



## Аннотация

В выпускной квалификационной работе рассмотрен технологический процесс изготовления оси натяжного ролика.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологии изготовления оси натяжного ролика в условиях среднесерийного типа производства, которая обеспечит выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества с минимальными затратами.

Первый раздел работы направлен на формирование задач, решение которых позволило достичь заявленной цели. Для этого проведен анализ имеющихся данных. Проанализировано назначение, условия эксплуатации и технологичность детали, а также характеристики типа производства.

Второй раздел работы направлен на формирование технологии изготовления детали в соответствии с «типом производства и требованиями, предъявляемыми к детали. Для этого проведен выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, а также расчет режимов резания и нормирование» [7].

Третий раздел работы направлен на устранение недостатков технологии, вызванных техническими причинами. Для этого произведено проектирование самоцентрирующих тисков и сверла для сверлильной операции.

Четвертый раздел работы направлен на обеспечение производственной и пожарной безопасности на технологическом участке.

Пятый раздел работы направлен на выявление экономических показателей технологического процесса.

«Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка состоит из 62 страниц, включает 7 таблиц и 7 рисунков. Графическая часть работы включает 7 листов формата А1» [7].

## 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.....	8
1.4 Формулировка задач работы.....	11
2 Разработка технологической части .....	12
2.1 Выбор и проектирование заготовки.....	12
2.2 Проектирование плана изготовления детали .....	20
2.3 Выбор средств технологического оснащения .....	22
2.4 Расчет режимов резания и нормирование .....	24
3 Проектирование специальных средств оснащения .....	27
3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков.....	27
3.2 Проектирование сверла .....	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	34
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	35
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	40
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта .....	41
5 Экономическая эффективность работы .....	42
Заключение .....	46
Список используемых источников.....	47
Приложение А Технологическая документация.....	50
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам .....	60

## Введение

В конструкции машин и механизмов с целью их удешевления часто используются универсальные приводы, состоящие, как правило, из электродвигателя, редуктора и ременной передачи, обеспечивающей их соединение. Кроме удешевления конструкции данное техническое решение позволяет обеспечить взаимозаменяемость, как отдельных деталей привода, так и всего механизма, что существенно увеличит ремонтпригодность конструкции и сократит эксплуатационные затраты.

В конструкции данных приводов для обеспечения работы ременной передачи используются натяжные механизмы, состоящие из ролика, находящегося на оси и механизма перемещения, обеспечивающего необходимое натяжение ремня.

Приводы такого типа могут использоваться в самых различных отраслях народного хозяйства и работать в самых разнообразных условиях. Поэтому все детали входящие в конструкцию привода должны иметь достаточно серьезный запас по эксплуатационным характеристикам. Данные показатели закладываются на стадии конструирования как узлов в целом, так и отдельных механизмов и деталей входящих в конструкцию привода и обеспечиваются на стадии их изготовления. Кроме качественных показателей на стадии изготовления необходимо обеспечить минимизацию затрат на изготовление. Эффективность решения этой задачи зависит от объемов производства и уровня развития технологий на конкретном предприятии.

В данной работе необходимо спроектировать технологический процесс изготовления оси натяжного ролика, входящего в состав универсального привода. Исходя из всего вышесказанного, цель выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологии изготовления оси натяжного ролика в условиях среднесерийного типа производства, которая обеспечит выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества с минимальными затратами.

## **1 Анализ исходных данных**

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

Ось, рассматриваемая в данной работе, предназначена для установки на ней натяжного ролика. Ось устанавливается в корпусе механизма натяжения при помощи подшипников, посаженных на ее шейки. Натяжной ролик устанавливается на одну из шеек оси и фиксируется при помощи винтов, что обеспечивает необходимую надежность крепления.

Нагрузки, действующие на деталь в процессе эксплуатации изгибаемые и крутильные. При этом нагрузки носят знакопеременный характер, а их величина в процессе работы может изменяться. Данные особенности рабочих нагрузок отразились на конструкции оси и требованиях к характеристикам поверхностей.

Условия эксплуатации детали зависят от назначения механизма, в котором используется привод. Исходя из того, что привод является универсальным, он может быть использован как в механизмах, работающих в закрытых помещениях, так и вне помещений. Несмотря на наличие защитного кожуха, закрывающего ременную передачу, в случае работы привода вне помещения, возможно попадание атмосферных осадков на некоторые поверхности оси. Это неизбежно приведет к появлению очагов коррозии на них, что необходимо учесть при выборе материала детали. В случае работы при низких температурах возможно существенное ухудшение смазки ряда поверхностей, что приведет к их преждевременному износу. При работе в условиях сильного загрязнения и запыления возможно появление абразивного износа ряда поверхностей. В условиях работы в закрытом производственном помещении, как правило, поддерживается определенный микроклимат и температурный фактор, а также наличие атмосферных осадков на деталь не воздействуют. В тоже время на поверхности могут воздействовать технологические жидкости, используемые на данном

производстве. В зависимости от состава и количества данных жидкостей они также способны привести к повышенному износу поверхностей детали и их повреждению.

## 1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность является комплексной оценкой детали по критериям технологичности материала, конструкции и механической обработки.

«Показатели технологичности материала детали определяются его свойствами и химическим составом. Рассмотрим их подробнее» [7]. «Сталь 19ХГН ГОСТ4543-71 имеет следующий химический состав: углерод от 0,16% до 0,21%, хром от 0,8% до 1,1%, никель от 0,8% до 1,1%, кремний от 0,17% до 0,37%, марганец от 0,7% до 1%, сера до 0,035%, фосфор до 0,035%, молибден до 0,1%, железо около 96%» [22]. «Механические характеристики: предел текучести 930 МПа, предел прочности 1180 МПа, относительное удлинение после разрыва 7%, твердость в состоянии поставки от 150 до 160 единиц по шкале Бринелля» [22]. «Из приведенных данных можно сделать следующие выводы относительно технологичности материала детали» [7]. Для получения заготовки можно использовать различные методы: литье, прокат или штамповку. Целесообразность выбора одного из методов определяется формой детали и экономическими показателями. Обрабатываемость материала методами механической обработки характеризуется коэффициентом обрабатываемости, который для твердосплавного инструмента составляет 0,7, для быстрорежущего инструмента 0,8. Данные показатели являются приемлемыми. Термическая обработка материала определяется требованиями к качеству поверхностного слоя детали и прежде всего требуемой твердостью. «В данном случае она может быть выполнена с использованием типовых технологий термической обработки, что существенно сократит затраты на изготовление детали» [7].

«Конструкция детали состоит из простых элементов, таких как

цилиндры, плоскости и винтовые поверхности, образующие наружный ступенчатый контур и внутренние резьбовые поверхности, расположенные симметрично относительно оси детали. Следует отметить наличие таких конструктивных элементов на детали как фаски и канавки» [7]. Получение всех элементов детали возможно с применением стандартных методов обработки, что существенно снизит затраты на изготовление.

Технологичность механической обработки детали определяется характеристиками поверхностей, которые необходимо достигнуть. В данном случае присутствуют достаточно точные поверхности шестого качества в количестве трех штук. Остальные поверхности имеют меньшие значения точности, но при этом есть ряд поверхностей имеющих высокие показатели шероховатости. С целью более точного определения количества поверхностей, которые требуют применения точных методов обработки, проведем их классификацию по назначению. «На рисунке 1 приведен эскиз детали и пронумерованы поверхности» [1].

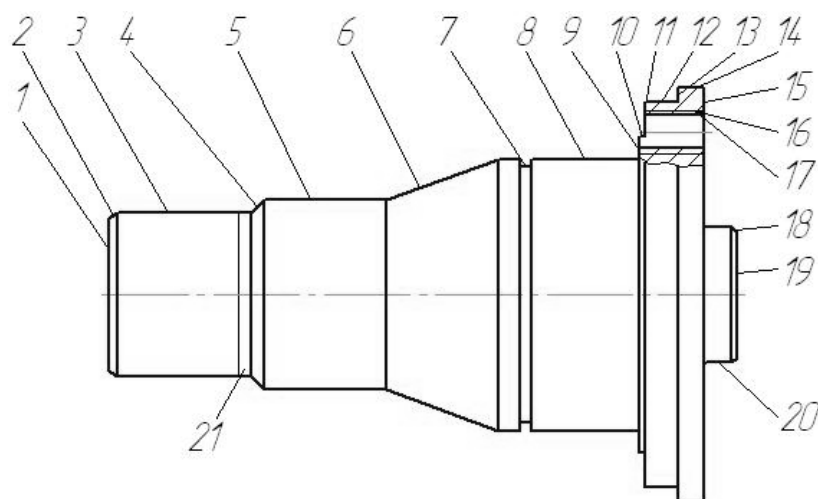


Рисунок 1 – Эскиз детали

«Классификация поверхностей: основная конструкторская база 3, 8, 9; вспомогательная конструкторская база 15, 20; исполнительная поверхность 15, 16, 20; свободные поверхности все оставшиеся» [1]. «Из приведенной

классификации можно сделать вывод о том, что количество поверхностей, которые необходимо подвергнуть точным методам механической обработки достаточно большое» [1]. Также следует учесть, что деталь подвергается термической обработке, поэтому после нее необходимо будет применить более дорогостоящие методы абразивной обработки. Все размеры соответствуют нормальному ряду чисел, а допуски и посадки стандартным значениям. Следует отметить, что для данной заготовки потребуются создание искусственных технологических баз в виде центровых отверстий. «Базирование заготовки на операциях механической обработки определяется ее формой. В данном случае форма заготовки позволяет в полной мере применить основные принципы базирования и применить стандартные схемы базирования» [7], что позволит снизить припуски на обработку и повысит ее точность.

