения профессиональных рисков на производственном участке по изготовлению детали должны быть обеспечены условия труда наиболее благоприятные для работников участка.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность производственного участка обеспечивается путем применения соответствующих технических противопожарных средств и разработки противопожарных мероприятий. Выбор технических средств и

разработка мероприятий зависят от опасных факторов возможного пожара, которые определяются по классу пожара. В свою очередь класс пожара определяется веществами и материалами, используемыми в ходе осуществления технологического процесса, а также применяемых средств оснащения на производственном участке. «В данном случае возможные пожары связаны с воспламенением и горением металлов, то есть относятся к классу D» [5].

«Основными опасными факторами данного класса пожаров: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах). Сопутствующими проявлениями опасных факторов пожара являются: образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты, крупногабаритные части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества; вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; негативные термохимические воздействия, используемых при пожаре огнетушащих веществ, на предметы и людей» [5].

«В соответствии с выявленными опасными факторами возможного пожара предлагается применять следующие технические средства пожаротушения: огнетушители ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100; мотопомпа пожарная «Shibauga»; пожарный извещатель ИП-212-141; пожарный щит класса ЩП-А; оповещатель охранно-пожарный звуковой Маяк-220» [5].

Профилактику и предотвращение пожара предлагается осуществлять путем внедрения «следующих мероприятий: инструкции по действиям

персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации; инструктаж по пожарной безопасности» [5].

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Экологическая безопасность технологического процесса обеспечивается путем применения соответствующих технических средств и разработки организационных мероприятий. Определение состава технических средств и организационных мероприятий осуществляется исходя из негативных факторов, возникающих в ходе выполнении технологического процесса. Данные факторы определяются веществами и материалами, используемыми в ходе осуществления технологического процесса, а также применяемых средств оснащения на производственном участке. В состав выбросов в гидросферу и литосферу в данном случае входят: «масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива и стружки, металлический лом, мусор промышленный» [5]. В атмосферу возможно попадание незначительного количества паров смазочно-охлаждающей жидкости и абразивной пыли.

«Все возможные мероприятия по обеспечению экологической безопасности принимаем по ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы»» [5].

В разделе решены задачи обеспечения безопасности выполнения технологического процесса на производственном участке. В том числе обеспечена пожарная безопасность и выполнение экологических норм.

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенных в технологический процесс изменений.

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнительный анализ технических и экономических параметров, двух вариантов технологического процесса, описанных в предыдущих разделах.

Основное изменение технологического процесса предполагает применение более современной оснастки и более износостойкого инструмента, что приводит к снижению общей трудоемкости выполнения совершенствованных операций. Используемая оснастка и инструмент представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы.

Результаты технических изменений после совершенствований операции, а именно замены оборудования, оснастки и инструмента:

- сокращение основного времени выполнения операций на 12 %;
- сокращение вспомогательного времени на 30,1 %;
- увеличение стойкости применяемого инструмента в 1,5 раза.

Описанные результаты достаточно существенны для того чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 4 представлены методики, которые позволят грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.



Рисунок 4 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [12]

Используя, описанную на рисунке 4, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций ($K_{ВВ}$), которая составила 73676,05 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование проекта. На рисунке 5 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

Анализируя рисунок 5, можно сказать, что затраты на проектирование изменений 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 6.

Квв = 73676,05 руб.

