



## Аннотация

Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологического процесса изготовления крышки редуктора ВХ-243, который позволит изготавливать детали заданного качества в необходимом количестве с минимальной стоимостью.

Работа состоит из пояснительной записки и графической части. Объем пояснительной записки 51 страница, объем графической части 7 листов формата А1. Пояснительная записка состоит из пяти основных разделов и приложений. Первый раздел рассматривает вопросы, связанные с анализом исходных данных задания и анализом типа производства. По результатам выполнения первого раздела формулируются задачи работы. Второй раздел рассматривает вопросы проектирования технологии изготовления детали, включая выбор и проектирование заготовки, разработку плана изготовления, выбор оборудования и технологической оснастки, проектирование операций технологического процесса. Третий раздел рассматривает вопросы совершенствования технологии исходя из ее анализа. Совершенствование технологического процесса проведено путем проектирования цангового патрона для сверлильной операции и токарного резца, что позволило добиться устранения выявленных технических недостатков. Четвертый раздел рассматривает вопросы обеспечения производственной, противопожарной и экологической безопасности выполнения технологического процесса. Для выявленных проблем предложены мероприятия по снижению их влияния и устранению. Пятый раздел рассматривает вопросы эффективности разработанного технологического процесса и предложенных для его модернизации мероприятий. По результатам выполнения раздела предлагаемый технологический процесс признан эффективным. В приложениях приведена технологическая документация на спроектированный технологический процесс и спецификации к сборочным чертежам цангового патрона и токарного резца.

## Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	5
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации ..	5
1.2 Анализ технологических показателей детали .....	6
1.3 Анализ типа производства.....	8
1.4 Задачи работы .....	9
2 Разработка технологии изготовления .....	11
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки .....	11
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	21
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	23
2.4 Проектирование операций технологического процесса .....	25
3 Разработка специальной технологической оснастки .....	29
3.1 Разработка цангового патрона .....	29
3.2 Разработка токарного резца.....	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	36
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта .....	36
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	37
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	39
4.4 Обеспечение экологической безопасности технического объекта .....	41
5 Экономическая эффективность работы .....	43
Заключение .....	47
Приложение А Технологическая документация.....	52
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам .....	61

## **Введение**

Автоматические ворота применяются в различных сферах деятельности. От домашних хозяйств до крупных промышленных предприятий. Это обусловлено удобством их использования, компактностью конструкции и возможностью организации бесконтактного пропускного режима.

Основным элементом всех типов ворот является привод, который состоит из электродвигателя, редуктора и исполнительного механизма. Особенностью использования приводов является цикличность их работы. Привод работает в течение коротких промежутков времени, при этом сначала направление движения в одну сторону, а затем оно меняется в другую, то есть открытие и закрытие. Количество таких циклов в течение короткого промежутка времени зависит от области применения ворот. Существенное влияние на характеристики привода оказывают внешние условия, в том числе температурный режим эксплуатации. В связи с этим к приводам и всем деталям, входящим в их конструкцию предъявляются серьезные требования по надежности. Обеспечение данных требований закладывается конструктором и обеспечивается на стадии изготовления деталей входящих в привод. В ходе изготовления также необходимо обеспечить выпуск всей производственной программы и минимизировать затраты на изготовление, что особенно важно в условиях жесткой конкуренции на данном рынке. Рассматриваемая в данной работе крышка является частью редуктора привода, рассчитанного на вес ворот до 300 кг, работающих в условиях, как закрытых помещений, так и вне помещений.

Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологического процесса изготовления крышки редуктора ВХ-243, который позволит изготавливать детали заданного качества в необходимом количестве с минимальной стоимостью.

## **1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных**

### **1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации**

Функциональным назначением крышки является обеспечение герметичного закрытия редуктора и установка в ней подшипниковой опоры входного вала, соединяющего редуктор с электродвигателем. Установка крышки в корпусе редуктора производится по посадочной шейке. После чего крышка крепится винтами к корпусу редуктора. Подшипник устанавливается в центральное отверстие крышки по посадке.

Эксплуатация крышки может происходить в различных условиях в зависимости от области применения редуктора. Возможна эксплуатация в условиях производственных помещений и на открытом воздухе. При эксплуатации в условиях производственных помещений возможно воздействие таких производственных факторов, как повышенная температура, производственная пыль, технические жидкости. При эксплуатации вне производственных помещений возможно воздействие влаги, грязи и пыли. Воздействие данных факторов вместе и по отдельности может привести к возникновению коррозии и повышенному износу поверхностей соприкасающихся с подвижными частями редуктора. Эксплуатационные нагрузки, исходя из служебного назначения крышки, незначительные и не могут привести к повреждению или разрушению крышки. Сильное воздействие на крышку может оказывать температурный режим работы. Это связано с тем, что редуктор может работать вне производственных помещений в условиях температур, как повышенных, так и пониженных, а также при резком перепаде температурного режима. Это может привести к повреждению детали и выходе ее из строя.

Проведенный анализ показал, что функциональное назначение крышки является типовым для деталей данного класса. Условия эксплуатации

крышки достаточно жесткие и для ее изготовления необходимо подобрать соответствующий данным условиям материал и определить необходимую точность размеров.

## **1.2 Анализ технологических показателей детали**

К технологическим показателям детали относятся: технологичность материала детали, технологичность конструкции детали и технологичность ее изготовления. Анализ технологичности по данным критериям проведем по рекомендациям [24].

Технологичность материала зависит от его свойств и химического состава. Деталь изготавливается из легированной стали 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71. «Химический состав стали: 0,09-0,16% углерода, 1,25-1,65% хрома, 3,26-3,65% никеля, 0,3-0,6% марганца, 0,17-0,37% кремния, 0,3% меди и другие элементы, такие как сера и фосфор содержание которых не превышает 0,025%» [25]. «Механические свойства: предел прочности при растяжении 650 МПа, твердость по шкале Бринелля от 230 до 260 единиц» [25]. Такие характеристики позволяют обеспечить работоспособность детали и хорошую обрабатываемость методами механической обработки. Заготовку детали с данными характеристиками материала целесообразнее всего получать одним из методов штамповки, так как данный материал имеет хорошие свойства для проведения пластического деформирования.

Технологичность конструкции детали зависит от конфигурации ее поверхностей, точности их выполнения и характеристик поверхностного слоя. Конфигурация поверхностей детали простая. Большая часть поверхностей представляет собой плоскости и поверхности вращения. Поверхности образуют ступенчатый контур как снаружи, так внутри. Размеры детали соответствуют нормальному ряду чисел. Точность размеров принята в соответствии со служебным назначением поверхностей детали. Количество точных поверхностей относительно не велико, а их

расположение не потребует применения специальных методов обработки. Характеристики поверхностного слоя поверхностей детали, прежде всего шероховатость, соответствуют служебному назначению данных поверхностей. Из проведенного анализа следует. Для изготовления детали можно применять стандартные методы обработки и типовые маршруты. Применения специального режущего инструмента не требуется. Контроль размеров может быть осуществлен при помощи стандартных контрольных средств.

Технологичность изготовления детали зависит от возможности использования типовых схем базирования, соблюдения принципов единства и постоянства баз, используемого оборудования, технологической оснастки и режущего инструмента. В данном случае требования по обеспечению основных принципов базирования детали на операциях и применения для этого типовых схем базирования выполняется. В качестве оборудования можно использовать универсальное оборудование и оборудование оснащенное системами числового программного управления. Это обеспечит возможность применения современного высокопроизводительного оборудования с возможностью быстрой переналадки, что существенно снизит затраты на изготовление детали. Средства технологического оснащения могут быть применены универсальные, универсально-сборные с широким диапазоном регулировок, возможностью механизации основных рабочих движений. Возможно применение специальных средств технологического оснащения, но для этого требуется экономическое обоснование. Режущий инструмент может быть применен универсальный и стандартизированный с использованием режущих пластин из твердосплавных, керамических и других современных инструментальных материалов обладающих улучшенными характеристиками. Возможно применение специального режущего инструмента, но для этого требуется экономическое обоснование.

Исходя из представленной оценки крышки на технологичность, следует

сделать вывод о том, что деталь отвечает требованиям по всем трем группам критериев и ее следует признать технологичной. Полученные в ходе проведения анализа рекомендации следует использовать в дальнейшем при проектировании технологии изготовления крышки.

### **1.3 Анализ типа производства**

Анализ типа производства возможен только после определения его серийности. Для этого необходимо знать либо коэффициент закрепления операций, либо годовую программу выпуска деталей и ее массу. Первый способ определения серийности производства в данном случае не возможен, так как отсутствуют данные по всей номенклатуре изделий. Поэтому применим второй способ. В соответствии с данными [11] тип производства среднесерийный.

Проведем анализ характеристик данного типа производства [3].

Технологический процесс проектируется на основе типовых технологических процессов, что позволяет сократить время проектирования и повысить его качество. Организация технологического процесса предпочтительна последовательная, но в обоснованных случаях допускаются и другие виды организации. Маршрут обработки основан на экстенсивном принципе формирования, что обосновано необходимостью использования оборудования для выпуска других деталей номенклатуры производства.

Предпочтительными методами получения заготовки детали с учетом марки материала являются методы штамповки. При этом припуски на получение заготовки определяются исходя из требуемой точности обработки. Припуски для точных поверхностей рассчитываются с использованием расчетно-аналитического метода, а для менее ответственных поверхностей припуски определяются на основе статистического метода. Такое решение позволит получить приемлемую точность определения припусков для всех поверхностей без существенных временных затрат. Расчет параметров



заготовки и ее проектирование осуществляется согласно нормам в соответствии со стандартами.

Проектирование технологических операций осуществляется с применением эмпирических формул для определения режимов резания и статистического метода нормирования. Точность размеров достигается методом работы на настроенном оборудовании в сочетании с системами активного контроля на финишных операциях. Оборудование используется универсальное и специализированное. Желательно применение в оборудовании систем числового программного управления. Станочная оснастка применяется универсальная с возможностью быстрой переналадки и механизацией закрепления. Режущие инструменты применяются универсальные. В обоснованных случаях специальные. Оформление технологического процесса выполняется в маршрутно-операционной форме.

Технологические участки формируются по группам станков в зависимости от вида выполняемых ими работ, а также типов и размеров. Настройка оборудования производится наладчиками высокой квалификации.

#### **1.4 Задачи работы**

Сформулируем задачи, которые необходимо решить в ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы исходя из данных полученных в ходе проведенного выше анализа. Все задачи разобьем на группы для удобства их решения.

В первую группу отнесем задачи связанные с рассмотрением вопросов проектирования технологии изготовления детали, включая выбор и проектирование заготовки, разработку плана изготовления, выбор оборудования и технологической оснастки, проектирование операций технологического процесса.