Из сказанного сделаем следующие выводы относительно технологичности механической обработки. Технологию изготовления можно построить на стандартных методах обработки, таких как точение, шлифование, сверление и так далее. Исходя из точности обработки, формы поверхностей и предполагаемых схем базирования оборудование, режущие инструменты, станочные приспособления и средства контроля могут быть использованы стандартные, универсальные и нормализованные.

Проведенный анализ позволяет сделать заключение о высоких показателях технологичности детали и учесть ключевые особенности данной детали при проектировании технологии ее изготовления.

### **1.3 Анализ характеристик типа производства**

Тип производства является основой при проектировании технологии изготовления детали. Правильное его определение позволяет верно определить ключевые параметры техпроцесса, такие как, стратегия разработки техпроцесса, метод получения заготовки, принцип концентрации



переходов на операциях, методы достижения точности обработки, тип используемого технологического оборудования, тип и характеристики средств технологического оснащения и другие параметры.

Существует несколько методик определения типа производства в зависимости от имеющейся информации. В данном случае применение точной методики не представляется возможным, поэтому применим «упрощенную методику, основанную на знании массы детали и ее годовой программе выпуска. Масса детали по чертежу детали составляет 1,8 кг. Годовая программа выпуска по заданию 4000 штук в год. Данные параметры соответствуют среднесерийному типу производства» [7].

«Далее приведем характеристики данного типа производства» [7].

Основная стратегия проектирования технологического процесса последовательная. В обоснованных случаях допускается применение линейной и циклической стратегий. Однако для их применения необходимо знание всей номенклатуры производства и наличия однотипных деталей. Предпочтительной является групповая не поточная форма организации техпроцесса, как наиболее прогрессивная для данного типа производства. Однако, в случае наличия больших групп однотипных деталей возможно применение групповой поточной формы организации техпроцесса, что положительно скажется на производительности производства. Проектирование технологического процесса производится на основе типовых технологических процессов соответствующих групп деталей, что сокращает время проектирования и повышает его качество. При этом маршруты обработки проектируются исходя из условия минимизации удельных затрат на обработку. Технологический процесс оформляется в виде подробной маршрутной карты с добавлением, в случае необходимости, на некоторые операции операционных карт с картами эскизов на их выполнение.

Заготовка выбирается исходя из формы детали и должна быть максимально приближена к ней. Также на выбор заготовки влияют свойства материала детали. Следует учесть, что заготовка оптимальной формы не

всегда дает хорошие показатели в сочетании со стоимостью механической обработки, поэтому единственным верным решением при выборе заготовки является экономическое сравнение возможных вариантов.

Точность на технологических операциях достигается путем работы на настроенном оборудовании. Операции проектируются с учетом экстенсивной концентрации переходов и соблюдения принципов единства и постоянства баз на протяжении выполнения всего технологического процесса. Припуски на обработку поверхностей назначаются различными методами в зависимости от заданной точности обработки. Для точных поверхностей припуски рассчитываются по соответствующей методике, для менее ответственных поверхностей допускается определять припуски с применением статистических данных. Это позволяет получить требуемую точность определения припусков без потери времени на проектирование технологии изготовления. Режимы резания и нормирование операций выполняются в зависимости от степени ответственности операции и ее сложности. Допускается применение опытно-статистического и расчетно-аналитического метода. Первый применим для черновых операций, второй для операций окончательной обработки.

Технологическое оборудование должно отвечать требованиям гибкости, производительности и надежности. Наиболее приемлемо применение станков оснащенных системами числового управления, универсальных станков, станков полуавтоматов. Допускается применение специализированных станков.

Станочные приспособления должны отвечать требованиям быстродействия, механизации, надежности, иметь возможность быстрой переналадки на выпуск нового типоразмера детали. Предпочтительно применение стандартизированных и универсальных станочных приспособлений.

Режущий инструмент должен обеспечивать необходимую точность и производительность операций, а также обладать высокой стойкостью.

Предпочтительно применение стандартного режущего инструмента.

Средства контроля должны обеспечивать требуемую точность и производительность контроля. Предпочтительно применение универсальных средств контроля с цифровой индикацией получаемых данных для их дальнейшего использования в системе контроля и адаптивных системах управления оборудованием. Допускается применение специальных средств контроля типа калибров.

Возможно применение специальных средств технологического оснащения в случае экономического обоснования данного решения.

#### **1.4 Формулировка задач работы**

Сформулируем основные задачи работы. «В первую очередь необходимо сформировать технологию изготовления детали в соответствии с типом производства и требованиями, предъявляемыми к детали. Для этого необходимо провести выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, а также расчет режимов резания и нормирование. Затем необходимо устранить недостатки технологии, вызванные техническими причинами. Для этого необходимо произвести проектирование специальных средств технологического оснащения для ряда операций» [7]. Также необходимо обеспечить производственную и пожарную безопасность на технологическом участке. С целью подтверждения правильности принятых технических решений необходимо выявить экономические показатели технологического процесса.

Данный раздел работы позволил сформировать задачи, решение которых направлено на достижение заявленной цели. «Для этого проведен анализ имеющихся данных. Проанализировано назначение, условия эксплуатации и технологичность детали, а также характеристики типа производства» [7].

## 2 Разработка технологической части

### 2.1 Выбор и проектирование заготовки

В соответствии с анализом типа производства заготовка выбирается исходя из формы детали и должна быть максимально приближена к ней. Также на выбор заготовки влияют свойства материала детали. Анализ свойств материала показал, что для получения заготовки можно использовать различные методы: литье, прокат или штамповку. Метод получения заготовки из проката в данном случае будет иметь заведомо худшие показатели, чем остальные, поэтому выбор необходимо производить из двух оставшихся методов получения заготовки. Следует учесть, что заготовка оптимальной формы не всегда дает хорошие показатели в сочетании со стоимостью механической обработки, поэтому единственным верным решением при выборе заготовки является экономическое сравнение возможных вариантов.

«Сравнение выполним по суммарным затратам на изготовление детали:

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

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

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

$i$  – индекс варианта получения заготовки» [7].

«Стоимость получения заготовки рассчитывается 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, определяемый способом получения заготовки;

$K_T$  – коэффициент, определяемый необходимой точностью заготовки;

$K_{сл}$  – коэффициент, определяемый сложностью получения заготовки» [7].

«Расчет массы заготовки выполняется по формуле:

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

где  $M_d$  – масса детали, кг;

$K_p$  – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [7].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки, полученной штамповкой в штампах, 2 для заготовки, полученной литьем в земляные формы» [7].

$$M_{з1} = 1,8 \cdot 1,17 = 2,1 \text{ кг.}$$

$$M_{з2} = 1,8 \cdot 1,22 = 2,2 \text{ кг.}$$

«Стоимость получения заготовки по формуле (2) равна.

$$C_{з1} = \frac{25000 \cdot 2,18}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 43,05 \text{ р.}$$

$$C_{з2} = \frac{25000 \cdot 2,2}{1000} \cdot 0,82 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 45,1 \text{ р.}» [7].$$

«Стоимость механической обработки рассчитывается 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» [7].

«Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{им}i} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}. \quad (5) \gg [7]$$

«Выполняем расчеты.

$$K_{\text{им}1} = \frac{1,8}{2,1} = 0,86.$$

$$K_{\text{им}2} = \frac{1,8}{2,2} = 0,82 \gg [7].$$

«Стоимость механической обработки по формуле (4) равна.

$$C_{\text{обр}1} = \frac{180 \cdot \left(\frac{1}{0,86} - 1\right) \cdot 1,8}{0,9} = 58,61 \text{ р.}$$

$$C_{\text{обр}2} = \frac{180 \cdot \left(\frac{1}{0,82} - 1\right) \cdot 1,8}{0,9} = 79,03 \text{ р.} \gg [7].$$

«Общие затраты по формуле (1) составят.

$$C_1 = 43,05 + 58,61 = 101,66 \text{ р.}$$

$$C_2 = 45,1 + 79,03 = 124,13 \text{ р.} \gg [7].$$

«Расчеты показали, что метод получения заготовки штамповкой имеет лучшие экономические показатели. Следовательно, для получения заготовки принимаем данный метод» [7].