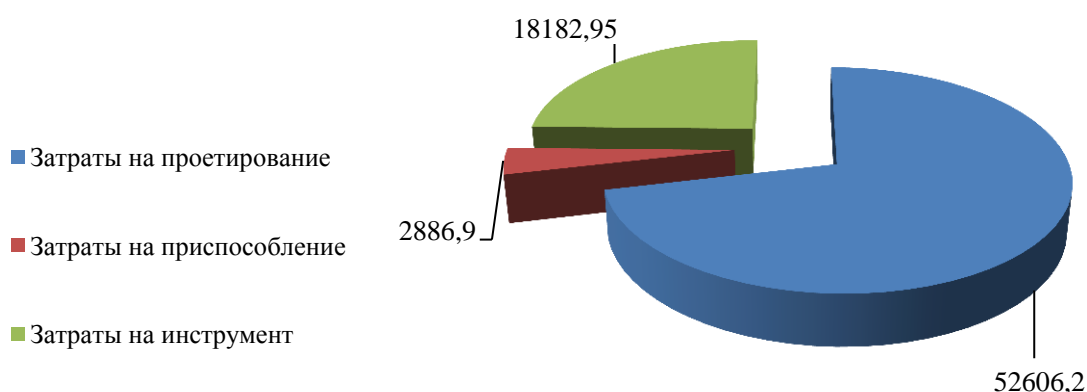


Рисунок 5 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

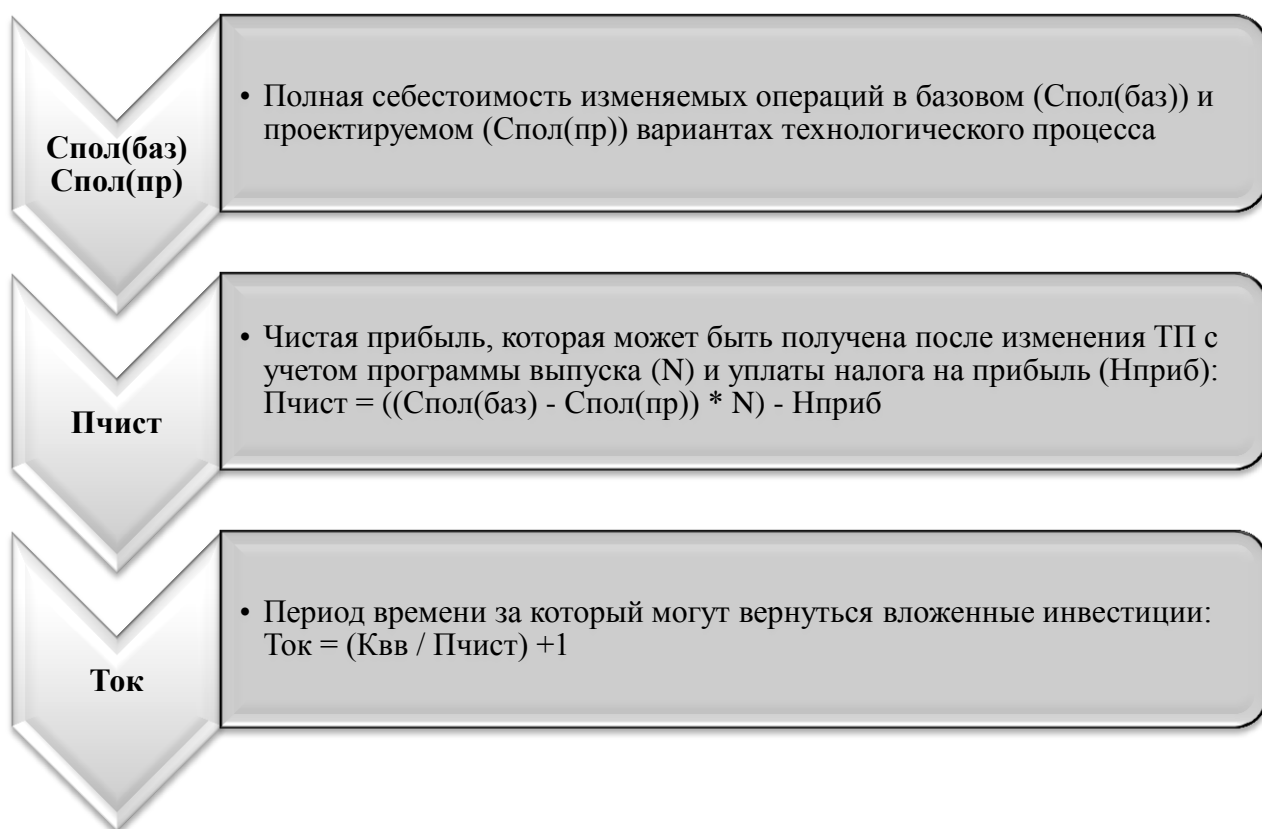


Рисунок 6 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 6, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого

экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам, базовому и проектируемому. Это необходимо для того чтобы можно было определить изменения, то есть посмотреть на сколько снизиться или увеличится себестоимость выполнения этих операций. Чтобы окупить вложенные инвестиции себестоимость проектируемого варианта должна снижаться. Также важно, насколько она снизится, потому что чем больше будет разница у полной себестоимости, тем быстрее окупятся вложенные инвестиции.

Далее, благодаря значениям полной себестоимости базового и проектируемого варианта операций, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения совершенствований.

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. Другими словами, срок окупаемости должен быть меньше, либо равен четырем годам.

Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный экономический эффект ($\mathcal{E}_{инт}$) путем расчета через сложные проценты. Они позволяют максимально учесть потерю стоимости денежных средств 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 7 представлены рассчитанные значения следующих показателей:

- чистая прибыль,
- срок окупаемости
- и экономический эффект.

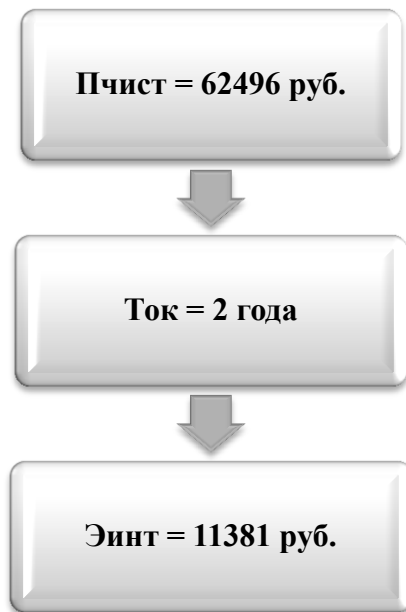


Рисунок 7 – Значения показателей чистой прибыли ($P_{\text{ЧИСТ}}$), срока окупаемости ($T_{\text{ОК}}$) и экономического эффекта ($\text{Э}_{\text{ИНТ}}$)

Как показано на рисунке 7, экономический эффект является положительной величиной, то есть он получен, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

В данном разделе определены экономические показатели с учетом решений по совершенствованию технологии, которые подтвердили правильность принятых решений.

Заключение

Выполнение работы позволило получить следующие результаты. Проанализированы исходные данные, такие как условия эксплуатации детали и ее назначение, технологичность по всем группам критериев и основные характеристики типа производства. Результат данного анализа оформлен в виде задач, решение которых позволило достичь цели работы.

«Решены задачи связанные с проектированием технологического процесса изготовления детали» [10]. «Выбран метод получения заготовки, исходя из особенностей материала детали и типа производства, проведено ее проектирование» [10]. «Разработан план изготовления детали на основе типового технологического процесса» [10]. Выбраны средства технологического оснащения в соответствии с серийностью производства. «Решены задачи определения параметров технологических операций» [10].