Во вторую группу отнесем задачи совершенствования технологии исходя из ее анализа. Совершенствование технологического процесса

необходимо провести путем проектирования специальных средств оснащения и режущего инструмента, что позволило добиться устранения выявленных технических недостатков проектируемой технологии.

В третью группу отнесем задачи обеспечения производственной, противопожарной и экологической безопасности выполнения технологического процесса. Для выявленных проблем предложим мероприятия по снижению их влияния и устранению.

В четвертую группу отнесем задачи эффективности разработанного технологического процесса и предложенных для его модернизации мероприятий. Результаты решения данной группы задач станут показателем эффективности предлагаемого технологического процесса.

Выполнение данного раздела позволило рассмотреть вопросы, связанные с анализом исходных данных задания и анализом типа производства. По результатам выполнения первого раздела сформулированы задачи работы, решение которых необходимо для достижения ее цели.

## 2 Разработка технологии изготовления

### 2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

Из анализа материала детали на технологичность и анализа типа производства следует, что заготовку детали с данными характеристиками материала целесообразнее всего получать одним из методов штамповки. Анализ литературы [10] показал, что для детали данной формы в среднесерийном типе производства наиболее подходящими являются штамповка на горизонтально-ковочной машине и штамповка в закрытых штампах на молоте. Выбор конкретного метода производится из условия обеспечения минимума технологической себестоимости изготовления детали из рассматриваемой заготовки по методике [5]. «Расчет технологической себестоимости производится по формуле:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot (Q - q) - C_{ОТХ} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где  $C_{ЗАГ}$  – приведенные затраты метода получения заготовки, руб.;

$C_{МЕХ}$  – приведенные затраты на снятие стружки, руб.;

$C_{ОТХ}$  – цена одного кг стружки, руб.;

$Q$  – масса заготовки, кг;

$q$  – масса детали, кг» [5].

«Определение приведенных затрат метода получения заготовки производится по формуле:

$$C_{ЗАГ i} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (2)$$

где  $C_{ШТ}$  – базовая стоимость получения одного кг заготовок рассматриваемым методом, руб.;

$h_T$  – коэффициент, характеризующий точность метода штамповки;

$h_C$  – коэффициент, характеризующий сложности метода штамповки;

$h_B$  – коэффициент, характеризующий массу заготовки полученной данным методом штамповки;

$h_M$  – коэффициент, характеризующий марку материала;

$h_{\Pi}$  – коэффициент, характеризующий годовую программу выпуска;

$i$  – индекс метода получения заготовки» [5].

Принимаем при проведении расчетов индекс метода получения заготовки 1 для штамповки в закрытых штампах на молоте и 2 для штамповки на горизонтально-ковочной машине.

$$C_{ЗАГ\ 1} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 33,04 \text{ р.}$$

$$C_{ЗАГ\ 2} = 29,96 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 31,46 \text{ р}$$

Масса заготовки определяется по упрощенной формуле, учитывающей особенности метода получения заготовки и формы детали:

$$\langle Q_i = q \cdot K_p, \tag{3}$$

где  $K_p$  – коэффициент, зависящий от метода получения заготовки и геометрических особенностей детали» [5].

«Масса детали определяется по формуле:

$$q = V \cdot \rho, \tag{4}$$

где  $V$  – коэффициент, учитывающий особенности метода получения и формы заготовки,  $\text{см}^3$ ;

$\rho$  – плотность материала детали,  $\text{кг/см}^3$ » [5].

$$q = \left(\frac{\pi}{4}\right) (0,194^2 \cdot 0,005 + 0,175^2 \cdot 0,013 + 0,14^2 \cdot 0,009 + 0,105^2 \times$$

$$\times 0,046 - 0,088^2 \cdot 0,060 - 0,032^2 \cdot 0,02 + 0,044^2 \cdot 0,012) \cdot 0,785 =$$

$$= 4,97 \text{ кг.}$$

Рассчитываем массу заготовок.

$$Q_1 = 4,97 \cdot 1,7 = 8,45 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 4,97 \cdot 1,6 = 7,95 \text{ кг.}$$

«Приведенные затраты на снятие стружки определяются по формуле:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (5)$$

где  $C_C$  – текущие затраты на снятие одного кг стружки, руб.;

$C_K$  – капитальные вложения на снятие одного кг стружки, руб.;

$E_H$  – коэффициент, характеризующий эффективности капитальных вложений» [5].

$$C_{\text{МЕХ } 1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ р.}$$

Имея все необходимые данные по формуле (1) рассчитываем технологическую себестоимость для каждого варианта получения заготовки.

$$C_{T1} = 33,04 \cdot 4,97 + 4,6 \cdot (8,45 - 4,97) - 1,4 \cdot (8,45 - 4,97) = 175,35 \text{ р.}$$

$$C_{T2} = 31,46 \cdot 4,97 + 4,6 \cdot (7,95 - 4,97) - 1,4 \cdot (7,95 - 4,97) = 165,9 \text{ р.}$$

Из представленных расчетов можно сделать вывод о том, что следует принять в качестве метода получения заготовки штамповку на горизонтально-ковочной машине. Дальнейшее проектирование заготовки будем выполнять для данного метода.

Заготовку будем проектировать по методике [5]. Согласно данной методике проектирование заготовки выполняется в следующей последовательности. Сначала определяются маршруты обработки поверхностей. На основании данных маршрутов определяются припуски на обработку поверхностей. Затем определяются характеристики заготовки, напуски и допуски на размеры. Имея все расчетные данные, выполняется рабочий чертеж заготовки. В соответствии с данным алгоритмом проведем

проектирование заготовки для крышки.

Определение маршрутов обработки поверхностей выполним с использованием методики и данных [13]. Суть данной методики заключается в следующем. Для достижения определенного сочетания точности и шероховатости поверхности используются различные методы обработки, при этом сочетание данных методов для достижения одних и тех же параметров может быть различным. Если имеется несколько возможных маршрутов обработки, то выбор в пользу одного из них производится исходя из условия обеспечения минимума суммарного коэффициента относительной трудоемкости. В результате получается оптимальный маршрут обработки поверхности. Составление маршрута обработки начинаем с того, что каждой поверхности присваиваем свой уникальный номер. Результаты выполнения данной процедуры представлены на рисунке 1.

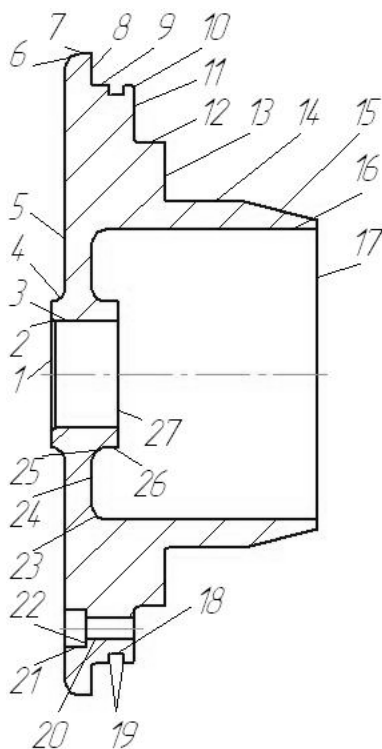


Рисунок 1 – Кодирование поверхностей детали

Далее представлены маршруты обработки поверхностей

рассматриваемой детали.

Маршрут обработки поверхностей 1, 8 с требуемыми параметрами точность 12 квалитет, шероховатость  $Ra$  1,6 мкм: черновое точение, чистовое точение, термическая обработка, черновое шлифование, чистовое шлифование.

Маршрут обработки поверхностей 2, 10 с требуемыми параметрами точность 12 квалитет, шероховатость  $Ra$  12,5 мкм: чистовое точение, термическая обработка.

Маршрут обработки поверхностей 3, 9 с требуемыми параметрами точность 7 квалитет, шероховатость  $Ra$  1,25 мкм: черновое точение, чистовое точение, термическая обработка, черновое шлифование, чистовое шлифование.

Маршрут обработки поверхностей 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 23, 24, 25, 26, 27 с требуемыми параметрами точность 12 квалитет, шероховатость  $Ra$  12,5 мкм: черновое точение, термическая обработка.

Маршрут обработки поверхности 14 с требуемыми параметрами точность 7 квалитет, шероховатость  $Ra$  0,32 мкм: черновое точение, чистовое точение, термическая обработка, черновое шлифование, чистовое шлифование, полирование.

Маршрут обработки поверхности 17 с требуемыми параметрами точность 12 квалитет, шероховатость  $Ra$  12,5 мкм и являющейся при этом чистовой технологической базой: черновое точение, чистовое точение, термическая обработка, черновое шлифование, чистовое шлифование.

Маршрут обработки поверхности 18 с требуемыми параметрами точность 8 квалитет, шероховатость  $Ra$  3,2 мкм: черновое точение, чистовое точение, термическая обработка, черновое шлифование.

Маршрут обработки поверхности 20 с требуемыми параметрами точность 12 квалитет, шероховатость  $Ra$  12,5 мкм: сверление, термическая обработка.

Маршрут обработки поверхностей 21, 22 с требуемыми параметрами точность 12 квалитет, шероховатость  $Ra$  12,5 мкм: зенкерование, термическая обработка.

Следующим этапом проектирования заготовки в соответствии с принятой методикой является расчет припусков на обработку. В соответствии с анализом типа производства припуски на получение заготовки определяются исходя из требуемой точности обработки. Припуски для точных поверхностей рассчитываются с использованием расчетно-аналитического метода, а для менее ответственных поверхностей припуски определяются на основе статистического метода. На поверхность диаметром  $32H7(+0,025)$  расчет припуска целесообразно проводить с применением расчетно-аналитической методики [22].

«Значения минимальных припусков по переходам определяется по формуле:

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

где  $a_{i-1}$  – глубина дефектного слоя после выполнения предыдущего перехода, мм;  
 $\Delta_{i-1}$  – величина суммарных пространственных отклонений поверхности на предыдущем переходе, мм;  
 $\varepsilon_i$  – величина погрешности установки заготовки на текущем переходе, мм» [22].

Расчет на первый переход не выполняется, так как отверстие сверлится в сплошном материале.

