



## Аннотация

Гиндия Дмитрий Эрикович. Технологический процесс изготовления шлицевой втулки шнека. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2020 г.

Цель работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления шлицевой втулки шнека при условии обеспечения требуемых показателей качества изготовления, необходимого объема производства и минимума экономических затрат. Для достижения данной цели были сформулированы задачи такие как: проектирование максимально эффективного технологического процесса на основе проектирования максимально дешевой заготовки и использования современных средств технологического оснащения; проектирование технологических операций на основе подробной их проработки; совершенствование лимитирующих операций; определение безопасности и экологичности выполнения техпроцесса; расчет экономических показателей техпроцесса.

В структуру работы входят пять основных разделов, приложения и графическая часть. Первый раздел работы содержит анализ исходных данных, на основе которого формулируются основные задачи, решение которых позволит достичь намеченной цели. Второй раздел посвящен проектированию заготовки, плана изготовления детали, выбору средств технологического оснащения и проектированию технологических операций. Третий раздел содержит решения по совершенствованию лимитирующих операций на основе проектирования специальных средств технологического оснащения. Четвертый раздел содержит оценку безопасности и экологичности выполнения предлагаемого техпроцесса. Пятый раздел посвящен определению экономической эффективности предлагаемых технических решений.

Пояснительная записка содержит 64 страниц, графическая часть содержит 7 листов формата А1.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации.....	5
1.2 Технологические характеристики детали.....	6
1.3 Формулировка задач работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Выбор параметров техпроцесса.....	10
2.2 Проектирование заготовки.....	11
2.3 Проектирование плана изготовления.....	20
2.4 Определение средств оснащения техпроцесса.....	21
2.5 Разработка технологических операций.....	23
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	27
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	27
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	36
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	38
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	40
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	43
5 Экономическая эффективность работы.....	45
Заключение.....	49
Список используемых источников.....	50
Приложение А Маршрутная карта.....	54
Приложение Б Операционные карты.....	58
Приложение В Спецификации к сборочным чертежам.....	62

## Введение

В настоящий момент все большее распространение получает использование топливных брикетов в качестве топлива в частных домохозяйствах и небольших котельных. Это объясняется наличием большого количества дешевого сырья в виде отходов деревообрабатывающей промышленности и хорошими энергетическими показателями данного вида топлива. Технология изготовления таких топливных брикетов достаточно простая, но требует применения специального шнекового пресса. В конечном итоге именно от него зависит качество получаемых брикетов и производительность процесса.

Конструкция шнекового пресса несложная, но обладает одной ключевой особенностью, которая заключается в необходимости обеспечения высоких характеристик точности поверхностей деталей входящих в нее. Конструкции шнекового пресса достаточно разнообразны и зависят от множества факторов, например, требуемая производительность, размеры получаемых брикетов и ряд других.

Одна из наиболее эффективных конструкций предполагает использование специальной втулки для установки на ней шнека. Такая шлицевая втулка является одним из ключевых элементов конструкции, так как является промежуточным звеном между приводом и шнеком. Соответственно требования к поверхностям и их размерам для данной детали достаточно жесткие. Обеспечение их выполнения возможно путем грамотного проектирования технологии изготовления.

На основании вышесказанного цель работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления шлицевой втулки шнека при условии обеспечения требуемых показателей качества изготовления, необходимого объема производства и минимума экономических затрат.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации**

Назначение шлицевой втулки заключается в передаче крутящего момента от шкива привода пресса шнеку, без изменения его величины. Шнек устанавливается на шлицевую втулку по наружным шлицам с центрированием по их наружной поверхности. Шкив устанавливается по наружной поверхности и шпоночному пазу. Внутренние шлицы служат для установки шлицевой втулки на опорном валу.

Такое служебное назначение детали и большое количество сопрягаемых с другими деталями поверхностей обуславливает сложность ее конструкции с наличием сложного профиля как снаружи детали, так и внутри.