Проведено проектирование средств технологического процесса, позволяющих решить основные проблемы фрезерно-центровальной и токарной чистовой операций. Проектирование самоцентрирующих тисков сократило вспомогательное время на выполнение операции, а проектирование токарного резца позволило решить проблему появления сливной стружки.

Решены задачи обеспечения безопасности выполнения технологического процесса на производственном участке. В том числе обеспечена пожарная безопасность и выполнение экологических норм.

Определены экономические показатели с учетом решений по совершенствованию, которые подтвердили правильность принятых решений.

Цель работы, которая заключается в обеспечении выпуска годовой программы выпуска деталей требуемого качества, путем проектирования технологического процесса ее изготовления, обеспечивающего минимальные экономические затраты, можно считать достигнутой.

Список используемых источников

1. Балла О.М. Технологии и оборудование современного машиностроения: учебник / О.М. Балла. – Санкт –Петербург: Лань, 2020. – 392 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143241> (дата обращения: 17.04.2023).
2. Богомолова С. А. Метрология и измерительная техника: технические требования к средствам измерений: учебник / С. А. Богомолова, И. В. Муравьева. – Москва: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 172 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1248043> (дата обращения: 15.04.2023).
3. Вереина Л. И. Абразивная обработка: справочник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е.И. Фрадкин; под общ. ред. Л.И. Вереиной. – Москва: ИНФРА – М, 2021. – 304 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1282222> (дата обращения: 18.04.2023).
4. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства: учебно–методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2018. –203 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 02.04.2023).
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб. –метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти.: Изд –во ТГУ, 2021. – 22 с.
6. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.
7. Зубарев Ю. М. Режущий инструмент: учебник для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Вебер, М. А. Афанасенков; Под общей редакцией Ю. М. Зубарева. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 432 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254675> (дата обращения: 16.04.2023).
8. Иванов И. С. Технология машиностроения: производство типовых

деталей машин: учебное пособие / И.С. Иванов. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 224 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1723512> (дата обращения: 12.04.2023).

9. Клепиков В. В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления: учебное пособие / В. В. Клепиков. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 345 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836736> (дата обращения: 17.04.2023).

10. Клепиков В. В. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 229 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081966> (дата обращения: 29.03.2023).

11. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт –Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 14.04.2023).

12. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб. –метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти.: ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: дата обращения: 18.05.2023).

13. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, Н.М. Султан –заде, В.Ф. Солдатов, А.Г. Схиртладзе. – Москва: ИНФРА – М, 2019. – 295 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1037766> (дата обращения: 16.04.2023).

14. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. – Москва : Машиностроение, 1990. – 399 с.

15. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб. –метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии

машиностроит. пр –ва». – Тольятти : ТГУ, 2015. – 140 с.

16. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2 –е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

17. Солоненко В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – Москва.: ИНФРА –М, 2016. – 416 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/549074> (дата обращения: 22.04.2023).

18. Справочник технолога –машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5–е изд., испр. – Москва : Машиностроение–1, 2003. – 910 с.

19. Справочник технолога –машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5 –е изд., испр. – Москва : Машиностроение –1, 2003. – 941 с.

20. Тарабарин О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. – 2 –е изд., испр. и доп. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 304 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211214> (дата обращения: 21.04.2023).

21. Химический состав и физико-механические свойства стали 38ХМЮА [Электронный ресурс]. – URL: https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stj/38X2MYA?ysclid=lgmkv5z6c2668130791 (дата обращения: 29.03.2023).

22. Ямников А. С. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / А. С. Ямников, А. А. Маликов; под ред. А. С. Ямникова. – Москва; Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 252 с – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168516> (дата обращения: 17.04.2023).