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,100 + \sqrt{0,060^2 + 0,020^2} = 0,163 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{то} + \sqrt{\Delta_{то}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,016^2 + 0,060^2} = 0,421 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,090^2 + 0,020^2} = 0,242 \text{ мм.}$$



«Значения максимальных припусков по переходам определяется по формуле:

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

где  $TD_i$  – операционный допуск размера текущего перехода, мм;

$TD_{i-1}$  – операционный допуск размера предыдущего перехода, мм» [22].

$$z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,163 + 0,5 \cdot (0,250 + 0,025) = 0,226 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (TD_{T0} + TD_3) = 0,421 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,039) = 0,460 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (TD_3 + TD_4) = 0,242 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,025) = 0,274 \text{ мм.}$$

«Значения средних припусков по переходам определяется по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \text{» [22]}$$

$$z_{cp2} = 0,5(z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5(0,226 + 0,163) = 0,195 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5(z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5(0,460 + 0,421) = 0,441 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5(z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5(0,274 + 0,242) = 0,258 \text{ мм.}$$

Используя полученные значения припусков на обработку, рассчитываются операционные размеры.

«Максимальные операционные размеры рассчитываются с использованием формулы:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i \max} - 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9) \text{» [22]}$$

«Минимальные операционные размеры рассчитываются с

использованием формулы:

$$D_{(i-1)min} = D_{(i-1)max} - TD_{i-1}. \quad (10)» [22]$$

«Средние операционные размеры рассчитываются с использованием формулы:

$$D_{i\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{i\text{ max}} + D_{i\text{ min}}). \quad (11)» [22]$$

В виду наличия в технологическом процессе термической операции, необходимо учесть изменение максимального диаметра на последующем переходе, что объясняется особенностью изменения структуры материала при термической обработке. «Максимальный операционный размер рассчитывается по формуле:

$$D_{(i-1)max} = D_{\text{то max}} \cdot 0,999. \quad (12)» [22]$$

Проводим соответствующие расчеты.

$$D_{4\text{ max}} = 32,025 \text{ мм.}$$

$$D_{4\text{ min}} = 32,000 \text{ мм.}$$

$$D_{4\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{4\text{ max}} + D_{4\text{ min}}) = 0,5 \cdot (32,025 + 32,000) = 32,012 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ max}} = D_{4\text{ max}} - 2 \cdot z_{4\text{ min}} = 32,025 - 2 \cdot 0,242 = 31,580 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ min}} = D_{3\text{ max}} - TD_3 = 31,580 - 0,039 = 31,541 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{3\text{ max}} + D_{3\text{ min}}) = 0,5 \cdot (31,580 + 31,541) = 31,561 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{то max}} = D_{3\text{ max}} - 2 \cdot z_{3\text{ min}} = 30,738 - 2 \cdot 0,421 = 30,738 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{то min}} = D_{\text{то max}} - TD_3 = 30,738 - 0,039 = 30,699 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} D_{\text{то ср}} &= 0,5 \cdot (D_{\text{то max}} + D_{\text{то min}}) = 0,5 \cdot (30,738 + 30,699) = \\ &= 30,719 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$D_{2\text{ max}} = D_{\text{то max}} \cdot 0,999 = 30,738 \cdot 0,999 = 30,701 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \min} = D_{2 \max} - TD_2 = 30,701 - 0,250 = 30,451 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (30,701 + 30,451) = 30,576 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \max} = D_{2 \max} - 2 \cdot z_{2 \min} = 30,701 - 2 \cdot 0,125 = 30,449 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \min} = D_{1 \max} - TD_1 = 30,449 - 0,100 = 30,349 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (30,449 + 30,349) = 30,399 \text{ мм.}$$

«Значение минимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{\min} = D_{4 \max} - D_{1 \min}. \quad (13) \gg [22]$$

$$2z_{\min} = 35,025 - 30,349 = 4,676 \text{ мм.}$$

«Значение максимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + TD_1 + TD_4. \quad (14) \gg [22]$$

$$2z_{\max} = 4,676 + 0,100 + 0,025 = 4,801 \text{ мм.}$$

«Значение среднего общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (2z_{\min} + 2z_{\max}). \quad (15) \gg [22]$$

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (4,676 + 4,801) = 4,739 \text{ мм.}$$

Как отмечалось ранее, для менее ответственных поверхностей припуски определяются на основе статистического метода [20]. Согласно данной методике значение минимального припуска определяется по статистическим таблицам исходя из требуемой точности и шероховатости поверхности с учетом реализуемого метода обработки. Максимальный припуск рассчитывается по формуле (7). Результаты определения припусков при помощи данной методики приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Припуски на обработку поверхностей

Поверхность	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1	1	1,6	3,575
	2	0,7	0,945
	3	0,4	0,499
	4	0,1	0,192
8	1	2,2	3,89
	2	1,0	1,125
	3	0,5	0,549
	4	0,2	0,227
9	1	2,8	5,264
	2	0,3	0,58
	3	0,17	0,282
	4	0,06	0,112
14	1	2,3	4,475
	2	0,3	0,545
	3	0,2	0,299
	4	0,06	0,106
	5	0,007	0,010
17	1	1,8	3,775
	2	0,8	1,045
	3	0,4	0,499
18	1	2,8	5,264
	2	0,3	0,58
	3	0,17	0,282

Следующим после определения припусков на обработку этапом идет определение характеристик заготовки, напусков и допусков на размеры. «Заготовка имеет следующие исходные параметры: класс точности Т4, группа стали М3, степень сложности С2, исходный индекс И16. Напуски: штамповочные уклоны наружные 5°, внутренние 7°, радиусы скруглений 4 мм, допустимые значения остаточного обля не более 1,0 мм, concentricность отверстий 1,0 мм, плоскостность торцов 0,8 мм» [7]. Допуски на размеры заготовки определяем по исходному индексу и указываем на чертеже заготовки.

Формируем контур заготовки путем прибавления к контуру детали величин суммарных припусков на обработку и напусков. Предполагаемый контур заготовки представлен на рисунке 2.

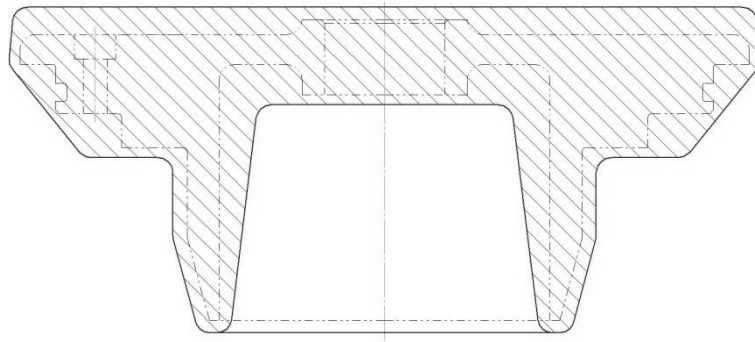


Рисунок 2 – Контур заготовки

Рабочий чертеж заготовки приведен в графической части работы.

## 2.2 Разработка плана изготовления детали

План изготовления детали представляет собой графический документ, в котором отражена следующая информация. Маршрут обработки детали, эскизы выполнения операций, схемы базирования, операционные размеры и технические требования на операции.

Формирование маршрута обработки задача многовариантная и имеющая различные решения в условиях различных типов производств. Поэтому выполним ее решение, основываясь на рекомендациях для среднесерийного типа производства [14]. В соответствии с ними для формирования маршрута изготовления детали используются типовые технологические маршруты [2, 19]. Проектирование производится следующим образом. Типовой маршрут анализируется на избыточность и недостаточность, то есть все лишние операции исключаются, а недостающие включаются в маршрут изготовления детали. Формирование отдельных операций производится путем объединения в одну операцию поверхностей с одинаковыми методами с учетом особенностей формы детали. С учетом вышесказанного маршрут изготовления крышки выглядит следующим образом.

Операция 005 Токарная содержит обработку поверхностей 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 23, 24, 25, 26, 27.

Операция 010 Токарная содержит обработку поверхностей 1, 4, 5, 6, 7.

Операция 015 Сверлильная содержит обработку поверхностей 3, 20, 21, 22.

Операция 020 Токарная содержит обработку поверхностей 8, 9, 10, 14, 17, 18, 19.

Операция 025 Токарная содержит обработку поверхностей 1, 2, 3.

Операция 030 Термическая включает закалку и отпуск всех поверхностей.

Операция 035 Шлифовальная содержит обработку поверхностей 1, 3.

Операция 040 Шлифовальная содержит обработку поверхности 17.

Операция 045 Шлифовальная содержит обработку поверхности 18.

Операция 050 Шлифовальная содержит обработку поверхности 14.

Операция 055 Шлифовальная содержит обработку поверхностей 8, 9.

Операция 060 Шлифовальная содержит обработку поверхностей 1, 3.

Операция 065 Шлифовальная содержит обработку поверхностей 14.

Операция 070 Шлифовальная содержит обработку поверхностей 8, 9.

Операция 075 Полировальная содержит обработку поверхности 14.

Операция 080 Моечная включает мойку и сушку всех поверхностей.

Операция 085 Контрольная содержит комплексный контроль всех поверхностей.

В соответствии с полученным набором обрабатываемых поверхностей выполняются операционные эскизы, на которых выделяются данные обрабатываемые поверхности, наносится схема базирования и операционные размеры. Схемы базирования разрабатываются с учетом требований по обеспечению основных принципов базирования детали на операциях и применения для этого типовых схем базирования. Операционные размеры рассчитываются с учетом определенных ранее припусков на обработку. Технические требования на выполнение операций назначаются исходя из

реализуемого метода обработки на основе статистических данных по достижимой точности обработки. Информацию о схемах базирования, расчете операционных размеров и определении технических требований можно найти в литературе [18]. Результаты проектирования плана изготовления в виде соответствующего графического документа приведены в графической части работы.

### **2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки**

При выборе оборудования необходимо придерживаться следующих рекомендаций. Необходимо использовать современное высокопроизводительное оборудование с возможностью быстрой переналадки. Предпочтение следует отдавать универсальному оборудованию и оборудованию оснащеному системами числового программного управления, что существенно снизит затраты на изготовление детали. Оборудование должно соответствовать габаритам изготавливаемого изделия, обеспечивать выполнение режимов резания и иметь необходимую мощность.

При выборе средств технологического оснащения необходимо отдавать предпочтение оснастке универсальной, универсально-сборной с широким диапазоном регулировок, возможностью механизации основных рабочих движений. Возможно применение специальных средств технологического оснащения, но для этого требуется экономическое обоснование.

При выборе режущего инструмента предпочтительным является применение инструмента универсального и стандартизированного с использованием режущих пластин из твердосплавных, керамических и других современных инструментальных материалов обладающих улучшенными характеристиками. Возможно применение специального режущего инструмента, но для этого требуется экономическое обоснование. Режущий инструмент должен отвечать требованиям по точности обрабатываемых размеров, обладать необходимой стойкостью, иметь

возможность быстрой переналадки.

При выборе контрольных средств предпочтительным является применение универсальных средств контроля, способных выдавать информацию в абсолютных величинах, желательно в цифровом виде, что облегчит ее дальнейшую обработку и использование в системах контроля качества.