Условия эксплуатации детали могут отличаться, но в большинстве случаев эксплуатация осуществляется в производственных помещениях, что уменьшает влияние внешних климатических факторов.

Кроме этого на шлицевую втулку могут воздействовать случайные факторы, такие как влага от непросохшего сырья, попадание посторонних предметов из зоны загрузки и ряд других факторов появление которых трудно прогнозируемо.

Имеется также воздействие и внутренних факторов, возникающих из-за физики производственного процесса. К таким факторам относят: повышение температуры в процессе производства, что связано с выделением энергии в процессе сжатия и перемещения по шнековому каналу исходного сырья; воздействие вибраций, которые возникают из-за неоднородности сырья.

Влияние оказывают и технические факторы, связанные с конструктивными особенностями пресса, например, недостаточная смазка зоны контакта трущихся поверхностей и ряд других.

Каждый из этих факторов по отдельности не представляет большой

опасности для детали в процессе эксплуатации, так как значения их физических величин невелики. Однако комплексное влияние данных факторов может привести к преждевременному выходу из строя. Наиболее подвержены данному влиянию шлицы.

В связи с этим в ходе проектирования технологического процесса следует особое внимание уделить качеству получения наиболее ответственных поверхностей.

## 1.2 Технологические характеристики детали

Оценка технологических характеристик детали во многом определяет технологию ее изготовления, поэтому данному этапу следует уделить серьезное внимание.

Вначале определим, какие поверхности имеют определяющее значение в конструкции рассматриваемой шлицевой втулки. Для этого используя методику [2] классифицируем их по служебному назначению.

Каждой поверхности на эскизе детали присваиваем свой номер (рисунок 1).

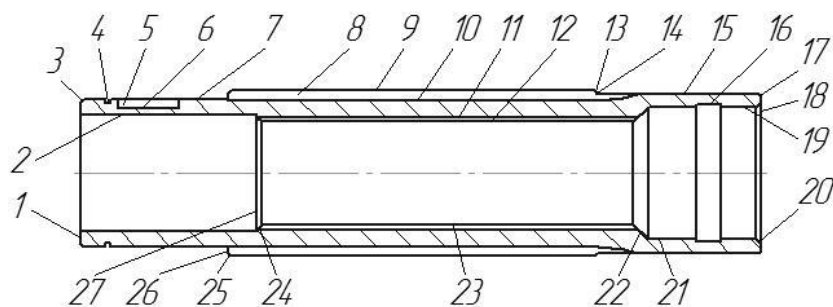


Рисунок 1 – Эскиз детали

В качестве основных конструкторских баз на данной детали используются поверхности 11, 18. Вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 6, 15. Поверхностями, исполняющими

служебное назначение детали, то есть исполнительными, являются поверхности 5, 8, 12. Данные поверхности являются наиболее ответственными поверхностями детали, обработке которых следует уделить особое внимание. Все остальные поверхности являются свободными, то есть формирующими контур детали. Как правило, такие поверхности не имеют существенных требований по точности их изготовления. Как видно, число ответственных поверхностей относительно не велико, что снижает количество необходимых технологических переходов для получения шлицевой втулки.

Анализ материала детали в данном случае представляет интерес с точки зрения технологических характеристик его механической обработки и получения заготовки. Материал рассматриваемой шлицевой втулки чугун СЧ-20 ГОСТ 1412-85. Данный материал имеет следующие механические характеристики [27]: предел прочности при растяжении составляет 200 МПа, коэффициент обрабатываемости резанием лезвийным инструментом 1,0. Такие характеристики обеспечивают хорошие показатели обрабатываемости материала без применения дорогостоящих инструментальных сплавов.

С точки зрения получения заготовки чугун СЧ-20 обладает хорошими литейными свойствами, но при этом не подвержен пластическому деформированию. В связи с этим наиболее технологично в данном случае применить один из методов получения отливок. Исходя из конструктивных особенностей детали и рекомендаций [21] наиболее подходят в данном случае методы получения заготовки литьем в землю и литьем в кокиль. Более детально данный вопрос рассмотрим в последующих пунктах данной работы.