«На первом этапе проектирования заготовки определяем припуски на обработку поверхностей» [7]. Анализ типа производства показал, что припуски на обработку поверхностей назначаются различными методами в зависимости от заданной точности обработки. Для точных поверхностей припуски рассчитываются по расчетно-аналитической методике, для менее ответственных поверхностей допускается определять припуски с применением статистических данных. Это позволяет получить требуемую точность определения припусков без потери времени на проектирование технологии изготовления. В любом случае необходимо определить маршруты обработки поверхностей.

«В ходе анализа типа производства было установлено, что маршруты обработки проектируются исходя из условия минимизации удельных затрат на обработку исходя из материала детали и требуемых характеристик

точности обработки и свойств поверхностного слоя» [11]. «Результаты разработки маршрутов обработки поверхностей приведены в таблице 1» [11].

Таблица 1 – Результаты разработки маршрутов обработки поверхностей

Номер поверхности	Шероховатость $Ra$ , мкм	Квалитет точности	Маршрут обработки
1	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
2	14	12,5	точение чистовое – термическая обработка
3	6	0,2	точение черновое – точение чистовое – термическая обработка – шлифование черновое – шлифование чистовое – полирование
4	14	12,5	точение чистовое – термическая обработка
5	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
6	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
7	12	3,2	точение чистовое – термическая обработка
8	6	1,6	точение черновое – точение чистовое – термическая обработка – шлифование черновое – шлифование чистовое
9	12	1,6	точение черновое - точение чистовое – термическая обработка – шлифование черновое – шлифование чистовое
10	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
11	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
12	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
13	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
14	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
15	12	1,6	точение черновое - точение чистовое – термическая обработка – шлифование черновое – шлифование чистовое
16	7	3,2	резьбонарезание– термическая обработка
17	9	6,3	сверление – термическая обработка
18	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
19	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
20	6	1,6	точение черновое - точение чистовое – термическая обработка – шлифование черновое – шлифование чистовое
21	12	3,2	точение чистовое – термическая обработка

«Имея маршруты обработки поверхностей, определяем припуски на их обработку. Для расчета припусков поверхности диаметром  $30h6(-0,013)$  мм применяем расчетно-аналитический метод» [16].

«Минимальные значения припусков определяются по формуле:

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

где  $a$  – глубина суммарного дефектного слоя, мм;

$\Delta$  – суммарные пространственные отклонения, мм;

$\varepsilon$  – погрешности установки заготовки на операции, мм;

$i$  – индекс текущего перехода;

$i - 1$  – индекс предыдущего перехода» [16].

«Максимальные значения припусков определяются по формуле:

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

где  $Td_i$  – допуски на выполнение размера на текущем переходе, мм;

$Td_{i-1}$  – допуск на выполнение размера на предыдущем переходе, мм» [16].

«Средние значения припусков определяются по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i max} + z_{i min}). \quad (8) \gg [16]$$

«Выполняем расчеты припусков.

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,300^2 + 0,025^2} = 0,601 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,045^2 + 0,025^2} = 0,252 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{\text{то}} + \sqrt{\Delta_{\text{то}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,030^2 + 0,012^2} = 0,263 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,007^2 + 0,012^2} = 0,164 \text{ мм.}$$

$$z_{5min} = a_4 + \sqrt{\Delta_4^2 + \varepsilon_5^2} = 0,0100 + \sqrt{0,001^2 + 0,012^2} = 0,022 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} z_{1 max} &= z_{1 min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (0,9 + 0,25) = \\ &= 1,176 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 max} &= z_{2 min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,252 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,10) = \\ &= 0,427 \text{ мм.} \end{aligned}$$



$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,263 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,062) = 0,374 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,062 + 0,013) = 0,202 \text{ мм.}$$

$$z_{5 \max} = z_{5 \min} + 0,5 \cdot (Td_4 + Td_5) = 0,022 + 0,5 \cdot (0,013 + 0,013) = 0,035 \text{ мм.}$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,176 + 0,601) = 0,889 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,427 + 0,252) = 0,340 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,374 + 0,263) = 0,319 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,202 + 0,164) = 0,183 \text{ мм.}$$

$$z_{cp5} = 0,5 \cdot (z_{5 \max} + z_{5 \min}) = 0,5 \cdot (0,022 + 0,035) = 0,029 \text{ мм} \gg [16].$$

«Минимальное значение операционного размера определяется по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9) \gg [16]$$

«Максимальное значение операционного размера определяется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (10) \gg [16]$$

«Среднее значение операционного размера определяется по формуле:

$$d_{i \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i \max} + d_{i \min}). \quad (11) \gg [16]$$

«Для перехода предшествующего термической обработке минимальный размер определяется по формуле:

$$d_{(T0-1)min} = d_{(i-1) \min} \cdot 0,999. \quad (12) \gg [16]$$

«Выполняем расчеты операционных размеров.

$$d_{5min} = 30,000 \text{ мм.}$$

$$d_{5max} = 29,987 \text{ мм.}$$

$$d_{5cp} = 0,5 \cdot (d_{5max} + d_{5min}) = 0,5 \cdot (30,000 + 29,987) = 29,9935 \text{ мм.}$$

$$d_{4min} = d_{5min} + 2 \cdot z_{5min} = 29,987 + 2 \cdot 0,022 = 30,031 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = d_{4min} + Td_4 = 30,031 + 0,013 = 30,044 \text{ мм.}$$

$$d_{4cp} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (30,044 + 30,031) = 30,038 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 30,044 + 2 \cdot 0,164 = 30,372 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 30,372 + 0,062 = 30,434 \text{ мм.}$$

$$d_{3cp} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (30,434 + 30,038) = 30,403 \text{ мм.}$$

$$d_{TO min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 30,434 + 2 \cdot 0,263 = 30,960 \text{ мм.}$$

$$d_{TO max} = d_{TO min} + Td_{TO} = 30,960 + 0,160 = 31,120 \text{ мм.}$$

$$d_{TO cp} = 0,5 \cdot (d_{TO max} + d_{TO min}) = 0,5(31,120 + 30,403) = 31,040 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{TO min} \cdot 0,999 = 31,120 \cdot 0,999 = 31,089 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 31,089 + 0,100 = 31,990 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (31,990 + 31,089) = 31,5395 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 31,990 + 2 \cdot 0,252 = 32,494 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 32,494 + 0,250 = 32,744 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (32,744 + 32,494) = 32,619 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 32,744 + 2 \cdot 0,601 = 33,946 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 33,946 + 0,900 = 34,846 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5(d_{0max} + d_{0min}) = 0,5(34,846 + 33,946) = 34,396 \text{ мм} \gg [16].$$

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{4max}. \quad (13) \gg [16]$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (14) \gg [16]$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15)» [16]$$

«Выполняем расчет общих припусков.

$$2z_{min} = 33,946 - 30,012 = 3,946 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 3,946 + 0,900 + 0,013 = 4,859 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,946 + 4,859) = 4,4025 \text{ мм}» [16].$$

«Припуски на остальные поверхности, определенные с применением статистических данных представлены в таблице 2» [20].

Таблица 2 – Припуски на обработку поверхностей

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1, 19	1	1,6	2,375
5, 6	1	1,1	1,725
8	1	1,1	1,725
	2	0,3	0,475
	3	0,1	0,181
	4	0,06	0,099
9	1	0,9	1,59
	2	0,4	0,525
	3	0,2	0,257
	4	0,1	0,143
10, 12, 14	1	1,5	2,25
11, 13	1	1,0	1,75
15	1	0,9	1,775
	2	0,4	1,145
	3	0,2	0,314
	4	0,1	0,187
20	1	1,1	1,655
	2	0,25	0,397
	3	0,10	0,168
	4	0,06	0,093

«После определения припусков необходимо определить параметры заготовки» [4]. «Параметры заготовки: класс точности Т4, группа стали М2, степень сложности заготовки С2, исходный индекс И9, штамповочные

уклоны 7°, радиус закруглений 3 мм, остаточный облой не более 1,2 мм, concentricity 1 мм» [4].

«Используя полученные значения параметров заготовки, назначаем технологические напуски и допуски» [4]. Результаты проектирования приведены в графической части работы.

## 2.2 Проектирование плана изготовления детали

Этап проектирования плана изготовления во многом определяет эффективность проектируемого технологического процесса и его экономические показатели. В соответствии с анализом типа производства основная стратегия проектирования технологического процесса последовательная. Предпочтительной является групповая не поточная форма организации техпроцесса, как наиболее прогрессивная для данного типа производства. Проектирование технологического процесса производится на основе типовых технологических процессов соответствующих групп деталей, что сокращает время проектирования и повышает его качество.

«План изготовления детали проектируем в соответствии с рекомендациями» [13]. «Маршрут изготовления детали проектируется на основе типовых маршрутов» [18]. При этом операции формируются путем объединения в них одинаковых методов обработки поверхностей, определенных на этапе формирования маршрутов обработки поверхностей, приведенных в таблице 1. «Результаты определения маршрута изготовления детали приведены в таблице 3» [7].