Выбор моделей оборудования и типоразмеров технологической оснастки производим по данным литературы [4, 8, 16, 23]. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Оборудование и средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Режущий инструмент	Станочные приспособления	Средства контроля
005 Токарная	токарный 16K20Ф3	резец ГОСТ 18879-73, резец ГОСТ 18879-73, резец специальный	патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	штангенциркуль ГОСТ 166-89, нутромер ГОСТ 10-88
010 Токарная	токарный 16K20Ф3	резец специальный	патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	штангенциркуль ГОСТ 166-89
015 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2С125Ф2	сверло Ø28 ГОСТ 4010-77, сверло-зенковка специальное	оправка цанговая	нутромер ГОСТ 10-88, калибр
020 Токарная	токарный 16K20Ф3	резец специальный, резец ГОСТ 18879-73	оправка цанговая	скоба ГОСТ 11098-75
025 Токарная	токарный 16K20Ф3	резец ГОСТ 18879-73, резец ГОСТ 18879-73,	патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	нутромер ГОСТ 10-88
030 Термическая	–	–	–	–
035 Шлифовальная	внутришлифовальный 3К228	круг шлифовальный 23А80К6V30м/с2А, круг шлифовальный 23А60К7V30м/с2А	патрон цанговый	нутромер ГОСТ 10-88
040 Шлифовальная	внутришлифовальный 3К228	круг шлифовальный 23А80К6V30м/с2А -	оправка цанговая	скоба ГОСТ 11098-75
045 Шлифовальная	круглошлифовальный 3Е153	круг шлифовальный 23А46L6V8 30м/с1А	оправка цанговая	скоба ГОСТ 11098-75



## Продолжение таблицы 2

Операция	Оборудование	Режущий инструмент	Станочные приспособления	Средства контроля
050 Шлифовальная	круглошлифовальный 3Е153	круг шлифовальный 23А46К7V6 30м/с1А	оправка цанговая	скоба ГОСТ 11098-75
055 Шлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	круг шлифовальный 23А46К7V6 30м/с1А	оправка цанговая	скоба ГОСТ 11098-75
060 Шлифовальная	внутришлифовальный 3К228	круг шлифовальный 24А90К7V30м/с1А, круг шлифовальный 24А80К7V30м/с1А	патрон цанговый	нутромер ГОСТ 10-88
065 Шлифовальная	круглошлифовальный 3Е153	круг шлифовальный 24А80К7V6 30м/с1А	оправка цанговая	скоба ГОСТ 11098-75
070 Шлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	круг шлифовальный 24А80К6V6 30м/с1А	оправка цанговая	скоба ГОСТ 11098-75
075 Полировальная	полировальный ДШ-88	полировальная лента KLX808 (пробка + SiC) P-400	оправка цанговая	скоба ГОСТ 11098-75

Данные представленные в таблице 2 заносятся в технологическую документацию, оформляемую в виде маршрутной карты и операционных карт (приложение А), а также используются при разработке плана изготовления детали и проектировании технологических операций.

### 2.4 Проектирование операций технологического процесса

Операции технологического процесса проектируются по следующему алгоритму [18]. Определяется структура операции с учетом выбранного оборудования. Выбирается схема базирования и технологическая оснастка для ее реализации. Выбираются режущий инструмент и средства контроля. Затем рассчитываются операционные размеры. Определяются режимы резания.

Из всех перечисленных в данном алгоритме этапов не выполнен только последний. Для его выполнения в соответствии с типом производства

применяются эмпирические формулы для определения режимов резания [21] и статистического метода для нормирования [15].

«Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (16)$$

где  $C_V$  – постоянная определяемая видом обработки;

$K_V$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

$T$  – период стойкости инструмента, мин;

$t$  – глубина резания, мм.;

$S$  – подача, мм/об;

$m, x, y$  – показатели степеней, учитывающие условия резания» [21].

«Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (17)$$

где  $D$  – диаметр обработки, мм» [21].

«Частота вращения уточняется по паспорту станка, и скорость пересчитывается по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}. \quad (18) \text{ » [21].}$$

Нормирование технологических операций заключается в определении штучно-калькуляционного времени на ее выполнение с использованием формулы:

$$\langle T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3}, \quad (19)$$

где  $T_{\text{шт}}$  – штучное время выполнения операции, мин;

$T_{п-з}$  – подготовительно–заключительное время выполнения операции, мин;

$n_3$  – размер партии деталей, шт» [15].

«Штучное время рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{п} \quad (20)$$

где  $T_o$  – основное время выполнения операции, мин;

$T_v$  – вспомогательное время выполнения операции, мин;

$T_{обс}$  – время на обслуживание, мин;

$T_{п}$  – время на личные потребности, мин» [15].

«Основное время на обработку по формуле:

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{S \cdot n}, \quad (21)$$

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

$S$  – подача, мм/об» [18].

«Длина рабочего хода инструмента для каждого перехода операции по формуле:

$$L_{р.х.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (22)$$

где  $l_1$  – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$  – длина резания, мм.;

$l_2$  – длина перебега, мм» [15].

Результаты определения режимов резания и нормирования операций технологического процесса представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты определения режимов резания и нормирования

Номер операции	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Принятая частота вращения, об/мин	Длина обработки, мм	Основное время, мин	Штучно-калькуляционное время, мин
005	1	0,6	219	360	110	0,86	3,65
	2	0,6	257	930	72	0,65	
	3	0,1	263	930	50	1,36	
010	1	0,6	219	360	105	0,97	1,77
015	1	0,5	21	200	24	0,24	1,36
	2	0,15	19	960	24	0,5	
020	1	0,3	346	630	22	0,12	0,54
	2	0,15	338	630	4	0,04	
025	1	0,3	367	1200	22	0,07	0,48
	2	0,3	358	1200	10	0,03	
035	1	0,014	30	360	7	0,87	1,84
	2	0,010	40	360	0,905	0,35	
040	1	0,014	25	360	4	0,46	1,08
045	1	0,010	40	360	0,982	0,27	0,89
050	1	0,010	30	360	0,692	0,19	0,81
055	1	0,010	30	360	0,682	0,19	0,81
060	1	0,011	35	360	7	1,02	1,89
	2	0,005	45	360	0,455	0,25	
065	1	0,005	40	360	0,406	0,23	0,85
070	1	0,005	40	360	0,412	0,23	0,85
075	1		20	600		0,8	1,45

В соответствии с приведенным выше алгоритмом производим проектирование технологических операций. Результаты данного проектирования представлены в приложении А в виде маршрутной карты, операционных карт с картами эскизов, а также в графической части в виде наладок на операции технологического процесса.

Результатом выполнения данного раздела стало решение задач направленных на проектирование технологии изготовления детали, включая выбор и проектирование заготовки, разработку плана изготовления, выбор оборудования и технологической оснастки, проектирование операций технологического процесса.

### 3 Разработка специальной технологической оснастки

#### 3.1 Разработка цангового патрона

Анализ спроектированной технологии изготовления крышки на основе типового технологического процесса показал, что одной из его проблемных операций является сверлильная операция, эскиз которой приведен на рисунке 3. Основной ее недостаток связан с отсутствием универсального механизированного приспособления реализующего схему базирования. Это приводит к увеличению времени на данной операции и снижению точности обработки. Решением данной проблемы является проектирование такого приспособления. Для этого используем методику [9].

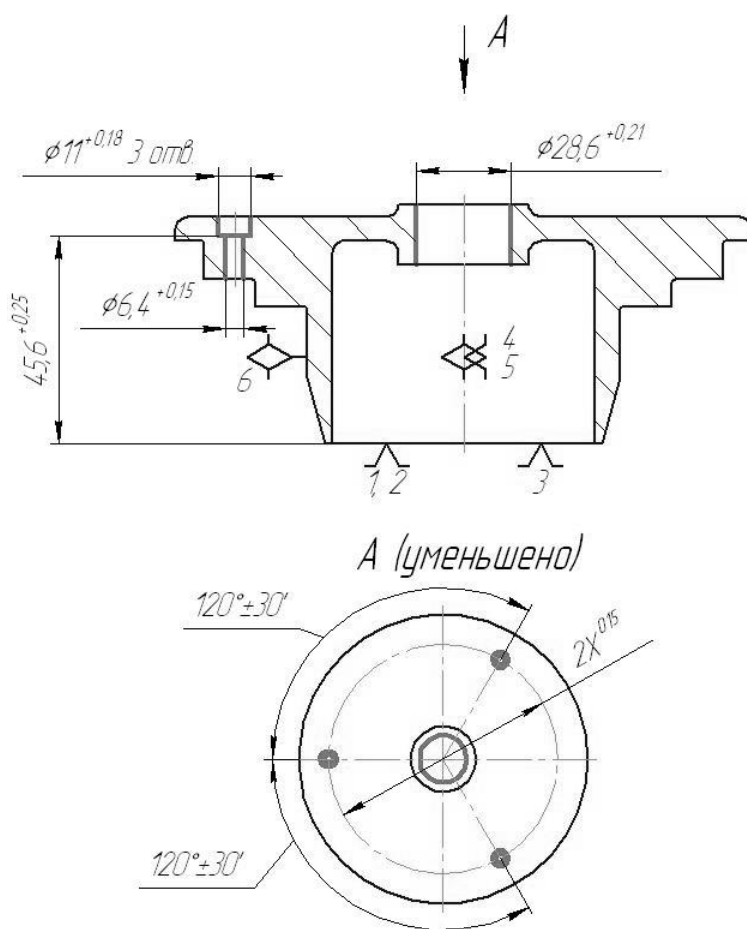


Рисунок 3 – Эскиз сверлильной операции

Выполнение силового расчета приспособления производится в следующей последовательности. На первом этапе определяются момент от силы резания и осевое усилие, возникающие при сверлении. Далее определяется момент создаваемый силой закрепления. Из условия равновесия системы моментов определяется сила необходимая для надежного закрепления заготовки в приспособлении. В соответствии с данным алгоритмом производим расчет.

«Крутящий момент при сверлении определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (23)$$

где  $C_m$ ,  $q$ ,  $y$ ,  $K_p$  – поправочные коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают условия проведения операции;  
 $D$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;  
 $S$  – продольная подача, мм/об» [23].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 28,5^{2,0} \cdot 0,5^{0,8} \cdot 0,94 = 152 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

«Осевая сила определяется по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (24)$$

где  $C_p$  – поправочный коэффициент, который учитывает условия проведения операции» [23].

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 14,25^{1,0} \cdot 0,5^{0,7} \cdot 0,94 = 394 \text{ Н}.$$

«Определение момента силы закрепления производится по формуле:

$$M_3 = 2 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (25)$$

где  $W$  – сила закрепления, Н;

$f$  – коэффициент трения поверхностей закрепления;

$d_3$  – диаметр закрепления, мм» [9].

«Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{M_{кр}}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (26)$$

где  $K$  – коэффициент запаса» [9].

$$W = \frac{152}{2 \cdot 0,16 \cdot 105} \cdot 2,48 = 12 \text{ Н.}$$

$$W' = \frac{152 \cdot 2,48}{2 \cdot 0,16 \cdot 105} = 12 \text{ Н.}$$

«В осевом направлении заготовку в процессе обработки удерживает сила трения, которая определяется по формуле:

$$F_{тр} = 8 \cdot W \cdot f. \quad (27)» [9].$$

«Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{P_0}{8 \cdot f} \cdot K, \quad (28)$$

где  $K$  – коэффициент запаса» [9].

$$W = \frac{394}{8 \cdot 0,16} \cdot 2,5 = 770 \text{ Н.}$$

После выполнения силового расчета необходимо рассчитать привод, который будет создавать требуемое усилие. Для этого необходимо определить диаметр поршня привода по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot W}{P} + d^2}, \quad (29)$$

где  $d$  – диаметр штока, мм;

$P$  – давление воздуха, МПа» [9].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 770}{0,4} + 25^2} = 78 \text{ мм.}$$

Согласно принятой методике проектирования полученное значение диаметра поршня необходимо округлить до ближайшего большего стандартного 80 мм.

Проводим конструирование приспособления. Данное приспособление состоит из корпуса, к которому крепится чашечный упор, а в его направляющие установлена цанга, соединенная через тягу со штоком привода. Конструкция приспособления подробно представлена в графической части работы и описана в спецификациях приложения Б.

Определим точность спроектированного приспособления. Для этого составим расчетную схему для определения погрешностей (рисунок 4).

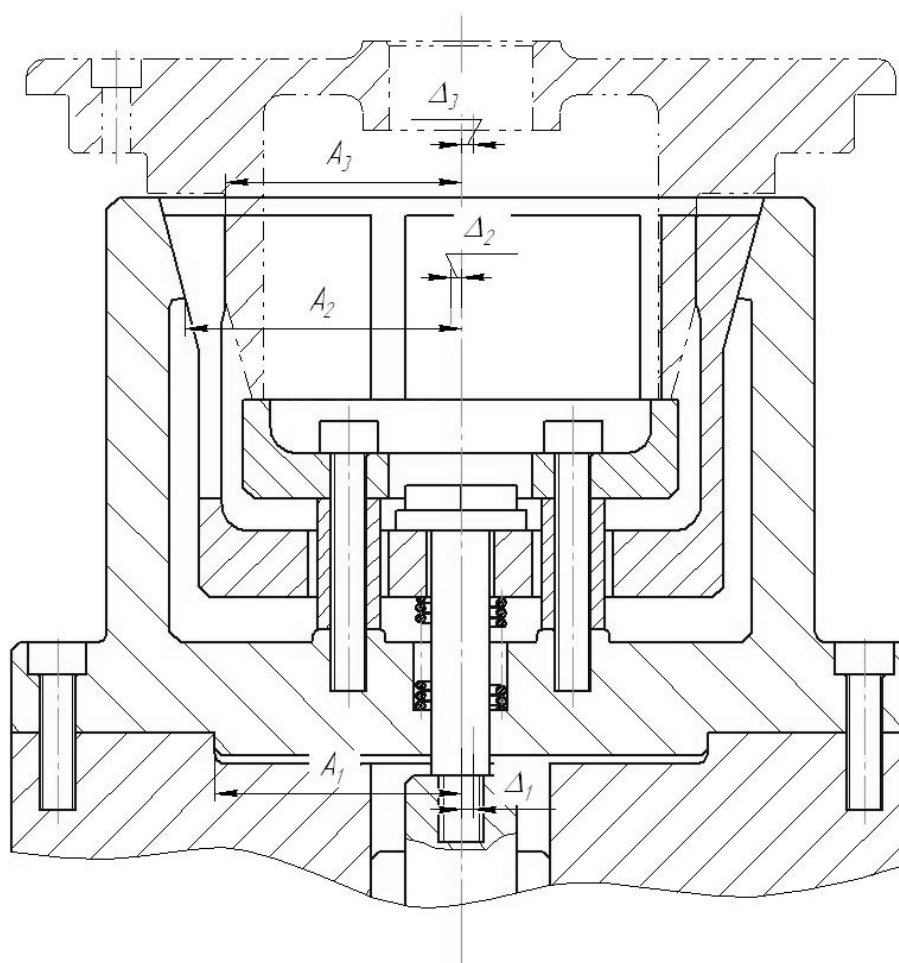


Рисунок 4 – Расчетная схема для определения погрешностей



Из представленной схемы составляем формулу для определения погрешности установки в данном приспособлении:

$$\langle \varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (30)$$

где  $\Delta_1$  – погрешность сопряжения корпуса, мм;

$\Delta_2$  – погрешность сопряжения цанги и направляющей, мм;

$\Delta_3$  – погрешность изготовления цанги, мм» [9].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,041^2 + 0,048^2 + 0,01^2} = 0,035 \text{ мм.}$$

Погрешность установки в приспособлении должна быть меньше, чем допустимая погрешность на данной операции, которая составляет 0,045 мм, то есть в данном случае условие выполнено и приспособление обеспечивает необходимую точность установки.

Принцип работы приспособления следующий. Воздух подается в верхнюю полость пневматического цилиндра, поршень движется вниз и тянет за собой шток, соединенный с тягой цанги, которая также движется вниз по коническим направляющим. В результате чего лепестки цанги сжимаются и обеспечивают закрепление заготовки. При подаче воздуха в нижнюю полость пневматического цилиндра, поршень движется вверх, возвращая шток и толкатель в исходное положение, тем самым освобождая цангу, которая выталкивается вверх при помощи пружины и лепестки раскрываются под действием сил упругости.

### 3.2 Разработка токарного резца

В ходе проведения анализа технологического процесса было установлено, что предлагаемый технологический процесс имеет большой объем токарных операций. Сокращение времени их выполнения позволит улучшить экономические показатели технологического процесса. Решение

данной задачи возможно путем интенсификации режимов резания, однако это неизбежно приведет к снижению стойкости режущего инструмента. В ходе анализа литературы [17] было выяснено, что одним из путей решения данной проблемы является подвод смазочно-охлаждающей жидкости непосредственно в зону резания. Такое решение позволит эффективнее отводить тепло из зоны резания и тем самым уменьшить износ режущей пластины. Решение данной задачи будем производить по методике [17].

За основу принимаем конструкцию резца с трехгранной твердосплавной режущей пластиной из сплава Т5К10 с механическим креплением к державке прихватом. Геометрические параметры резца также оставляем неизменными. «Определим необходимые размеры державки проектируемого резца. Для этого определим площадь срезаемого слоя по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (31)$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об» [1].

$$F = 2,0 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ мм}^2.$$

По данному сечению определяем, что оптимальный размер державки квадратного сечения составляет 20 мм.

При предлагаемой конструкции крепления режущей пластины к державке ключевым элементом является винт, крепящий прихват к корпусу резца. Его минимально допустимый диаметр рассчитывается по формуле:

$$\ll D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (32)$$

где  $Q_1$  – сила, действующая на винт, Н;

$\sigma_d$  – допустимое напряжение, МПа» [1].

«Сила, действующая на винт, определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (33)$$

где  $P_{Zmax}$  – максимальное значение силы резания, Н» [1].

Выполним расчеты.

$$Q_1 = \frac{164}{0,7} = 235 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 235}{\pi \cdot 650}} = 2,13 \text{ мм.}$$

Расчетный диаметр винта является минимально допустимым. В конструкции может быть применен винт большего диаметра.

Проблему подачи смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания решим путем создания в державке и режущей пластине каналов. Рекомендуемую конструкцию каналов примем по данным [17].

Подробно конструкция резца и его геометрия приведены на листе графической части работы и описана в спецификациях приложения Б.

Выполнение данного раздела позволило рассмотреть вопросы совершенствования технологии исходя из ее анализа. Совершенствование технологического процесса проведено путем проектирования цангового патрона для сверлильной операции и токарного резца, что позволило сократить время выполнения данных операций.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

Обеспечение производственной безопасности на участке по изготовлению крышки редуктора является важной задачей. Ее решение основано на анализе выполняемых технологических операций, используемого оборудования, материалов веществ и средств оснащения. Данную информацию представим в виде паспорта (таблица 4), составленного на основе рекомендаций [6].

Таблица 4 – «Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
технологический процесс изготовления крышки редуктора ВХ-243	сверлильная операция	оператор станков с числовым программным управлением	вертикально-сверлильный 2С125Ф2, сверло ГОСТ 4010-77, сверло-зенковка специальное, оправка цанговая	сталь 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость
	токарная операция	оператор станков с числовым программным управлением	токарный 16К20Ф3, резец специальный, резец ГОСТ 18879-73, оправка цанговая	сталь 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость» [6]

Как видно из представленного технологического паспорта

особенностью технологического процесса является широкое использование станков оснащенных системами числового программного управления. Это приводит к необходимости использования соответствующих средств технологического оснащения и технических жидкостей при выполнении технологических операций.

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

На основе анализа таблицы 4 проведем идентификацию опасных и вредных производственных факторов, возникновение которых возможно на рассматриваемом производственном участке при изготовлении детали. Также необходимо определить источники возникновения данных факторов. Результаты приведем в таблице 5.

Таблица 5 – «Идентификация профессиональных рисков»

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
сверлильная операция, токарная операция	неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	станок, средства технологического оснащения
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	станок, средства технологического оснащения, транспорт»[6]

Продолжение таблицы 5

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	станок
	отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	станок, средства технологического оснащения
	вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	смазочно-охлаждающая жидкость
	физическая динамическая нагрузка	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	стереотипные рабочие движения	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт» [6]

Приведенные в таблице 5 опасные и вредные факторы могут нанести вред работникам производства, а часть из них повлиять на качество выполняемых работ. Основными источниками опасных и вредных факторов являются технологическое оборудование и средства технологического оснащения.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

С целью снижения влияния выявленных опасных и вредных факторов, возникающих при выполнении технологического процесса, а также приведения их к нормативным значениям, необходимо разработать специализированные меры и произвести выбор специальных технических средств. Полученные результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 – «Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов»

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, зачистка заусенцев	фартук для защиты от общих производственных загрязнений, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием
опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	инструктаж, виброгасящие устройства и приспособления	ботинки кожаные с защитным подноском» [6]

Продолжение таблицы 6

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	инструктаж, устройства и приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума	наушники противошумные или вкладыши противошумные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, система аварийного отключения оборудования, средства изоляции	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктаж по охране труда, устройства местного освещения	—
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	инструктаж по охране труда, устройств ограждающие опасные зоны	халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, фартук для защиты от общих производственных загрязнений с нагрудником
физическая динамическая нагрузка	инструктаж по охране труда, периодические регламентируемые перерывы	—
стереотипные рабочие движения	инструктаж по охране труда, регламентируемые перерывы» [6]	—



Разработка приведенных в таблице 6 мер позволит снизить влияние опасных и вредных факторов до нормативных значений, что обеспечит соответствующие условия труда, снизит риск травматизма и появления профзаболеваний.