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ТГУ Кафедра ОТМП																																																																																																																																																																																																																																																																														
Вал-шестерня																																																																																																																																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Разработал</td> <td colspan="2">Самсоненко</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Проверил</td> <td colspan="2">Козлов</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Утвердил</td> <td colspan="2">Логинов</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Н. контр.</td> <td colspan="2">Козлов</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>															Разработал		Самсоненко														Проверил		Козлов														Утвердил		Логинов														Н. контр.		Козлов																																																																																																																																																																																																													
Разработал		Самсоненко																																																																																																																																																																																																																																																																												
Проверил		Козлов																																																																																																																																																																																																																																																																												
Утвердил		Логинов																																																																																																																																																																																																																																																																												
Н. контр.		Козлов																																																																																																																																																																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="15">МД1 <i>Сталь 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71</i></td> </tr> <tr> <td colspan="15"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Код</th> <th>ЕВ</th> <th>МД</th> <th>ЕН</th> <th>Н. раск.</th> <th>КИМ</th> <th>Код заготовки</th> <th colspan="2">Профиль и размеры</th> <th>КД</th> <th>МЗ</th> </tr> <tr> <td>МД2</td> <td>12</td> <td>166</td> <td>16к2</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,89</td> <td>24</td> <td colspan="2">φ60х203</td> <td>1</td> <td>2к2</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>															МД1 <i>Сталь 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71</i>															<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Код</th> <th>ЕВ</th> <th>МД</th> <th>ЕН</th> <th>Н. раск.</th> <th>КИМ</th> <th>Код заготовки</th> <th colspan="2">Профиль и размеры</th> <th>КД</th> <th>МЗ</th> </tr> <tr> <td>МД2</td> <td>12</td> <td>166</td> <td>16к2</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,89</td> <td>24</td> <td colspan="2">φ60х203</td> <td>1</td> <td>2к2</td> </tr> </table>															Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры		КД	МЗ	МД2	12	166	16к2	1		0,89	24	φ60х203		1	2к2																																																																																																																																																																																																											
МД1 <i>Сталь 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71</i>																																																																																																																																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Код</th> <th>ЕВ</th> <th>МД</th> <th>ЕН</th> <th>Н. раск.</th> <th>КИМ</th> <th>Код заготовки</th> <th colspan="2">Профиль и размеры</th> <th>КД</th> <th>МЗ</th> </tr> <tr> <td>МД2</td> <td>12</td> <td>166</td> <td>16к2</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,89</td> <td>24</td> <td colspan="2">φ60х203</td> <td>1</td> <td>2к2</td> </tr> </table>															Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры		КД	МЗ	МД2	12	166	16к2	1		0,89	24	φ60х203		1	2к2																																																																																																																																																																																																																																									
Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры		КД	МЗ																																																																																																																																																																																																																																																																				
МД2	12	166	16к2	1		0,89	24	φ60х203		1	2к2																																																																																																																																																																																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>А</th> <th>Цех</th> <th>Уч</th> <th>РМ</th> <th>Опер</th> <th colspan="4">Код наименования операции</th> <th colspan="6">Обозначение документа</th> </tr> <tr> <th>Б</th> <th colspan="4">Код наименования оборудования</th> <th>СМ</th> <th>проф.</th> <th>Р</th> <th>УТ</th> <th>КР</th> <th>КОИД</th> <th>ЕН</th> <th>ОП</th> <th>Кит</th> <th>Тпаз</th> <th>Тшт</th> </tr> <tr> <td>А03</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>000</td> <td colspan="4">Заготовительная</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>Б04</td> <td colspan="14">Горизонтально ковочная машина</td> </tr> <tr> <td>А05</td> <td colspan="14"></td> </tr> <tr> <td>А06</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>005</td> <td colspan="4">4269 Фрезерно-центральная</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>Б07</td> <td colspan="14">381631 Фрезерно-центральный МР-71М3 17845 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,8</td> </tr> <tr> <td>О 08</td> <td colspan="14">Фрезеровать торцы: пов. 1, 35 в размер 200±0,3, сверлить отверстия: пов. 27, 28, 36, 37 в размер</td> </tr> <tr> <td>О9</td> <td colspan="14">14±0,5; 16_{0,11}; 35_{0,25}; 66,3_{0,3}; φ16_{0,12}; φ8_{0,18}</td> </tr> <tr> <td>Т 10</td> <td colspan="14">396131 Тиски машинные специальные; 391801 Фреза торцовая ГОСТ 1695-80 Т5К10; 391267 Сверло</td> </tr> <tr> <td>Т 11</td> <td colspan="14">Р6М5; 3961267 Сверло центровочное ГОСТ 14952-80 Р6М5; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td colspan="14"></td> </tr> <tr> <td>А 13</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td>010</td> <td colspan="4">4110 Токарная</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>Б 14</td> <td colspan="14">381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,74</td> </tr> <tr> <td>О 15</td> <td colspan="14">Точить, последовательно поверхности и торцы: Установка пов. 14, 18, 19, 20, 22 φ57_{0,3}; φ41_{0,25}; φ36,7_{0,25}</td> </tr> <tr> <td>О 16</td> <td colspan="14">177,2^{+0,4}; 169^{+0,4}; Установка Б 5, 8, 23, 30 φ31_{0,25}; φ32,9_{0,25}; 66^{+0,3}; 192^{+0,4}</td> </tr> <tr> <td>МК</td> <td colspan="14"></td> </tr> </table>															А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции				Обозначение документа						Б	Код наименования оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тпаз	Тшт	А03	XX	XX	XX	000	Заготовительная										Б04	Горизонтально ковочная машина														А05															А06	XX	XX	XX	005	4269 Фрезерно-центральная										Б07	381631 Фрезерно-центральный МР-71М3 17845 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,8														О 08	Фрезеровать торцы: пов. 1, 35 в размер 200±0,3, сверлить отверстия: пов. 27, 28, 36, 37 в размер														О9	14±0,5; 16 _{0,11} ; 35 _{0,25} ; 66,3 _{0,3} ; φ16 _{0,12} ; φ8 _{0,18}														Т 10	396131 Тиски машинные специальные; 391801 Фреза торцовая ГОСТ 1695-80 Т5К10; 391267 Сверло														Т 11	Р6М5; 3961267 Сверло центровочное ГОСТ 14952-80 Р6М5; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.														12															А 13	XX	XX	XX	010	4110 Токарная										Б 14	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,74														О 15	Точить, последовательно поверхности и торцы: Установка пов. 14, 18, 19, 20, 22 φ57 _{0,3} ; φ41 _{0,25} ; φ36,7 _{0,25}														О 16	177,2 ^{+0,4} ; 169 ^{+0,4} ; Установка Б 5, 8, 23, 30 φ31 _{0,25} ; φ32,9 _{0,25} ; 66 ^{+0,3} ; 192 ^{+0,4}														МК														
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции				Обозначение документа																																																																																																																																																																																																																																																																					
Б	Код наименования оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тпаз	Тшт																																																																																																																																																																																																																																																															
А03	XX	XX	XX	000	Заготовительная																																																																																																																																																																																																																																																																									
Б04	Горизонтально ковочная машина																																																																																																																																																																																																																																																																													
А05																																																																																																																																																																																																																																																																														
А06	XX	XX	XX	005	4269 Фрезерно-центральная																																																																																																																																																																																																																																																																									
Б07	381631 Фрезерно-центральный МР-71М3 17845 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,8																																																																																																																																																																																																																																																																													
О 08	Фрезеровать торцы: пов. 1, 35 в размер 200±0,3, сверлить отверстия: пов. 27, 28, 36, 37 в размер																																																																																																																																																																																																																																																																													
О9	14±0,5; 16 _{0,11} ; 35 _{0,25} ; 66,3 _{0,3} ; φ16 _{0,12} ; φ8 _{0,18}																																																																																																																																																																																																																																																																													
Т 10	396131 Тиски машинные специальные; 391801 Фреза торцовая ГОСТ 1695-80 Т5К10; 391267 Сверло																																																																																																																																																																																																																																																																													
Т 11	Р6М5; 3961267 Сверло центровочное ГОСТ 14952-80 Р6М5; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.																																																																																																																																																																																																																																																																													
12																																																																																																																																																																																																																																																																														
А 13	XX	XX	XX	010	4110 Токарная																																																																																																																																																																																																																																																																									
Б 14	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,74																																																																																																																																																																																																																																																																													
О 15	Точить, последовательно поверхности и торцы: Установка пов. 14, 18, 19, 20, 22 φ57 _{0,3} ; φ41 _{0,25} ; φ36,7 _{0,25}																																																																																																																																																																																																																																																																													
О 16	177,2 ^{+0,4} ; 169 ^{+0,4} ; Установка Б 5, 8, 23, 30 φ31 _{0,25} ; φ32,9 _{0,25} ; 66 ^{+0,3} ; 192 ^{+0,4}																																																																																																																																																																																																																																																																													
МК																																																																																																																																																																																																																																																																														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 19	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-73; 392101 Резец контурный ОСТ 2И10.1-83 Т5К10;														
Т 20	393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80.														
21															
А 22	XX XX XX 015 4110 Токарная														
Б 23	381101 Токарный 16К20ФЗ 3 18217 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,95														
О 24	Точить последовательно УстановА: пов.17, 20, 21, 22, 34 в размер $\phi 36,021^{+0,1}$; $\phi 50^{+0,3}$; $\phi 34,6^{+0,1}$; 176,4 _{0,16}														
О 25	Установ Б: пов.2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 23, 24, 25 в размер $\phi 31^{+0,3}$; $\phi 31,8^{+0,1}$; $\phi 32,6^{+0,1}$; 66 _{0,12} ; 98 _{0,14} .														
Т 26	396171 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392101 Резец контурный ОСТ 2И10.1-83 Т30К4; 392101 Резец канавочный ОСТ 2И10.1-83 Т30К4; 393410 Микраметр МК-50 ГОСТ 6507-78.														
Т 27															
28															
А 29	XX XX XX 020 4121 Сверлильная														
Б 30	381213 Вертикально-сверлильный 3 15292 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,94														
О 31	Сверлить пов. 29, 33, 36 в размер $\phi 22^{+0,3}$; 185,5 _{0,105} ; нарезать резьбу пов. 26 в размер М8х1.														
Т 32	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ 12195-66; 391267 Сверло специальное Р6М5; 391391 Метчик Р18														
Т 33	ГОСТ 8859-85; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80; 393400 Калибр.														
34															
А 35	XX XX XX 025 4262 Фрезерная														
Б 36	381631 Фрезерный 6М82Г 3 18632 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,75														
О 37	Фрезеровать поверхности 31, 32, 4 в размер 8 _{0,1} ; 194 _{0,3} .														
Т 38	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ 12195-66; 391820 Фреза шпоначная ГОСТ 9308-69 Р6М5;														
Т 39	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.														
Т 40	393400 Калибр.														
41															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа															
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт				
A 69	XX	XX	XX	030	4.153 Зубофрезерная																
Б 70	381572				Зубофрезерный 5306К	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1						1,8	
О 71	Фрезеровать пов. 16, 18 в размер 10-й степени точности																				
Т 72	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Фреза червячная Р6М5 специальная, 394300 Прибор																				
Т 73	измерительный универсальный.																				
74																					
A 75	XX	XX	XX	035	4.153 Зубодолбежная																
Б 76	381572				Зубодолбежный 5В12	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1							2,9
О 77	Долбить пов. 13, 15 в размер 10-й степени точности																				
Т 78	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Долбяк чашечный тип 3 ГОСТ9323-79 Р9К5, 394300																				
Т 79	Прибор измерительный универсальный.																				
80																					
A 81	XX	XX	XX	040	4.162 Зубофасочная																
Б 82	381574				Зубофасочный ВС-320А	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1							0,5
О 83	Обработать пов. 4 в размер 15°±30'																				
Т 84	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Фреза Р6М5 специальная.																				
Т 85	393400 Калибр.																				
86																					
A 87	XX	XX	XX	045	4.162 Зубофасочная																
88	381574				Зубофасочный ВС-320А	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1							0,5
A 89	Обработать пов. 4 в размер 15°±30'																				
Б 90	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Фреза Р6М5 специальная.																				
О 91	393400 Калибр.																				
МК																					