Таблица 3 – Маршрут изготовления

Операция	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
005 Токарная	точение	1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20
010 Токарная	точение	2, 3, 4, 7, 8, 9, 15, 18, 20, 21

Продолжение таблицы 3

Операция	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
015 Сверлильная	сверление, резьбонарезание	16, 17
020 Термическая	закалка, отпуск	все
025 Шлифовальная	шлифование	15, 20
030 Шлифовальная	шлифование	8, 9
035 Шлифовальная	шлифование	3
040 Шлифовальная	шлифование	15, 20
045 Шлифовальная	шлифование	8, 9
050 Шлифовальная	шлифование	3
055 Полировальная	полирование	3
060 Моечная	мойка	все
065 Контрольная	контроль	все

«Для формирования плана изготовления также необходимо разработать схемы базирования заготовок на операциях, проставить в соответствии с принятыми схемами базирования операционные размеры и определить технические требования на выполнение операций» [12].

«Разработка схем базирования производится на основе типовых схем базирования и соблюдением принципов единства и постоянства баз на протяжении выполнения всего технологического процесса» [12].

Операционные размеры разрабатываются исходя из принятых схем базирования и должны соответствовать методу достижения точности обработки на настроенном оборудовании

Технические требования на выполнение операций зависят от средней точности достижимой с применением конкретного метода обработки и назначаются в соответствии с рекомендациями [12].

В соответствии с анализом типа производства полученный технологический процесс оформляется в виде подробной маршрутной карты с добавлением, в случае необходимости, на некоторые операции операционных карт с картами эскизов на их выполнение. Разработанная технологическая документация представлена в приложении А «Технологическая документация».

### 2.3 Выбор средств технологического оснащения

В соответствии с анализом типа производства технологическое оборудование должно отвечать требованиям гибкости, производительности и надежности. Предпочтительно применение станков оснащенных системами числового управления, универсальных станков, станков полуавтоматов. Допускается применение специализированных станков.

При выборе станочных приспособлений следует учесть, что они должны отвечать требованиям быстродействия, механизации, надежности, иметь возможность быстрой переналадки на выпуск нового типоразмера детали. Предпочтительно применение стандартизированных и универсальных станочных приспособлений.

При выборе режущих инструментов следует учесть, что они должны обеспечивать необходимую точность и производительность операций, а также обладать высокой стойкостью. Предпочтительно применение стандартного режущего инструмента.

При выборе средств контроля следует учесть, что они должны обеспечивать требуемую точность и производительность контроля. Предпочтительно применение универсальных средств контроля с цифровой индикацией получаемых данных для их дальнейшего использование в системе контроля и адаптивных системах управления оборудованием. Допускается применение специальных средств контроля типа калибров.

Возможно применение специальных средств технологического оснащения в случае экономического обоснования данного решения.

Конкретные типы, марки, модели и наименования средств технологического оснащения принимаем по данным источников [2], [5], [6], [9], [10], [15], [21].

«Результаты оформлены в таблице 4» [7].

Таблица 4 – Результаты выбора средств технологического оснащения

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Инструменты	Средства контроля
005 Токарная	токарно-винторезный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10, сверло центровочное А 4 ГОСТ 14952-80 Р6М5	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89
010 Токарная	токарно-винторезный 16К20	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80, центра ГОСТ 8742-75	резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4, резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89
015 Сверлильная	вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125ПФ2И	тиски самоцентрирующие специальные, штырь установочный ГОСТ 4743-83	сверло спиральное Р18Ф, метчик ГОСТ 9150-81 Р6М5	шаблон
025 Шлифовальная	центрошлифовальный 3923	тиски самоцентрирующие специальные, штырь установочный ГОСТ 4743-83	головка шлифовальная алмазная АГК ГОСТ 2447-82	шаблон
030 Шлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	патрон мембранный ГОСТ 2980-78, центра ГОСТ 8742-75	круг шлифовальный 1-200х50х100 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90
035 Шлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	патрон мембранный ГОСТ 2980-78, центра ГОСТ 8742-75	круг шлифовальный 1-200х50х100 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90
040 Шлифовальная	круглошлифовальный 3Е153	патрон мембранный ГОСТ 2980-78, центра ГОСТ 8742-75	круг шлифовальный 1-200х50х100 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90
045 Шлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	патрон мембранный ГОСТ 2980-78,	круг шлифовальный 1-200х50х100	микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Инструменты	Средства контроля
–	–	центра ГОСТ 8742-75	23A80M5V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	–
050 Шлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	патрон мембранный ГОСТ 2980-78, центра ГОСТ 8742-75	круг шлифовальный 1-200х50х100 23A80M5V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90
055 Шлифовальная	круглошлифовальный 3Е153	патрон мембранный ГОСТ 2980-78, центра ГОСТ 8742-75	круг шлифовальный 1-200х50х100 23A80M5V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90
060 Полировальная	полировальношлифовальный 3А352	патрон мембранный ГОСТ 2980-78, центра ГОСТ 8742-75	круг эластичный М40	микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90
065 Моечная	моечная машина	–	–	–

Выбранные средств технологического оснащения оптимальны с точки зрения их использования в условиях среднесерийного производства. Однако, после нормирования технологического процесса возможен пересмотр результатов их выбора в пользу средств оснащения с большей степенью механизации и автоматизации и, в случае необходимости, проектирование специальных средств технологического оснащения.

Приведенные в таблице 4 данные по выбору средств технологического оснащения заносятся в технологическую документацию, представленную в приложении А «Технологическая документация».

## 2.4 Расчет режимов резания и нормирование

«В соответствии с результатами анализа типа производства режимы резания и нормирование операций выполняются в зависимости от степени



ответственности операции и ее сложности» [7]. Допускается применение опытно-статистического [14] и расчетно-аналитического метода [15]. Первый применим для черновых операций, второй для операций окончательной обработки.

В результате расчета режимов резания должны быть определены подача, скорость резания, частота вращения.

Нормирование выполняется по следующей методике [7].

«Штучное время операции рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{п} \quad (16)$$

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» [7].

«Основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{S \cdot n}, \quad (17)$$

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

$S$  – подача, мм/об» [7].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{р.х.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (18)$$

где  $l_1$  – длина врезания, мм;

$l_{рез}$  – длина резания, мм;

$l_2$  – длина перебега, мм» [7].

«В таблице 5 отражены результаты определения режимов резания и

нормирования технологических операций» [7].

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Номер операции	Установ	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
005	А	1	0,32	240	1000	48	0,15
	Б	1	0,30	240	1000	142	0,48
010	А	1	0,17	361	1600	33	0,12
		1	0,17	292	1600	57	0,21
		2	0,10	287	1600	2,5	0,04
015	–	1	0,10	21	630	39	0,57
		2	1	10	320	78	0,25
025	–	1	0,55	15	300	0,8	0,18
030	–	1	0,014	12	320	0,13	0,29
035	–	1	0,014	12	320	0,14	0,29
040	–	1	0,014	12	320	0,319	0,29
045	–	1	0,011	14	320	0,08	0,30
050	–	1	0,011	14	320	0,08	0,30
055	–	1	0,011	14	320	0,129	0,32
060	–	1	0,01	16	320	0,029	0,35

Анализируя полученные данные, приходим к выводу о том, что время на выполнение сверлильной операции несколько завышено по сравнению с аналогичными сверлильными операциями. Следовательно, требуется модернизировать данную операцию.

«Приведенные в таблице 5 данные по определению режимов резания и нормирования технологических операций заносятся в технологическую документацию, представленную в приложении А «Технологическая документация»» [7].

Данный раздел работы позволил сформировать технологию изготовления детали в соответствии с «типом производства и требованиями, предъявляемыми к детали. Для этого проведен выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, а также расчет режимов резания и нормирование» [7].

### 3 Проектирование специальных средств оснащения

#### 3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков

Нормирование операций технологического процесса показало, что время на выполнение сверлильной операции несколько завышено по сравнению с аналогичными сверлильными операциями. Одна из причин этого заключается в увеличенном вспомогательном времени операции, что объясняется отсутствием механизации процесса закрепления. Спроектируем самоцентрирующие тиски с механизированным приводом. Для этого используем методику [17].

Схема операции приведена на рисунке 2.