Для оценки конструкции детали на технологичность воспользуемся рекомендациями [23, 25]. Шлицевая втулка имеет сложную конфигурацию, что обусловлено ее служебным назначением и конструктивными особенностями всего механизма в целом. При этом сами поверхности отвечают всем критериям технологичности согласно принятой методике оценки. Все размеры поверхностей и значения их шероховатостей приняты

по стандартному ряду, а форма поверхностей и их взаимное расположение не требует применения специальных методов обработки или специальных средств технологического оснащения.

Технологичность изготовления шлицевой втулки может быть оценена также на основании методики [6]. Базирование заготовки на операциях механической обработки можно осуществить с применением типовых схем базирования [8], что достаточно легко реализуется имеющимися поверхностями детали. При этом обеспечивается соблюдение основных принципов базирования без применения каких-либо специальных технических средств и создания дополнительных поверхностей на заготовке.

Механическая обработка поверхностей детали может быть обеспечена стандартными методами и средствами обработки на основе типовых технологических процессов обработки. При этом не требуется применения специального оборудования и средств технологического оснащения, то есть возможно применение только универсальных и специализированных средств оснащения, что положительно скажется как на качестве принятия проектных решений, так и на экономических показателях проектируемого техпроцесса.

Следует заметить, что форма и характеристики поверхностей шлицевой втулки позволяют применить станки, оснащенные системой числового управления, что также положительно скажется на экономических показателях техпроцесса.

Из проведенного анализа технологических характеристик детали можно сделать заключение о ее технологичности по всем рассмотренным в данном разделе критериям, что позволит применять при проектировании стандартные методики, основанные на известных технических решениях с незначительной их доработкой с учетом конструктивных особенностей детали.



### 1.3 Формулировка задач работы

Исходя из формулировки цели работы и анализа, проведенного выше для успешного достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- выбрать параметры проектируемого технологического процесса;
- спроектировать заготовку, основываясь на экономически обоснованном выборе метода получения заготовки, определении маршрута обработки поверхностей, расчетах припусков на основе методов соответствующих предполагаемому типу производства;
- спроектировать технологический маршрут изготовления детали с учетом типа производства, его характеристик, маршрутов обработки поверхностей, принятого технологического оборудования и средств технологического оснащения;
- спроектировать технологические операции с учетом результатов проектирования технологического маршрута изготовления детали, а также расчетов режимов резания и нормирования операций;
- внести изменения в лимитирующие операции технологического процесса путем проектирования соответствующей технологической оснастки и металлорежущего инструмента;
- оценить безопасность и экологичность выполнения проектируемого технологического процесса;
- провести расчеты экономических показателей проектируемого варианта технологии.

## **2 Разработка технологической части работы**

### **2.1 Выбор параметров техпроцесса**

Цель выполнения данного пункта заключается в выявлении характерных для данного производства параметров, что позволит определить его ключевые особенности и обеспечить максимальную эффективность проектируемого технологического процесса.

Параметры техпроцесса [9] в первую очередь зависят от типа производства, в котором предполагается изготовление детали. Его определение основано на знании годовой программы выпуска и массы детали [7]. Программа выпуска составляет 8000 штук в год, масса детали 2,78 кг, что соответствует среднесерийному типу.