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа															
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт				
A 94	XX	XX	XX	050	4157 Зубошевинговальная																
Б 95	381574				Зубошевинговальный 5А702Г 312287	312	1Р	1	1	1	1200	1								1,15	
О 96	Шевинговать пов. 16 в размер 8-й степени точности																				
Т 97	396110 Патрон поводкоаый ГОСТ 2571-71; 391810 Шейвер дисковый Р18 ГОСТ8570-75.																				
Т 98	394300 Прибор измерительный универсальный.																				
99																					
A 100	XX	XX	XX	055	4157 Зубошевинговальная																
Б 101	381574				Зубошевинговальный 5А702Г 312287	312	1Р	1	1	1	1200	1								1,15	
О 102	Шевинговать пов. 13 в размер 8-й степени точности																				
Т 103	396110 Патрон поводкоаый ГОСТ 2571-71; 391810 Шейвер дисковый Р9Ф5 ГОСТ8570-75.																				
Т 104	394300 Прибор измерительный универсальный.																				
105																					
A 106	XX	XX	XX	060	Термическая																
107																					
A 108	XX	XX	XX	065	4142 Центрошлифовальная																
Б 109	381317				Центрошлифовальный 3922	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1							0,4
О 110	Шлифовать поверхности: пов. 28, 37 в размер $\phi 4^{+0,016}$																				
Т 111	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ12195-66; 397120 Круг шлифовальный АГК ГОСТ2447-82;																				
Т 112	393120 Калидры.																				
113																					
A 114	XX	XX	XX	070	4130 Торцекрыглошлифовальная																
Б 115	381311				Торцекрыглошлифовальный 3Т160 3 18873	312	1Р	1	1	1	1200	1									0,4
О 116	Шлифовать поверхности: пов. 22, 20 в размер $\phi 35,424_{-0,039}^{+0,074}$; 76																				
МК																					