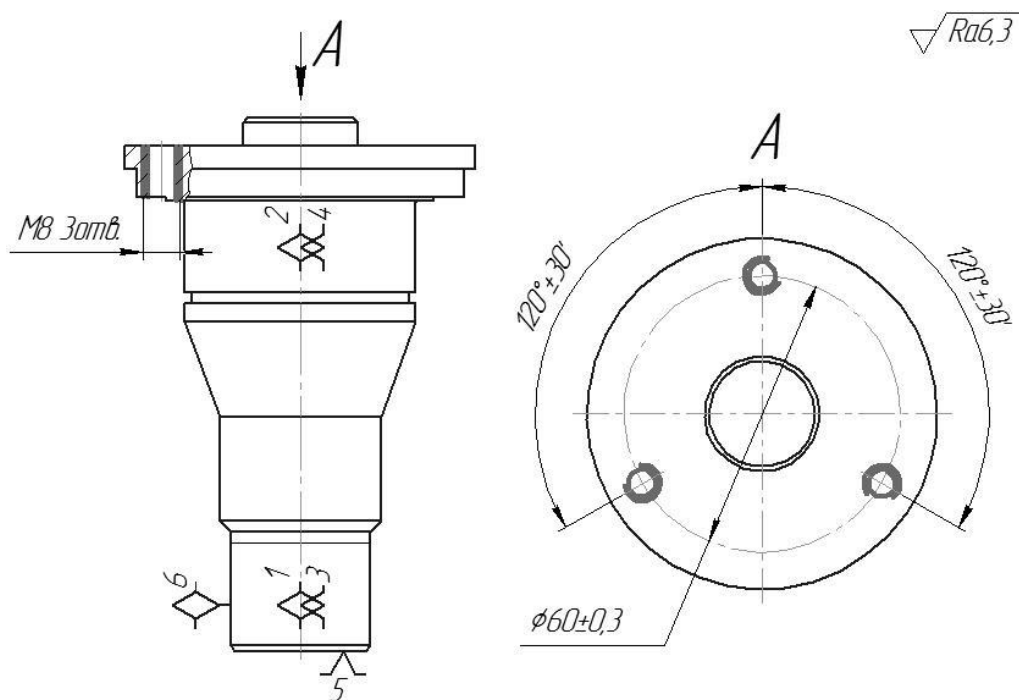


Рисунок 2 – Схема операции

Расчет силовых характеристик приспособления основан на системе равновесия сил резания и закрепления.

«Согласно принятой методике осевая сила резания рассчитывается по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (19)$$

где  $C_p$ ,  $q$ ,  $y$ ,  $K_p$  – поправочные коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают фактические условия операции;

$D$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

$S$  – продольная подача, мм/об» [16].

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 8^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,84 = 1027 \text{ Н.}$$

«Крутящий момент от силы резания рассчитывается по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (20)$$

где  $C_m$  – поправочный коэффициент, который учитывает фактические условия операции» [16].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,035 \cdot 8^{2,0} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,84 = 2,62 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Силу закрепления будем определять только для случая воздействия на заготовку крутящего момента, так как осевая сила резания прижимает заготовку к опоре.

«Момент силы зажима равен:

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{2}, \quad (21)$$

где  $W$  – сила зажима, Н;

$f$  – коэффициент трения поверхностей заготовки и призмы;

$d$  – диаметр закрепления, мм;

$\alpha$  – угол призмы, град» [17].

«Из условия необходимости обеспечения равенства данных моментов определяем силу зажима:

$$W = \frac{2 \cdot M_3 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{f \cdot d} \cdot K, \quad (22)$$

где  $K$  – коэффициент запаса» [17].

«Коэффициент запаса учитывает особенности выполнения операции и рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (23)$$

где:  $K_0$  – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1$  – коэффициент состояния обрабатываемой поверхности;

$K_2$  – коэффициент увеличения сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$K_3$  – коэффициент прерывистости процесса резания» [17].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8.$$

«По формуле (22) определяем силу зажима.

$$W = \frac{2 \cdot 2,62 \cdot \sin 45^\circ}{30 \cdot 10^{-3} \cdot 0,15} \cdot 1,8 = 1482 \text{ Н} \text{» [17].}$$

«Усилие зажима на ползушках рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (24)$$

где  $l$  – вылет призмы, мм;

$H$  – длина направляющей, мм;

$f_1$  – коэффициент трения в направляющих» [17].

$$W_1 = \frac{1482}{1 - \frac{3 \cdot 90}{95} \cdot 0,2} = 3500 \text{ Н.}$$

«Усилие, развиваемое силовым приводом, при условии использования рычажного зажимного механизма, определяется уравнением:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (25)$$

где  $i_c$  – передаточное отношение зажимного механизма» [17].

$$Q = \frac{3500}{2,0} = 1750 \text{ Н.}$$

«Данное усилие развивает пневматический цилиндр диаметр которого определяется уравнением:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (26)$$

где  $d$  – диаметр штока поршня, мм;

$P$  – давление в пневмосистеме, МПа» [17].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1750}{0,4}} = 69 \text{ мм.}$$

С целью снижения стоимости приспособления применим в его конструкции стандартный пневмоцилиндр с диаметром поршня 70 мм.

«Для расчета приспособления на точность используется формула:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2}, \quad (27)$$

где  $\Delta_1$  – погрешность изготовления рабочих поверхностей призм, мм;

$\Delta_2$  – погрешность изготовления рычага, мм;

$\Delta_3$  – погрешность присоединительного размера рычага и ползушки, мм;

$\Delta_4$  – погрешность присоединительного размера рычага и тяги, мм;

$\Delta_5$  – погрешность колебания зазоров в сопряжении рычага и ползушки, мм;

$\Delta_6$  – погрешность колебания зазоров в сопряжении рычага и тяги, мм» [17].

$$\begin{aligned}\varepsilon_y &= \frac{1}{2} \sqrt{0,047^2 + 0,110^2 + 0,013^2 + 0,013^2 + 0,013^2 + 0,016^2} = \\ &= 0,061 \text{ мм.}\end{aligned}$$

«Приспособление обеспечивает заданную точность обработки, если погрешность установки в нем меньше либо равна 0,3 от допуска на самый точный размер операции. В данном случае требуемая точность составляет 0,156 мм, то есть условие выполнено» [17].

Конструктивно приспособление представляет собой силовой привод и зажимной механизм. Основными элементами силового привода являются поршень и шток. Основными элементами зажимного механизма являются рычаги, оси, ползушки и призмы. Весь механизм находится в корпусе. Подробно конструкция приспособления приведена на листе графической части работы и описана в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам».

### 3.2 Проектирование сверла

Дальнейшее совершенствование сверлильной операции и сокращение времени на ее выполнение возможно путем применения более интенсивных режимов резания, что приведет к снижению стойкости инструмента и качества обработки. Для этого необходимо спроектировать сверло, которое позволит увеличить режимы резания без снижения стойкости и качества обработки. «Проектирование сверла произведем по методике» [19].

«Определим расчетное значение диаметра сверла:

$$D = D_{min} + \frac{TD}{2}, \quad (28)$$

где  $D_{min}$  – минимальный диаметр сверления, мм;

$TD$  – допуск диаметра отверстия, мм» [19].

$$D = 6,5 + \frac{0,036}{2} = 6,518 \text{ мм.}$$

«Допуск на расчетный размер зависит от требуемой точности обработки и назначается на два качества точнее, то есть в данном случае соответствует 7 качеству» [19].

Исходя из марки обрабатываемого материала, режущая часть сверла должна быть изготовлена из быстрорежущей стали P18Ф.

Исходя из диаметра сверла хвостовик целесообразно выполнить цилиндрическим.

«Диаметр хвостовика определяется по формуле:

$$d = \frac{\mu \cdot P_0}{6 \cdot M_c}, \quad (29)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения в зоне контакта;

$P_0$  – осевая сила, Н;

$M_c$  – момент сопротивления, Н/мм» [19].

$$d = \frac{0,1 \cdot 1027}{6 \cdot 3,47} = 4,93 \text{ мм.}$$

Полученное значение диаметра сверла является минимально допустимым. С точки зрения технологичности изготовления сверла целесообразно выполнить диаметр хвостовика равным 6,5 мм.

«Повышения стойкости сверла планируется добиться за счет применения в конструкции центральной режущей вставки из поликристаллического нитрида бора и нанесением на режущие кромки износостойкого упрочняющего покрытия пленкой толщиной от 2 до 10 мкм нитрида молибдена. Такое техническое решение позволит увеличить стойкость сверла по данным от 5 до 8 раз» [19].

«Определение диаметра режущей вставки производится с использованием выражения:



$$d = \frac{D}{9}, \quad (30)$$

где  $D$  – расчетный диаметр сверла, мм» [19].

$$d = \frac{6,518}{9} = 0,724 \text{ мм.}$$

«Выбираем диаметр вставки из сверхтвердого материала из стандартного ряда равный 0,8 мм» [19].

Спроектированное сверло имеет большую стойкость, что тем самым позволяет значительно увеличить режимы резания и сократить основное время операции.

«Подробно конструкция сверла приведена на листе графической части работы и описана в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [7].

В данном раздел работы устранены недостатки сверлильной операции, которые приводили к значительному увеличению времени ее выполнения. Для этого произведено проектирование самоцентрирующих тисков, что позволило сократить время на снятие и установку детали, и сверла, конструкция которого позволяет применить более интенсивные режимы резания.

## **4 Безопасность и экологичность технического объекта**

### **4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта**

В данном подразделе дадим краткую характеристику технологического процесса изготовления оси натяжного ролика.

Основные технологические операции механической обработки: токарные, сверлильная, шлифовальные и полировальная.

Основные металлорежущие станки: токарно-винторезный 16К20Ф3, вертикально-сверлильный 2С125ПФ2И, торцекруглошлифовальный 3Т160, круглошлифовальный 3Е153, полировально-шлифовальный 3А352.