#### 4.4 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Спроектированный технологический процесс предполагает использование для производства детали оборудования, технологической оснастки и разнообразных веществ и материалов. Влияние их на экологию может привести к негативным последствиям. Выявление воздействия на окружающую среду произведем путем идентификации негативных факторов (таблица 7).

Таблица 7 – «Идентификация негативных экологических факторов технического объекта»

Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса	Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
технологический процесс изготовления крышки редуктора ВХ-243	вертикально-сверлильный 2С125Ф2, сверло ГОСТ 4010-77, сверло-зенковка специальное, оправка цанговая, токарный 16К20Ф3, резец специальный, резец ГОСТ 18879-73, оправка цанговая	взвешенные частицы и аэрозоли смазочно-охлаждающей жидкости и других технических жидкостей, пыль	смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы, частицы стружки, растворенная пыль	металлическая стружка, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы» [6]

Далее на основе выявленных негативных факторов, оказывающих воздействие на экологию необходимо разработать технические и

организационные мероприятия, снижающие их негативное воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу (таблица 8). Предпочтение следует отдавать организационно-техническим мероприятиям, оказывающим комплексное воздействие на причины возникновения негативного экологического воздействия.

Таблица 8 – «Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду»

Наименование технического объекта	технологический процесс изготовления крышки редуктора ВХ-243
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	очистка воздуха при помощи адсорберов, барботажно-пенных пылеуловителей, аппараты термической и каталитической нейтрализации газовых выбросов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	очистка сточных вод при помощи системы механической очистки, флотационных установок и аэраторов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	переплавка лома, сортировка отходов, захоронение отходов на полигонах» [6]

Внедрение в производство представленных в таблице 8 организационно-технических мероприятий позволит обеспечить допустимый уровень выбросов в атмосферу, гидросферу и литосферу.

Выполнение данного раздела позволило рассмотреть вопросы обеспечения производственной, противопожарной и экологической безопасности выполнения технологического процесса. Для выявленных проблем предложены мероприятия по снижению и устранению их влияния.

## 5 Экономическая эффективность работы

В ходе совершенствования базового технологического процесса было предложено изменить на операции 005 токарная оборудование и инструмент. Эти изменения привели к сокращению трудоемкости выполнения операции, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 5 бакалаврской работы.

Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операции 005, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета использовались: паспорт станка, данные предприятия по тарифам на энергоносители, сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [12, с. 15–23].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 5, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 293431,97 рубля.

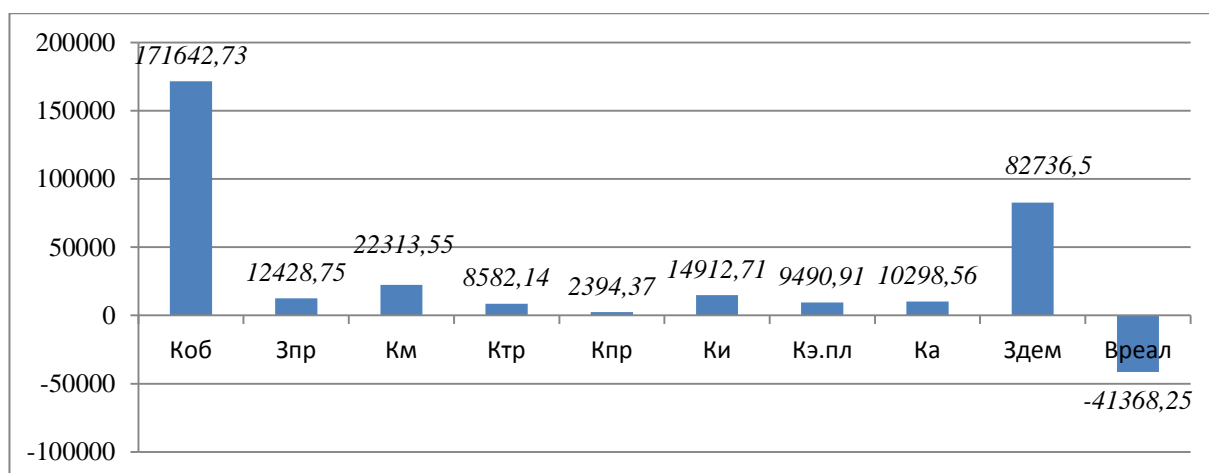


Рисунок 5 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 5, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются две величины:

- затраты на основное технологическое оборудование ( $K_{ОБ}$ ), их величина составляет 58,49 % от всей величины капитальных вложений;
- затраты на демонтаж заменяемого оборудования ( $Z_{ДЕМ}$ ), величина которых соответствует 28,2 % от всей величины капитальных вложений.

Величина всех остальных значений не превышают даже 8 %, и находятся в интервале от 0,82 % до 7,6 %. Но не смотря на их относительно не большую величину, пренебрегать этими значениями нельзя, так они отображают значения затрат изменяющихся технических условий выполнения операций. Речь идет о таких показателях как: приобретение приспособления ( $K_{ПР}$ ), затраты на проектирование ( $Z_{ПР}$ ), затраты на доставку и монтаж нового оборудования ( $K_M$ ), затраты на транспортные средства ( $K_{ТР}$ ), затраты на инструмент ( $K_I$ ), затраты на производственную площадь ( $K_{Э.ПЛ}$ ), затраты на управляющую программу ( $K_A$ ) и выручку от реализации заменяемого оборудования ( $B_{РЕАЛ}$ ).

На рисунке 6 представлены параметры, из которых складывается

технологическая себестоимость детали «Крышка редуктора», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

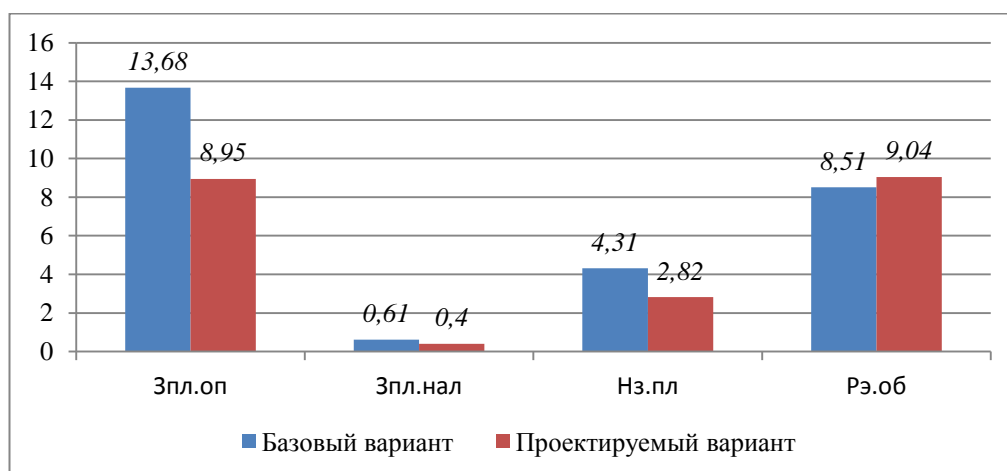


Рисунок 6 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Крышка редуктора», по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 6, значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения и определение разницы в себестоимости между вариантами не окажет.

Анализируя диаграмму на рисунке 6, видно, что две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- заработная плата оператора ( $З_{пл.оп}$ ), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе токарного станка, доля которой составляет 50,47 % для базового варианта и 42,2 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 31,37 % для базового варианта и 42,61 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической

себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Крышка редуктора» по операции 005 технологического процесса, представлены на рисунке 7.

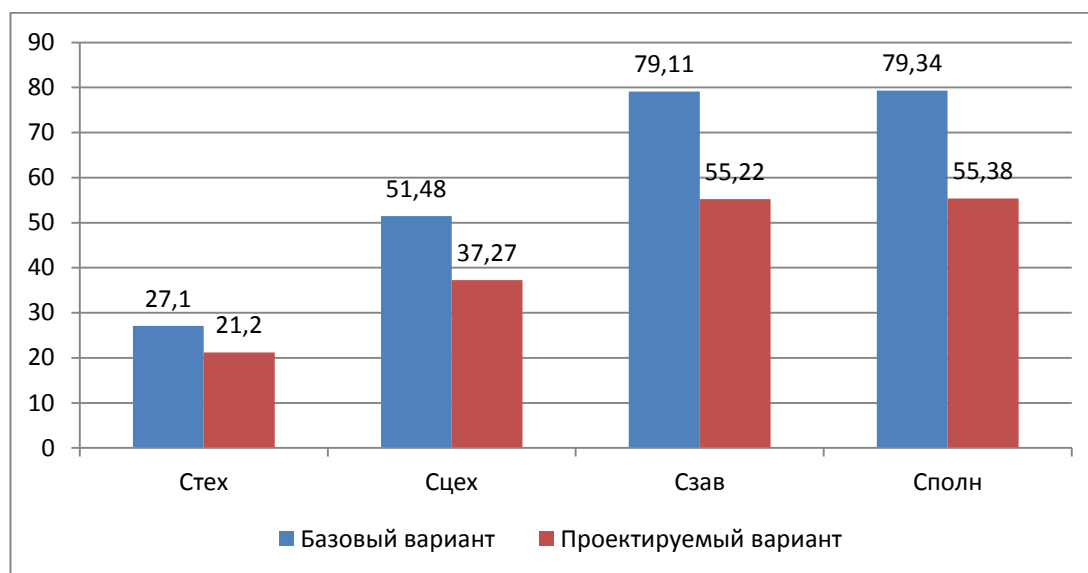


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 7, значение полной себестоимости ( $C_{\text{полн}}$ ) для базового варианта составило 79,34 рубля, а для проектируемого варианта 55,38 рублей.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 293431,97 рублей, окупятся в течение 4-х лет. Такой срок является максимально допустимым для совершенствования технологического процесса. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 34913,38 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,12 рублей.

## Заключение

В работе рассмотрен технологический процесс изготовления крышки редуктора ВХ-243. Для его проектирования рассмотрены вопросы, связанные с анализом исходных данных задания и анализом типа производства. По результатам выполнения данного анализа сформулированы задачи работы. Решение задач было разбито на несколько этапов.