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
T 117	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.															
118																
A 119	XX XX XX 075 4131 Шлифовальная															
Б 120	381311 Круглошлифовальный 3Б153У					3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1		3,4
О 121	Шлифовать поверхность 6, 8, 10, 24 в размер $\phi 318^{+0,05}$, $\phi 3208_{0,039}$.															
T 122	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная															
123																
A 124	XX XX XX 080 4130 Торцекрылошлифовальная															
Б 125	381311 Торцекрылошлифовальный 3Т160З					3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1		0,51
О 126	Шлифовать поверхности: пов. 22, 20 в размер $\phi 35,076_{0,016}$; $76^{+0,074}$.															
T 127	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.															
128																
A 129	XX XX XX 085 4131 Шлифовальная															
Б 130	381311 Круглошлифовальный 3Б153У					3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1		0,4
О 131	Шлифовать поверхность 6, 10, 24 в размер $\phi 32_{0,016}$.															
T 132	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная															
133																
A 134	XX XX XX 090 4131 Шлифовальная															
Б 135	381311 Круглошлифовальный 3Б153У					3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1		0,4
О 136	Шлифовать поверхности: пов. 22 в размер $\phi 35^{+0,075}_{0,002}$.															
T 137	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.															
138																
A 139	XX XX XX 095 4151 Притирочная															
МК																

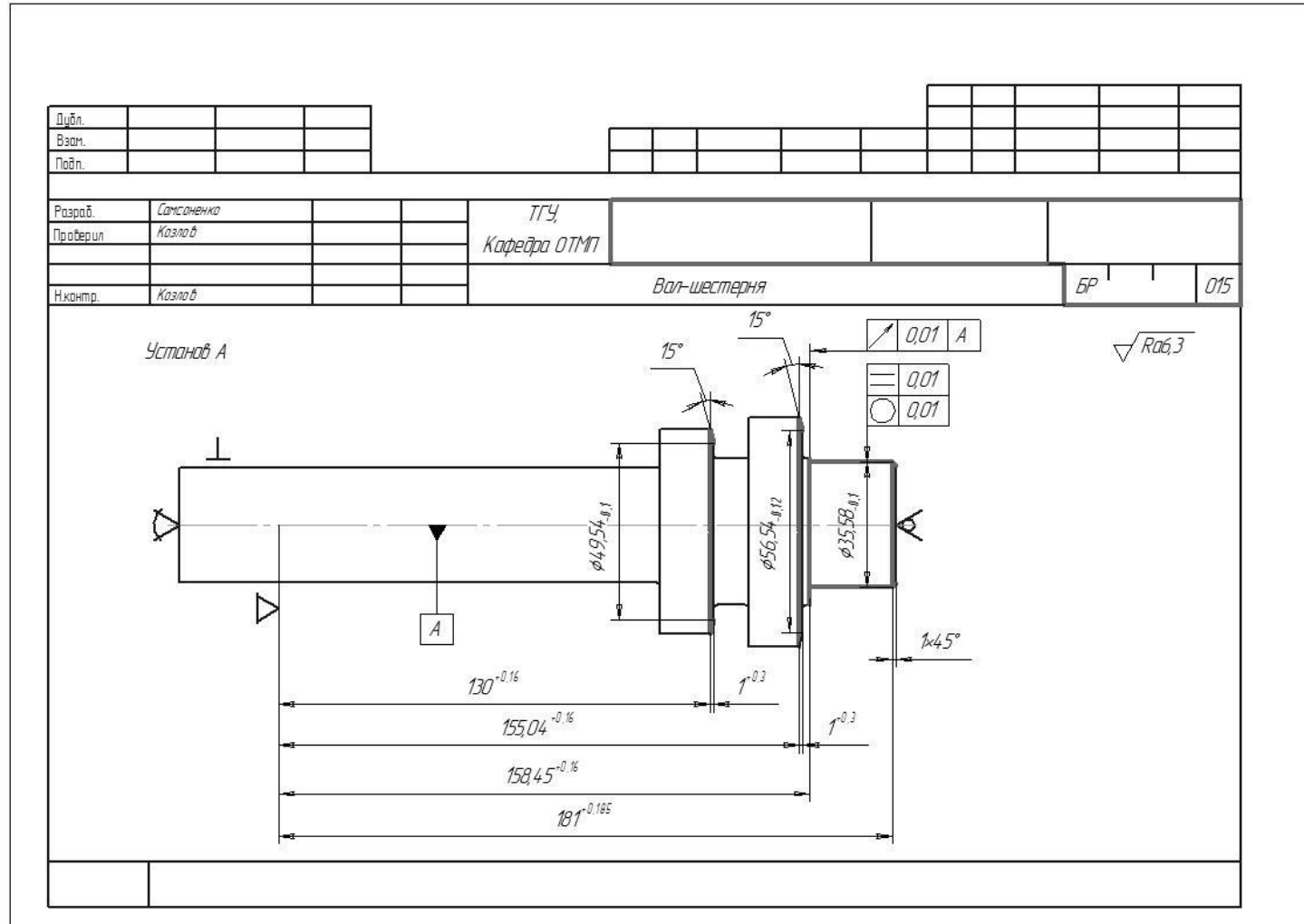
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз
Б 14.0	381562				Притирочный 5П722	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1	1,8
О 14.1	Притереть пов. 16 в размер 6-й степени точности														
Т 14.2	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 391810 Притир чугунный; 394300 Прибор измерительный														
Т 14.3	универсальный.														
14.4															
А 14.5	XX XX XX	100		4.151	Притирочная										
Б 14.6	381562				Притирочный 5П722	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1	1,25
О 14.7	Притереть пов. 13 в размер 6-й степени точности														
Т 14.8	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 391810 Притир чугунный; 394300 Прибор измерительный														
Т 14.9	универсальный.														
150															
А 151	XX XX XX	105			Моющая										
152															
153	XX XX XX	110			Контрольная										
154															
155															
156															
157															
158															
159															
160															
161															
162															
МК															