Основные станочные приспособления: патрон трехлапчатый ГОСТ 2675-80, тиски самоцентрирующие, патрон мембранный ГОСТ 2980-78, центра ГОСТ 8742-75.

Основные режущие инструменты: резец контурный ГОСТ 18879-73, сверло центровочное А 4 ГОСТ 14952-80, сверло спиральное, метчик ГОСТ 9150-81, головка шлифовальная алмазная АГК ГОСТ 2447-82, шлифовальные круги различных типов, круг эластичный М40.

Основные средства контроля: штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, шаблон, микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90.

Более подробно содержание технологических операций и используемые на них средства технологического оснащения приведены в технологической документации (приложение А «Технологическая документация») данной работы.

Так же в технологическом процессе используются смазочно-охлаждающие жидкости на синтетической основе и обтирочные материалы.

Основные производственные рабочие в данном технологическом процессе: операторы станков с числовым программным управлением, шлифовщики.

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Выполнение данного подраздела производим на основе 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» [3].

Полученные данные приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Опасности/ риски
технологические операции механической обработки и средства их оснащения	«действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего» [3]	«падение с высоты, падение предметов» [3]
	«движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [3]	«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от неполадок или повреждения систем управления» [3]
	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [3]	«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [3]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов» [3]	«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения, а также теплового излучения» [3]

Продолжение таблицы 6

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Опасности/ риски
–	«производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [3]	–
	«производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [3]	«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств (например, потеря равновесия, ослаблении внимания)» [3]
	«производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [3]	«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [3]
	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [3]	«физические перегрузки» [3]
	«производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [3]	«контакт с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находясь под напряжением (косвенный контакт), неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от возобновления энергоснабжения после его прерывания» [3]

Следует заметить, что приведенные в таблице 6 риски являются наиболее вероятными исходя из приведенных ранее характеристик технологического процесса. Возможно возникновение и других рисков, что обусловлено влиянием различных вторичных производственных факторов, возникающих под действием источников, не имеющих отношения непосредственно к выполнению анализируемого технологического процесса изготовления.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Выполнение данного подраздела производим на основе 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» [3].

Полученные данные приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«падение с высоты, падение предметов» [3]	«издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда» [3]	использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места; обеспечение безопасных условий труда
«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания от неполадок или повреждения систем управления» [3]	«устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников» [3], «устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [3]	«соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима; применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное применение систем торможения» [3], «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; допуск к» [3]

Продолжение таблицы 7

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
—	—	«работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [3]
«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [3]	«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» [3]	«устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты; организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным методам и приемам выполнения работ; использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [3]
«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [3]	«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 защиты» [3]	«применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [3]
«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств» [3]	«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» [3]	«применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [3]

Продолжение таблицы 7

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
—	«средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [3]	—
«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [3]	«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» [3]	«своевременный ремонт машин и оборудования, проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим контролем вибрационных характеристик; установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции» [3]
«физические перегрузки» [3]	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [3]	«проведение инструктажа на рабочем месте; соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха; организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [3]
«контакт с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находясь под напряжением (косвенный контакт), неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от возобновления энергоснабжения после его прерывания» [3]	«внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [3]	«изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [3]

Приведенный в таблице 7 комплекс мероприятий по улучшению условий и охраны труда, а также методов и средств, направленных на снижение профессиональных рисков, позволит гарантированно снизить травматизм, а также свести влияние выявленных ранее рисков на основных производственных рабочих, выполняющих технологический процесс, к минимуму.

#### **4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта**

Выполнение идентификации опасных факторов пожара основано на классификации пожара виду горючего материала. Рассмотрев используемые в ходе выполнения технологического процесса средства технологического оснащения и материалы, приходим к выводу, что «класс пожара D, характеризующийся воспламенением и горением металлов» [3].

Далее определяем опасные факторы пожара. «В данном случае к ним относят: пламя и искры, тепловой поток, повышенную температуру окружающей среды, повышенную концентрацию токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженную концентрацию кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)» [3].

На выбор технических средств и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности также оказывает влияние категория пожароопасности помещений, в которых осуществляется технологический процесс. В данном случае в помещениях находятся (обращаются): горючие и трудногорючие жидкости в виде технологических жидкостей, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть. Таким образом, делаем вывод о том, что помещения, в которых выполняется технологический процесс, относятся к категории ВЗ.

Исходя из классификации пожара виду горючего материала, опасных



факторах пожара и категории пожароопасности помещений «рекомендуются следующие средства пожаротушения: огнетушители ОП-10, мотопомпа, пожарные извещатели, пожарные щиты класса ЩП-А, пожарная сигнализация» [3]. Кроме средств пожаротушения необходимо обеспечить выполнение следующих организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности: «инструкции по действиям персонала, инструктаж по пожарной безопасности» [3].

#### **4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта**

При реализации рассматриваемого технологического процесса возникают следующие негативные экологические факторы: загрязнение гидросферы и литосферы технологическими жидкостями, металлической стружкой, ломом, частицами абразива, разнообразными твердыми неметаллическими отходами; загрязнение атмосферы металлической и абразивной пылью.

Мероприятия и технические средства направленные на снижение негативного антропогенного воздействия, выявленных негативных экологических факторов должны соответствовать ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы», а также ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения» [3].

Данный раздел работы направлен на обеспечение производственной и пожарной безопасности на технологическом участке, а также снижение антропогенного воздействия технологического процесса. Выявлены основные источники опасностей, выполнена идентификация опасных факторов пожара и негативных экологических факторов. В результате чего предложены мероприятия и технические средства по устранению и снижению влияния всех выявленных опасностей, факторов и рисков.

## 5 Экономическая эффективность работы

Любое техническое решение предполагает экономическое обоснование предложенных совершенствований. В этом и заключается основная задача данного раздела бакалаврской работы.

Подробное описание производимого изделия, его технологического процесса, применяемой оснастки и инструмента, а также трудоемкость операций, представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы. Но для выполнения основной задачи данного раздела, наибольший интерес представляют только предложенные изменения в технологический процесс.

Предложенные изменения технологического процесса и результаты представлены на рисунке 3.

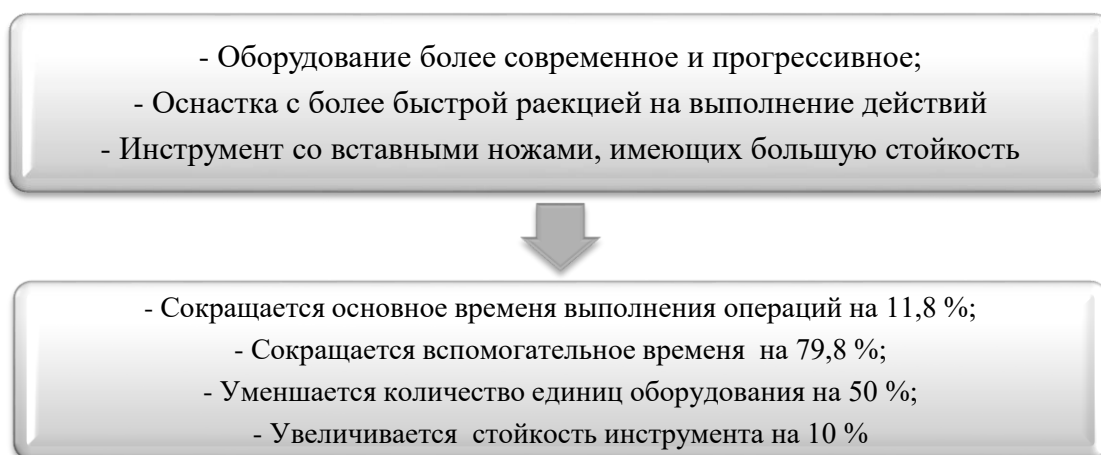


Рисунок 3 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

Основываясь на технических результатах, представленных на рисунке 3, можно сделать предварительный вывод об эффективности предложенных совершенствований. Однако, для получения действительного подтверждения эффективности предложенных совершенствований, необходимо провести комплекс экономических расчетов. Этот комплекс, укрупнено, можно разделить на несколько этапов. Последовательность и название этапов, а

также проводимые расчеты для их выполнения представлены на рисунке 4.