На первом этапе были рассмотрены вопросы проектирования технологии изготовления детали, включая выбор и проектирование заготовки, разработку плана изготовления, выбор оборудования и технологической оснастки, проектирование операций технологического процесса.

На втором этапе рассмотрены вопросы совершенствования технологии исходя из ее анализа. Совершенствование технологического процесса проведено путем проектирования цангового приспособления для сверлильной операции и токарного резца, что позволило добиться устранения выявленных технических недостатков.

Третий этап рассматривает вопросы обеспечения производственной, противопожарной и экологической безопасности выполнения технологического процесса. Для выявленных проблем предложены мероприятия по снижению их влияния и устранению.

На заключительном этапе рассмотрены вопросы эффективности разработанного технологического процесса и предложенных для его модернизации мероприятий. Результаты показали, что предлагаемый технологический процесс может быть признан эффективным.

Цель данной выпускной квалификационной работы, которая заключается в разработке технологического процесса изготовления крышки редуктора ВХ-243, позволяющего изготавливать детали заданного качества в необходимом количестве с минимальной стоимостью можно считать достигнутой.

## Список используемых источников

1. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов : монография / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. – 152 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/28284> (дата обращения: 15.08.2021).
2. 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: 10.09.2021).
3. Безъязычный В.Ф. Технология машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, С.В. Сафонов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148334> (дата обращения: 20.08.2021).
4. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. – 2-е изд., испр. – Москва : Машиностроение, 2007. – 463 с.
5. 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: 14.08.2021).
6. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 15.10.2021).
7. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М. : Изд-во стандартов,



1990. – 83 с.

8. Зажимные механизмы и технологическая оснастка для высокоэффективной токарной обработки : [монография] / Ю.Н. Кузнецов [и др.]. – Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 476 с.

9. Иванов И.С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учеб. пособие / И.С. Иванов. – Москва. : ИНФРА-М, 2015. – 198 с.

10. Константинов И.Л. Технологияковки и горячей объемной штамповки: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 22.03.02 "Металлургия" / И.Л. Константинов. – Гриф УМО. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 549 с.

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: 18.08.2021).

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: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 18.10.2021).

13. Крупенников О.Г. Высокие технологии в машиностроении : учебно-методическое пособие / О Г. Крупенников. – Ульяновск : УлГТУ, 2019. – 81 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165090> (дата обращения: 19.08.2021).

14. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 19.08.2021).

15. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 216 с.

[Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 29.08.2021).

16. Пелевин В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 18.09.2021).

17. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. –256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 21.09.2021).

18. 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.

19. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 05.09.2021).

20. 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.

21. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. – 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. – 456 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60989> (дата обращения: 27.09.2021).

22. 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.

23. 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.

24. Технологии машиностроения: выпускная квалификационная работа для бакалавров: учеб. пособие / Н.М. Султан-заде [и др.]. – Москва. : ФОРУМ, 2016. – 287 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/515097> (дата обращения: 08.08.2021).

25. Химический состав и физико-механические свойства стали 12ХН4А [Электронный ресурс]. – URL: [https://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/12X2H4A](https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/12X2H4A) (дата обращения: 06.08.2021).

## Приложение А

### Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дробь																					
Взам.																					
Подп.																					
Разработал	Лысенко						ТГУ кафедры ОТМП														
Проверил	Козлов																				
Утвердил																					
Н. контр.									Крышка редуктора												
М01	Сталь 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71																				
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КММ	Код заготовки	Профиль и размеры		КД	МЗ										
		166	4,97	1		0,63	24	φ199,75x86,6		1	7,95										
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		Обозначение документа														
Б	Код, наименование оборудования						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОМ	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт				
А03	XX XX XX 000 Заготовительная																				
Б04	Горизонтально ковочная машина																				
О5																					
А06	XX XX XX 005 4110 Токарная																				
Б07	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200 1 3,65																				
О 08	Точить поверхности 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 23, 24, 25, 26, 27 в размер φ176,6 <sup>+0,4</sup> , φ140 <sup>+0,4</sup> ,																				
О9	φ106,134 <sup>+0,35</sup> , φ88 <sup>+0,35</sup> , φ44 <sup>+0,25</sup> , 84 <sup>+0,35</sup> , 60,8 <sup>+0,3</sup> , 36,8 <sup>+0,25</sup> , 27,8 <sup>+0,21</sup> , 22,8 <sup>+0,21</sup> , 14,8 <sup>+0,16</sup> ,																				
О 10	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24.351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10;																				
Т11	392190 Резец контурный специальный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450																				
Т12	Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.																				
Т3																					
А 14	XX XX XX 010 4110 Токарная																				
Б 15	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200 1 1,77																				
О 16	Точить поверхности 1, 4, 5, 6, 7 в размер φ194 <sup>+0,46</sup> , φ44 <sup>+0,25</sup> , 77,2 <sup>+0,3</sup> , 82,2 <sup>+0,35</sup> .																				
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	Тшт	
0 19	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец контурный специальный Т5К10; 393311																
T20	Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89.																
21																	
A22	XX XX XX 015 4120 Сверлильная																
Б 23	381210 Вертикально-сверлильный 2С125Ф2 3 17335 312 1Р 1 1 1 1200 1 136																
0 24	Сверлить поверхности 3, 20, 21, 22 в размер $\phi 28,834^{+0,25}$ ; $\phi 11^{+0,18}$ ; $\phi 6,4^{+0,15}$ ; $70,7^{+0,3}$																
T25	396190 Оправка цанговая; 391213 Сверло $\phi 28$ ГОСТ 4010-77 Р6М5; 391603 Сверло-зенковка; 393450																
T 26	Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88; 393400 Калибр.																
27																	
A 28	XX XX XX 020 4110 Токарная																
Б 29	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200 1 0,54																
0 30	Точить поверхности 8, 9, 10, 14, 17, 18, 19 в размер $\phi 176^{+0,16}$ ; $\phi 169,34^{+0,16}$ ; $\phi 105,534^{+0,14}$ ; $81,6^{+0,14}$ ; $13,2^{+0,07}$																
0 31	$18,2^{+0,004}$ ; $24,2^{+0,1}$ ; $4,7^{+0,12}$ ; $1 \times 45^\circ$																
T 32	396190 Оправка цанговая; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец канавочный																
T 33	ГОСТ 18879-73 Т5К10; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75.																
34																	
A 35	XX XX XX 025 4110 Токарная																
Б 36	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200 1 0,48																
0 37	Точить поверхности 1, 2, 3 в размер $\phi 30,81^{+0,1}$ ; $80,9^{+0,55}$																
T 38	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10;																
T 39	392190 Резец подрезной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.																
40																	
A 41	XX XX XX 030 Термическая																
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
А 42	XX XX XX	035	4132	Внутришлифовальная											
Б 43	381312	Внутришлифовальный ЗК228	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	184			
О 44	Шлифовать поверхности 1, 3 в размер $\phi 31,651^{+0,039}$ , $80,5^{+0,057}$ .														
Т 45	396190 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88.														
46															
А 47	XX XX XX	040	4132	Внутришлифовальная											
Б 48	381312	Внутришлифовальный ЗК228	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	108			
О 49	Шлифовать поверхность 17 в размер $80,1^{+0,057}$ .														
Т 50	396190 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
51															
А 52	XX XX XX	045	4130	Круглошлифовальная											
Б 53	381311	Круглошлифовальный ЗЕ153	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	0,89			
О 54	Шлифовать поверхность 18 в размер $\phi 169^{+0,062}$ .														
Т 55	396190 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
56															
А 57	XX XX XX	050	4130	Круглошлифовальная											
Б 58	381311	Круглошлифовальный ЗЕ153	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	0,81			
О 59	Шлифовать поверхность 14 в размер $\phi 105,134^{+0,057}$ .														
Т 60	396190 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
61															
А 62	XX XX XX	055	4130	Торцекрылошлифовальная											
Б 63	381311	Торцекрылошлифовальный ЗТ160	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	0,81			
О 64	Шлифовать поверхности 8, 9 в размер $\phi 175,46^{+0,063}$ , $12,1^{+0,027}$ .														
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 65	396190 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
66															
А 67	XX XX XX 060 4132 Внутршлифовальная														
Б 68	381312 Внутршлифовальный ЗК228 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,89														
О 69	Шлифовать поверхности 1, 3 в размер $\phi 32^{+0,025}$ , $80^{+0,035}$ .														
Т 70	396190 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88.														
71															
А 72	XX XX XX 065 4130 Круглошлифовальная														
Б 73	381311 Круглошлифовальный ЗЕ153 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,85														
О 74	Шлифовать поверхность 14 в размер $\phi 105,014^{+0,035}$ .														
Т 75	396190 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
76															
А 77	XX XX XX 070 4130 Торцекрылошлифовальная														
Б 78	381311 Торцекрылошлифовальный ЗТ160 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,85														
О 79	Шлифовать поверхности 8, 9 в размер $\phi 175^{-0,043}$ , $12^{+0,027}$ .														
Т 80	396190 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
81															
А 82	XX XX XX 075 4191 Полировальная														
Б 83	381337 Полировальный ДШ-88 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,45														
О 84	Шлифовать поверхность 14 в размер $\phi 105^{-0,036}$ , $0,071$ .														
Т 85	396190 Оправка цанговая; 397110 Лента полировальная; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
86															
А 87	XX XX XX 065 Мочная.														
МК															