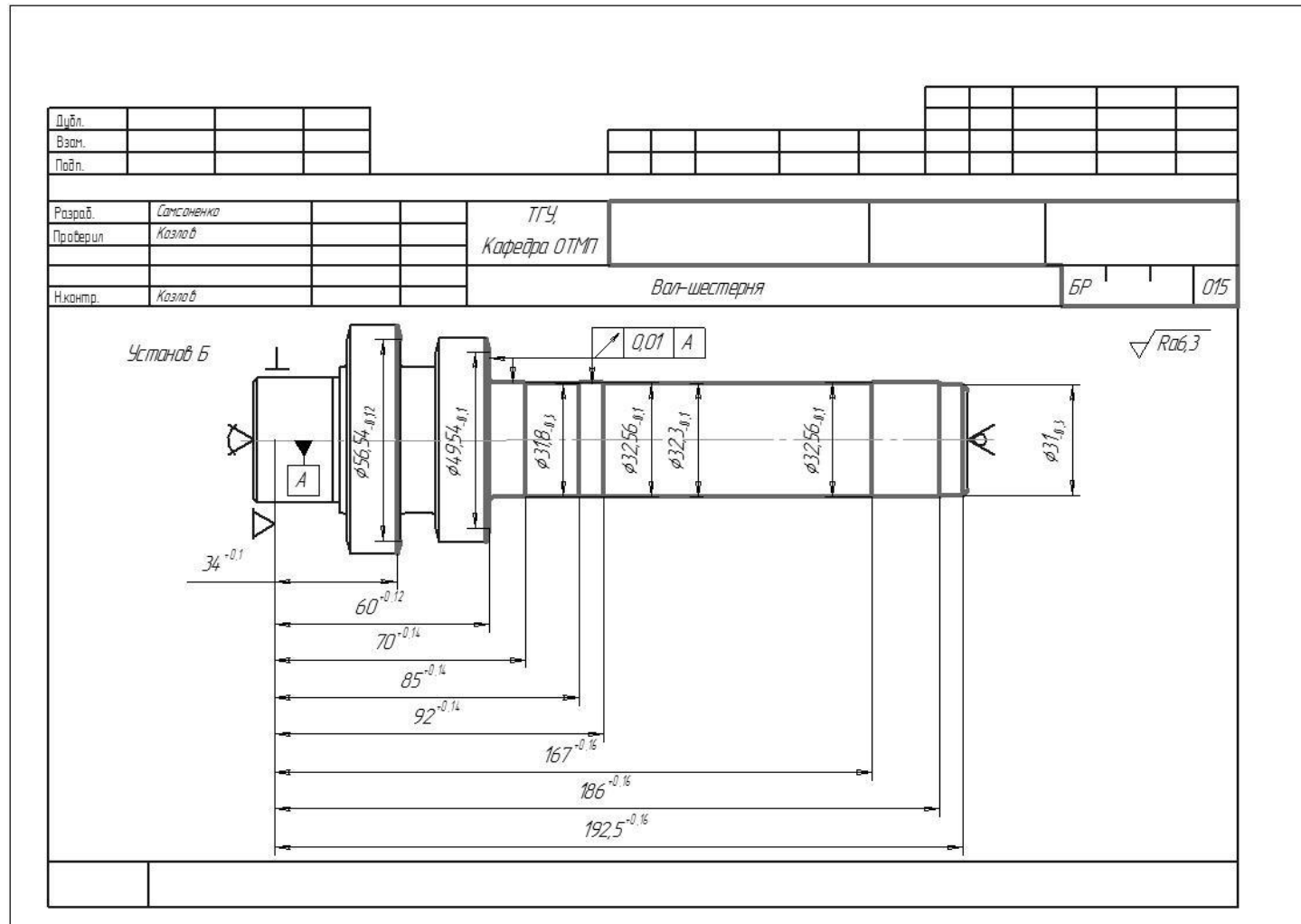
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2.116-82										Форма 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Самсоенко			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.	Козлов			Вал-шестерня						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Токарная		38Х2МЮА ГОСТ 4543-71		НВ 280	166	16	№60х203			21	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож					
16К20Ф3				0,76			0,95	Угринал-1					
		пи	о или в	L	t	i	s	p	v				
01	1. Установить заготовку												
Т.02	396171 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392101 Резец контурный ОСТ2И10.1-83 Т30К4; 392101Резец канавочный ОСТ 2И10.1-83 Т30К4; 393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.												
0.04	2. Точить последовательно поверхности: 17, 20, 34 выдерживая размеры согласно эскиза.												
Р.06		1			0,33		0,17	1900	209				
Р.06		2			0,49		0,17	1900	209				
07	3. Переустановить заготовку												
0.08	4. Точить последовательно поверхности и торцы: пов. 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 21, 22, 23.												
0.09	выдерживая размеры согласно эскиза.												
Р.12		1			0,39		0,17	1900	209				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2.118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Самсонова			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.	Козлов			Вал-шестерня						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Токарная		38Х2МЮА ГОСТ 4543-71		НВ 280	166	16	#60х203			21	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тпа	тип	слож					
16К20Ф3				0,76			0,95	Ужиднал-1					
		пи	о или в	L	t	i	s	п	v				
P ₁₁	2				0,39		0,17	1900	209				
T ₂	5. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2.118-82										Форма 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Самсонова			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.	Козлов			Вал-шестерня						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Зубофрезерная		38Х2МЮА ГОСТ 4543-71			НВ 280	166	16	#60х203			21	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			то	тв	тпа	тип	слож				
5306К					14			18	Угловая-1				
		пи	о или в	L	t	i	s	п	v				
01	1. Установить заготовку												
Т.02	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Фреза Р6М5 специальная.												
0.03	2. Фрезеровать пов. 15, 16 выдерживая размеры согласно эскиза.												
Р.04		1			4		2,5	250	40				
05	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
06													
07													
08													
09													
10													