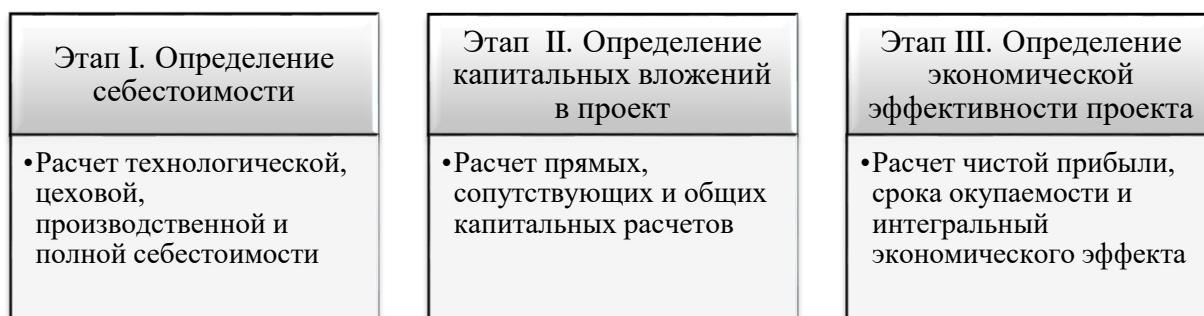


Рисунок 4 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 4 расчеты и методики для их проведения [8] позволят получить результаты и сделать итоговые выводы по эффективности предложенных мероприятий. Для упрощения выполнения перечисленных расчетов дополнительно используется программное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты расчетов по определению себестоимости изготовления продукции двух сравниваемых вариантов представлены на рисунке 5.

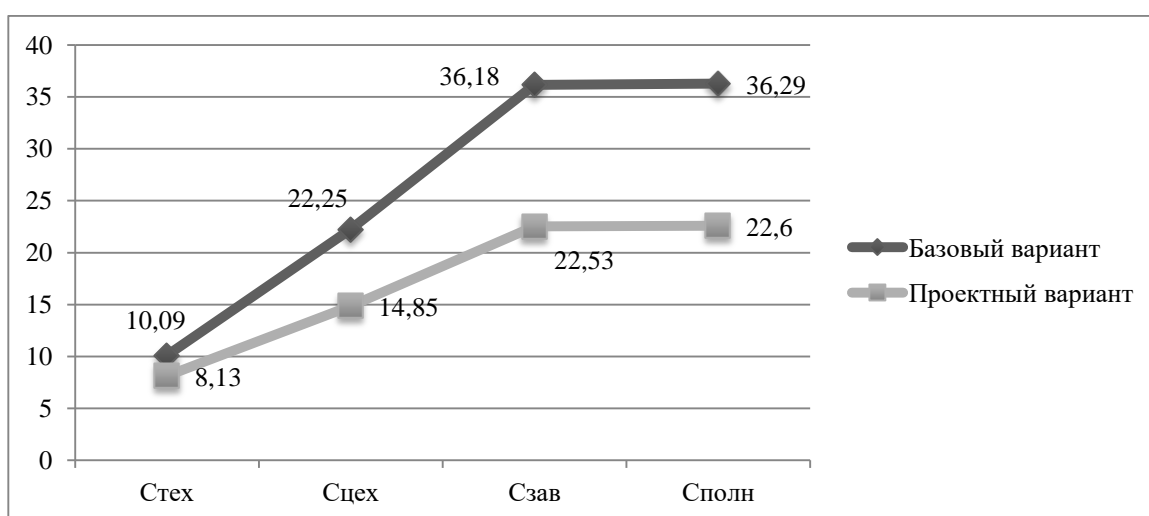


Рисунок 5 – Результаты расчетов по определению себестоимости

На рисунке 5 видно, что технологическая ( $C_{ТЕХ}$ ), цеховая ( $C_{ЦЕХ}$ ), производственная ( $C_{ЗАВ}$ ) и полная ( $C_{ПОЛН}$ ) себестоимости, по сравниваемым вариантам, в проектном варианте имеют меньшие значения. Это показывает снижение итоговых расходов на производство после предложенных совершенствований на 37,7%.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в совершенствованный технологический процесс, представлены на рисунке 6.

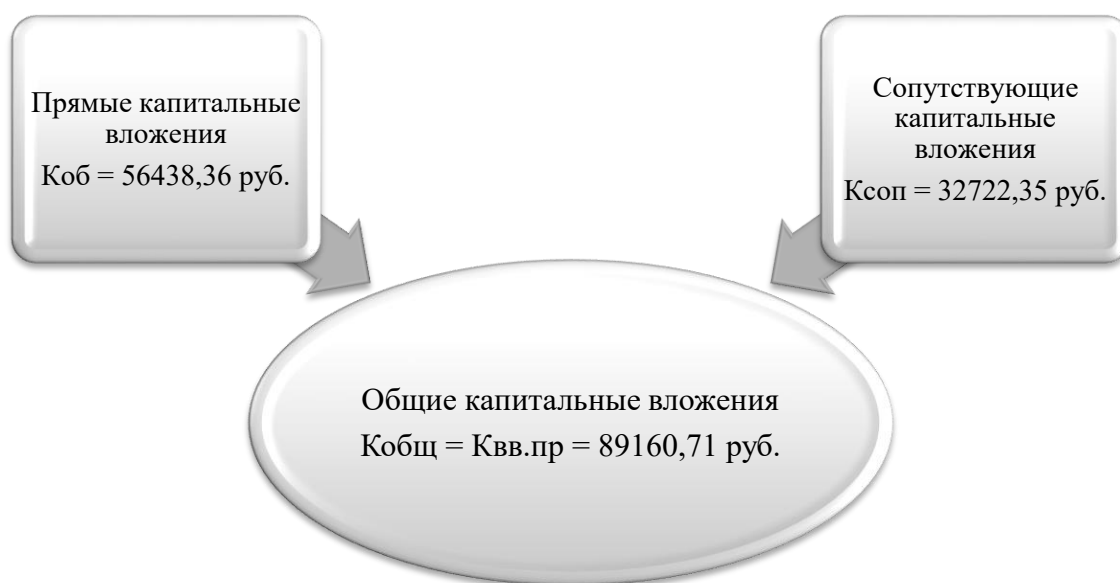


Рисунок 6 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 6 видно, что прямые капитальные вложения имеют большее значение, чем сопутствующие капитальные вложения. Их доля в общих инвестициях составляет 63,3%. Это объясняется применением более дорогостоящего оборудования в проектируемом варианте технологического процесса.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности проекта представлены на рисунке 7.



Рисунок 7 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

Как видно из рисунка 7, предложенные совершенствования технологического процесса можно внедрять, так как это позволит получить предприятию экономический эффект в размере 19745,98 руб.

На данном этапе работы выявлены экономические показатели технологического процесса. Показатель интегрального экономического эффекта положительный, что позволяют сделать выводы об эффективности принятых технических решений.

## Заключение

Анализируя результаты выполнения данной выпускной квалификационной работы, приходим к следующим выводам.

На первом этапе выполнения работы были сформулированы ее задачи, решение которых необходимо для достижения заявленной цели. «Для этого проанализировано назначение, условия эксплуатации и технологичность детали, а также характеристики типа производства» [7].

«На следующем этапе выполнения работы сформирована технология изготовления детали в соответствии с типом производства и требованиями, предъявляемыми к детали. Для этого проведен выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, а также расчет режимов резания и нормирование» [7].

Далее проведено устранение недостатков технологии, вызванных техническими причинами. Для этого произведено проектирование самоцентрирующих тисков и сверла для сверлильной операции.

Следующий этап работы направлен на обеспечение производственной и пожарной безопасности на технологическом участке. В результате чего выявлены все источники опасностей и предложены мероприятия по их устранению.

На заключительном этапе работы выявлены экономические показатели технологического процесса, которые позволяют сделать выводы об эффективности принятых технических решений.

Из сказанного следует, что в результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана технология изготовления оси натяжного ролика, «которая в условиях среднесерийного типа производства способна обеспечить выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества с минимальными затратами» [7]. Таким образом, цель работы достигнута.

## Список используемых источников

1. 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: 25.08.2023).
2. Болтон У. Карманный справочник инженера –метролога. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
3. 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.
4. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.
5. 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: 02.09.2023).
6. 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: 05.09.2023).
7. 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: 24.09.2023).
8. 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: 12.10.2023).

9. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.]; Под редакцией И. А. Иванова и С. В. Урушева. – 4 –е изд., стер. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 356 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/208667> (дата обращения: 18.09.2023).

10. Мещерякова В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учебное пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 336 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062069> (дата обращения: 18.09.2023).

11. Погонин А.А. Технология машиностроения : учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3 –е изд., доп. – Москва : ИНФРА –М, 2022. – 530 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045711> (дата обращения: 09.09.2023).

12. 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.

13. 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: 06.09.2023).

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17.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: 05.10.2023).

18.Технология машиностроения. Специальная часть: учебник для вузов / А. С. Ямников, М. Н. Бобков, Г. В. Малахов [и др.]; под ред. А. А. Маликова, А. С. Ямникова. – Москва; Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 344 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168626> (дата обращения: 03.09.2023).

19.Фельдштейн Е. Э. Режущий инструмент. Эксплуатация: Учебное пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Москва: НИЦ ИНФРА –М; Минск: Нов. знание, 2014. – 256 с.: ил.; – URL: <https://znanium.com/catalog/product/424209> (дата обращения: 18.09.2023).

20. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2013. – 256 с.

21.Харченко А. О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: учебное пособие / А.О. Харченко. – 2 –е изд. – Москва: Вузовский учебник: ИНФРА –М, 2023. – 260 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1895652> (дата обращения: 18.09.2023).