## Продолжение Приложения А

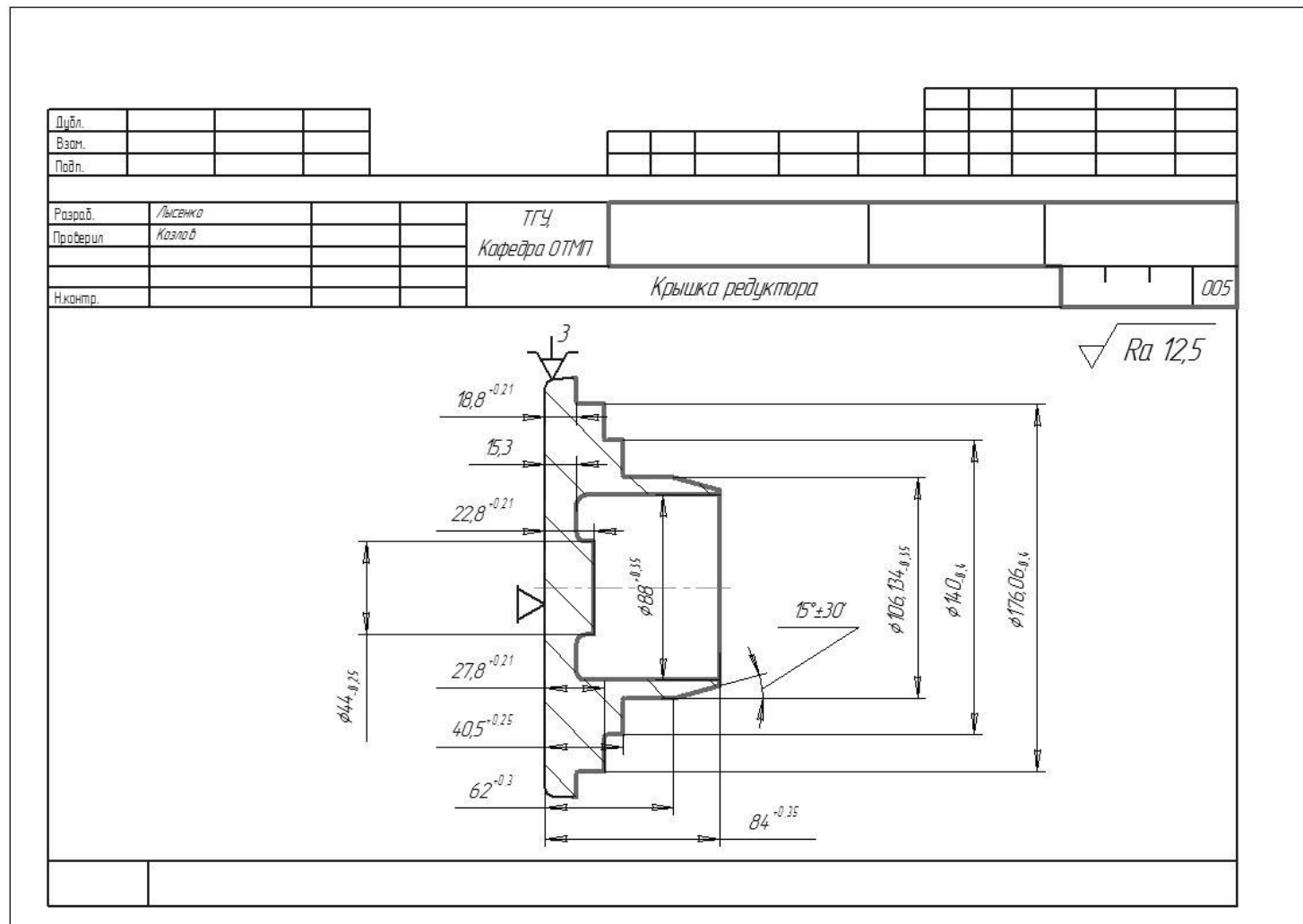
Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпаз	Тшт
А 88	XX	XX	XX	070	Контрольная.										
89															
90															
91															
92															
93															
94															
95															
96															
97															
98															
99															
100															
101															
102															
103															
104															
105															
106															
107															
108															
109															
110															
МК															



## Продолжение Приложения А

### Продолжение таблицы А.1



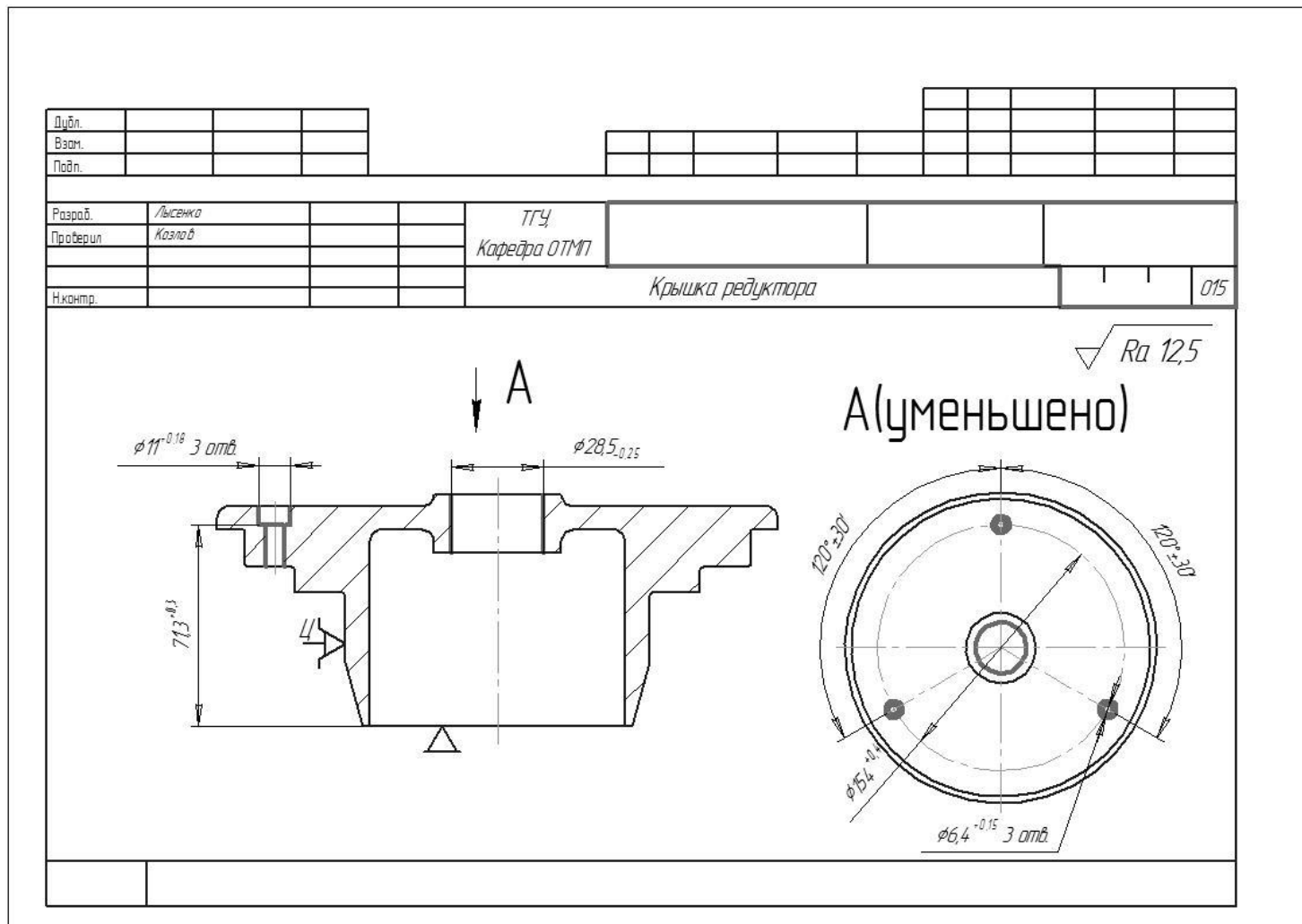
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Лысенко			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.				Крышка редуктора						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Токарная		Сталь 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71		НВ 250	166	4,97	№199,75xØ6,6			7,95	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Тa	Тb	Тгв	Тшт	Сож					
16К20Ф3				2,87			3,65	Укрупн-1					
		пи	о или в	l	f	i	s	п	v				
01	1. Установить заготовку												
Т <sub>02</sub>	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10;												
Т <sub>03</sub>	392190 Резец контурный специальный Т5К10.												
04	2. Точить поверхности 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 23, 24, 25, выдерживая размеры согласно эскиза.												
Р <sub>05</sub>		1				2,0	0,6	360	219				
Р <sub>06</sub>		2				2,0	0,6	930	257				
Р <sub>07</sub>		3				15	0,1	930	263				
Т <sub>08</sub>	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												
09													
10													
11													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Лысенко			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.				Крышка редуктора						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Сверлильная		Сталь 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71		НВ 250	166	4,97	φ199,75xφ6,6			7,95	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Тв	Ть	Тгв	Тшт	Сож					
2С125Ф2				0,74			1,36	Укдигол-1					
			пи	о или в	l	f	i	s	п	v			
01	1. Установить заготовку												
Т.оп	396190 Оправка цанговая; 391213 Сверло φ28 ГОСТ4010-77 Р6М5; 391603 Сверло-зенковка Р6М5.												
02	2. Сверлить поверхности 3, 20, 21, 22 выдерживая размеры согласно эскизу.												
Р.св		1				9,0	0,5	200	21				
Р.зв		2				5,5	0,15	960	19				
Т.зв	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												
07													
08													
09													
10													

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
			<u>Документация</u>		
A1		21.БР.ОТМП.321.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
			<u>Детали</u>		
A2	1	21.БР.ОТМП.321.65.00.001	Корпус	1	
A2	2	21.БР.ОТМП.321.65.00.002	Корпус цанги	1	
A3	3	21.БР.ОТМП.321.65.00.003	Цанга	1	
A4	4	21.БР.ОТМП.321.65.00.004	Втулка	4	
A2	5	21.БР.ОТМП.321.65.00.005	Опора	1	
A4	6	21.БР.ОТМП.321.65.00.006	Тяга	1	
A4	7	21.БР.ОТМП.321.65.00.007	Шток	1	
A3	8	21.БР.ОТМП.321.65.00.008	Корпус пневмоцилиндра	1	
34	9	21.БР.ОТМП.321.65.00.009	Поршень	1	
A4	10	21.БР.ОТМП.321.65.00.010	Крышка пневмоцилиндра	1	
			<u>Стандартные изделия</u>		
	11		Винт М8х50 ГОСТ17476-84	4	
	12		Пружина ГОСТ13766-86	1	
	13		Винт М8х30 ГОСТ17476-84	8	
	14		Винт М5х18 ГОСТ17476-84	8	
	15		Кольцо ГОСТ 1567-68	2	
	16		Демпфер ГОСТ8754-79	2	
	17		Кольцо ГОСТ 1567-68	2	
	18		ГайкаМ20х15ГОСТ 15522-70	1	
<b>21.БР.ОТМП.321.65.00.000</b>					
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	
Разраб. Лысенко					
Проб. Козлов					
Н.контр. Козлов					
Утв. Логинов					
<b>Приспособление станочное</b>				Лит.	Листов
				1	2
				ТГУ, ИМ гр. ТМБз-1601б	
Копировал				Формат А4	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. № подл.	Лист	Дата	Взам. инв. №	Изм. № подл.	Лист	Дата	
		19		Шайба стопорная ГОСТ 11872-89	1														
		20		Винт М5х18 ГОСТ174.76-84	5														
		21		Шпонка 22х15х40 ГОСТ14.737-69	2														
		21		Винт М5х12 ГОСТ174.76-84	2														
												<b>21.БР.ОТМП.321.65.00.000</b>				Лист			
												Копировал				2			
												Формат А4							