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Лист			
									Лит.	Лист	Листов	
<i>Перв. примен.</i>												
						<u>Документация</u>						
					A1	23.БР.ОТМП.306.65.00.000СБ	Сборочный чертеж					
<u>Детали</u>												
					A4	1	23.БР.ОТМП.306.65.00.001	Втулка	1			
					A4	2	23.БР.ОТМП.306.65.00.002	Корпус	1			
					A4	3	23.БР.ОТМП.306.65.00.003	Корпус гидроцилиндра	1			
					A3	4	23.БР.ОТМП.306.65.00.004	Крышка	1			
					A4	5	23.БР.ОТМП.306.65.00.005	Палец ромбический	2			
					A3	6	23.БР.ОТМП.306.65.00.006	Пластики	4			
					A3	7	23.БР.ОТМП.306.65.00.007	Подставка	2			
					A3	8	23.БР.ОТМП.306.65.00.008	Ползушка	2			
					A3	9	23.БР.ОТМП.306.65.00.009	Поршень	1			
					A3	10	23.БР.ОТМП.306.65.00.010	Призма	2			
					A3	11	23.БР.ОТМП.306.65.00.011	Рычаг	2			
					A4	12	23.БР.ОТМП.306.65.00.012	Упор	1			
					A4	13	23.БР.ОТМП.306.65.00.013	Шпонка	2			
					A3	14	23.БР.ОТМП.306.65.00.014	Шток	1			
<u>Стандартные изделия</u>												
						15		Винт М8х15	8			
								ГОСТ 1172-68				
						16		Винт М10х25	2			
								ГОСТ 11725-68				
					23.БР.ОТМП.306.65.00.000							
					Тиски							
					самоцентрирующие							
					<i>Копировал</i>				<i>Формат А4</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				Лит.	Лист	Листов		
Разработ.		Самсогенко							1	2		
Проб.		Козлов						ТГУ, ИМ гр. ТМдп-1801б				
Н.контр.		Козлов										
Утв.		Логинов										

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	Лист	Лист	Листов
		<u>Документация</u>					
A1	23.БР.ОТМП.306.70.00.000СБ	Сборочный чертеж					
		<u>Детали</u>					
A3	1 23.БР.ОТМП.306.70.00.001	Державка	1				
A4	2 23.БР.ОТМП.306.70.00.002	Прихват	1				
A4	3 23.БР.ОТМП.306.70.00.003	Стружколом	1				
		<u>Стандартные изделия</u>					
	4	Винт М4х8 ГОСТ 11738-84	1				
	5	Винт М4х16 ГОСТ 17475-80	1				
	6	Пластина опорная ГОСТ 19086-80	1				
	7	Пластина режущая ГОСТ 19086-80	1				
23.БР.ОТМП.306.70.00.000							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Самсоненко						
Проб.	Козлов						
Н.контр.	Козлов						
Утв.	Логинов						
Резец токарный проходной					Лист	Лист	Листов
							1
					ТГУ, ИМ зр. ТМдп-18016		
Копировал					Формат А4		