22.Химический состав и физико-механические стали 19ХГН [Электронный ресурс]. – URL: [https://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/19XGH?ysclid=ln1le5h5dy266024088](https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/19XGH?ysclid=ln1le5h5dy266024088) (дата обращения: 29.08.2023).



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	Купл
0 19	Установ Б 2, 3, 4, 8, 7, 9 в размер $\phi 31,99_{0,1}$ , $\phi 50,37_{0,25}$ , $\phi 47_{0,1}$ , 87 <sup>+0,14</sup> , 18 <sup>+0,004</sup> , 40 <sup>+0,07</sup> , 25 <sup>+0,14</sup> , 2 <sup>+0,2</sup>														
T 20	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4;														
T 21	392110 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.														
22															
A 23	XX XX XX 015 4121 Сверлильная														
Б 24	381213 Вертикально-сверлильный 2С125ПФ 3 15292 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,03														
0 25	Сверлить пов. 17 в размер $\phi 7,5_{0,07}$ , нарезать резьбу пов. 16 в размер М8х1,25.														
T 26	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391267 Сверло специальное Р18Ф; 391391 Метчик Р6М5														
T 27	ГОСТ 8859-85; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80; 393400 Калибр.														
28															
A 29	XX XX XX 020 Термическая														
30															
A 31	XX XX XX 025 4142 Центрошлифовальная														
Б 32	381317 Центрошлифовальный 3922 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,3														
0 33	Шлифовать поверхности: пов. 22, 23 в размер $\phi 4_{0,016}$														
T 34	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ 12195-66; 397120 Круг шлифовальный АГК ГОСТ 2447-82;														
T 35	393120 Калибры.														
36															
A 37	XX XX XX 030 4130 Торцекруглошлифовальная														
Б 38	381311 Торцекруглошлифовальный 3Т160 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,38														
0 39	Шлифовать поверхности: пов. 15, 20 в размер $\phi 25,16_{0,052}$ ; 107,15 <sup>+0,007</sup> .														
T 40	396110 Патрон мембранный ГОСТ 2980-78; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.														
41															
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	Тпоз	Тшт
Б 69	XX	XX	XX	035	4130 Торцекруглошлифовальная												
О 70	381311	Торцекруглошлифовальный	ЗТ160	З	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1					0,38
Т 71	Шлифовать поверхности: пов. 8, 9 в размер $\phi 50,16_{-0,062}^{+0,043}$ ; 18,13																
72	396110 Патрон мембранный ГОСТ2980-78; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.																
73																	
А 74	XX	XX	XX	040	4131 Шлифовальная												
Б 75	381311	Круглошлифовальный	ЗЕ153	З	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1					0,38
О 76	Шлифовать поверхность 3 в размер, $\phi 30,434_{-0,062}$ .																
Т 77	396110 Патрон мембранный ГОСТ2980-78; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.																
78																	
А 79	XX	XX	XX	045	4130 Торцекруглошлифовальная												
Б 80	381311	Торцекруглошлифовальный	ЗТ160	З	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1					0,43
О 81	Шлифовать поверхности: пов. 15, 20 в размер $\phi 25_{-0,043}^{+0,067}$ ; 107																
Т 82	396110 Патрон мембранный ГОСТ2980-78; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.																
83																	
А 84	XX	XX	XX	050	4130 Торцекруглошлифовальная												
Б 85	381311	Торцекруглошлифовальный	ЗТ160	З	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1					0,43
О 86	Шлифовать поверхности: пов. 8, 9 в размер $\phi 50_{-0,062}^{+0,076}$ ; 18 $^{+0,043}$ .																
Т 87	396110 Патрон мембранный ГОСТ2980-78; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.																
88																	
А 89	XX	XX	XX	055	4131 Шлифовальная												
Б 90	381311	Круглошлифовальный	ЗЕ153	З	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1					0,40
О 91	Шлифовать поверхность 3 в размер, $\phi 30,044_{-0,043}$ .																
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
Т 94	<i>396110 Патрон мембранный ГОСТ2980-78; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скода рычажная.</i>														
95															
А 96	<i>XX XX XX 060 4191 Полировальная</i>														
Б 97	<i>381337 Круглошлифовальный 3Е153 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,44</i>														
О 98	<i>Шлифовать поверхность 3 в размер, <math>\phi 30_{-0,013}</math>.</i>														
Т 99	<i>396110 Патрон мембранный ГОСТ2980-78; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скода рычажная.</i>														
100															
А 101	<i>XX XX XX 065 Моющая</i>														
102															
А 103	<i>XX XX XX 070 Контрольная</i>														
104															
105															
106															
107															
108															
109															
110															
111															
112															
113															
114															
115															
116															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форма 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Елифанов			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Н.контр.	Козлов			Ось натяжного ролика		Цев.	Уч.	Р.М.	Опер.			
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МВ	КОИД		
Токарная		Сталь 19ХГН ТУ14-1-261-72		НВ 170	166	18	φ77х120		21	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож				
16К20Ф3				0,37			0,46	Угринал-1				
		пи	о или в	L	f	i	s	p	v			
01	1. Установить заготовку											
T <sub>02</sub>	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4;											
T <sub>03</sub>	392110 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10.											
0 <sub>04</sub>	2. Точить последовательно поверхности и торцы: 18, 15, 20 выдерживая размеры согласно эскиза.											
P <sub>05</sub>		1				0,32		0,17	1600	361		
0 <sub>06</sub>	3. Переустановить заготовку											
0 <sub>07</sub>	4. Точить последовательно поверхности и торцы: 2, 3, 4, 8, 7, 9 выдерживая размеры согласно эскиза.											
P <sub>09</sub>		2				0,39		0,17	1600	292		
P <sub>10</sub>		3				1,5		0,1	1600	287		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форма 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	<i>Елифанов</i>			<i>ТГУ</i>								
Проверил	<i>Козлов</i>			<i>Кафедра ОТМП</i>								
Н.контр.	<i>Козлов</i>			<i>Ось натяжного ролика</i>				Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МВ	КОИД		
<i>Токарная</i>		<i>Сталь 19ХГН ТУ14-1-261-72</i>		<i>НВ 170</i>	<i>166</i>	<i>18</i>	<i>φ77х120</i>		<i>21</i>	<i>1</i>		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож				
<i>16К20Ф3</i>				<i>037</i>			<i>046</i>	<i>Угринал-1</i>				
		пи	о или в	L	t	i	s	p	v			
<i>011</i>	<i>5. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.</i>											
<i>12</i>												
<i>13</i>												
<i>14</i>												
<i>15</i>												
<i>16</i>												
<i>17</i>												
<i>18</i>												
<i>19</i>												
<i>20</i>												







Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форма 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Елифанов			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Н.контр.	Козлов			Ось натяжного ролика				Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД		
Сверлильная		Сталь 19ХГН ТУ14-1-261-72		НВ 170	166	18	φ77х120		21	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	сож				
2С125ПФ2И				0,82			103	Угринал-1				
		пи	о или в	L	f	i	s	п	v			
01	1. Установить заготовку											
Т.02	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391267 Сверло специальное Р18Ф; 391391 Метчик											
Т.03	Р6М5 ГОСТ8859-85.											
0.04	2. Обрабатывать пов. 16, 17 выдерживая размеры согласно эскиза.											
Р.05		1				3,25		0,1	630	21		
Р.06		2				1,5		1	320	10		
0.07	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.											
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		23.БР.ОТМП.023.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>					
A3	1	23.БР.ОТМП.023.65.00.001	Корпус	1	
A4	2	23.БР.ОТМП.023.65.00.002	Корпус пневмоцилиндра	1	
A4	3	23.БР.ОТМП.023.65.00.003	Крышка	1	
A4	4	23.БР.ОТМП.023.65.00.004	Крышка	2	
A2	5	23.БР.ОТМП.023.65.00.005	Крышка	1	
A3	6	23.БР.ОТМП.023.65.00.006	Ось	2	
A3	7	23.БР.ОТМП.023.65.00.007	Ползушка	2	
A4	8	23.БР.ОТМП.023.65.00.008	Поршень	1	
A3	9	23.БР.ОТМП.023.65.00.009	Призма	4	
A2	10	23.БР.ОТМП.023.65.00.010	Рычаг	3	
A3	11	23.БР.ОТМП.023.65.00.011	Толкатель	1	
A3	12	23.БР.ОТМП.023.65.00.012	Шток	1	
A4	13	23.БР.ОТМП.023.65.00.013	Штырь	1	
<u>Стандартные изделия</u>					
	14		Винт М5х20	4	
			ГОСТ 11871-78		
	15		Винт М5х20	4	
			ГОСТ 11871-78		
	16		Винт М6х15	2	
			ГОСТ 17477-84		
23.БР.ОТМП.023.65.00.000					
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	
Разраб. Епифанов					
Проб. Козлов					
Н.контр. Козлов					
Утв. Логинов					
Приспособление станочное				Лит.	Лист
				1	2
				ТГУ, ИМ гр. ТМдд-1801а	
Копировал				Формат А4	