В соответствии со среднесерийным типом проектируемый технологический процесс должен иметь следующие параметры:

- техпроцесс разрабатывается на основе последовательной стратегии проектирования, на основе типовых технологических процессов;
- используется непоточная форма организации техпроцесса;
- детали изготавливаются партиями, размер которых рассчитывается заранее;
- метод получения заготовки должен максимально приближать ее форму к готовой детали;
- маршруты обработки поверхностей формируются на основе минимальных суммарных приведенных затрат;
- документация технологии изготовления оформляется в виде маршрутной и операционных карт;
- операции формируются по принципу экстенсивной концентрации переходов, при соответствующем обосновании допускается использование принципа интенсивной концентрации;

- достижение точности операционных размеров выполняется методами обработки на заранее настроенном оборудовании;
- режимы резания технологических переходов и нормирование операций выполняются на основе расчетно-аналитических и статистических методов;
- обязательно соблюдение основных принципов базирования для работы на заранее настроенном на размер оборудовании;
- использование в качестве технологического оборудования универсальных, специализированных и оснащенных числовым программным управлением станков;
- использование универсальных, стандартных, универсально-сборных, в обоснованных случаях специальных станочных приспособлений;
- использование универсального, стандартного, в обоснованных случаях специального режущего инструмента;
- использование универсальных, нормализованных, в обоснованных случаях специальных средств контроля;
- расположение оборудования в цеху по группам исходя из вида выполняемых работ;
- использование высококвалифицированного персонала.

## **2.2 Проектирование заготовки**

Проектирование заготовки начинается с выбора метода ее получения. Наиболее эффективным является выбор на основе сравнения экономических затрат для каждого из возможных методов [22]. В ходе выполнения анализа исходных данных было отмечено, что в качестве заготовки шлицевой втулки шнека исходя из формы детали, ее материала и типа производства наиболее подходящими являются методы литья в кокиль и в земляные формы.

Произведем сравнение данных методов получения заготовки с помощью предложенной методики.

Стоимость получения детали из соответствующей заготовки определяется из выражения:

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

где  $C_{ЗАГ}$  – стоимость получения заготовки, отнесенная на один кг ее веса, руб.;

$C_{МЕХ}$  – стоимость удаления стружки, отнесенная на один кг ее веса, руб.;

$C_{ОТХ}$  – стоимость одного кг металлического лома, руб.;

$Q$  – масса заготовки, кг;

$q$  – масса детали, кг.

Масса детали определяется согласно выражению:

$$q = V \cdot \rho, \quad (2)$$

где  $V$  – суммарный объем геометрических фигур, формирующих деталь, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность материала детали кг/м<sup>3</sup>.

Расчетная масса детали составит  $q = 2,78$  кг.

Расчет массы заготовки выполним по упрощенной методике [13]. Применение данной методики связано с тем, что на данном этапе проектирования контур заготовки, а также припуски и напуски еще не определены. Масса заготовки определяется из выражения:

$$Q_i = q \cdot K_p, \quad (3)$$

где  $i$  – номер варианта получения заготовки;

$K_p$  – коэффициент, определяемый формой заготовки и способом ее получения.

Проводим соответствующие расчеты:

$Q_1 = 2,78 \cdot 2,35 = 6,53$  кг – заготовка получаемая методом литья в земляные формы;

$Q_2 = 2,78 \cdot 2,17 = 6,04$  кг – заготовка получаемая методом литья в кокиль.

Стоимость удаления стружки, отнесенная на один кг ее веса, определяется из выражения:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (4)$$

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

$C_K$  – капитальные вложения, отнесенные на один кг стружки;

$E_H$  – коэффициент, отражающий эффективность сделанных капитальных вложений.

В данном случае сравниваются два технологически близких метода получения заготовки, поэтому стоимость удаления стружки, отнесенная на один кг ее веса, для обоих методов будет равна и составит:

$$C_{\text{МЕХ } 1,2} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,04 \text{ руб.}$$

Стоимость получения заготовки, отнесенная на один кг ее веса, определяется из выражения:

$$C_{\text{ЗАГ } i} = C_B \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_P, \quad (5)$$

где  $C_B$  – стоимость получения одного кг заготовок для рассматриваемого метода базовая, руб.;

$h_T$  – коэффициент, характеризующий точность метода получения заготовки;

$h_C$  – коэффициент, характеризующий сложность метода получения заготовки;

$h_B$  – коэффициент, характеризующий вес заготовки, полученной данным методом;

$h_M$  – коэффициент, характеризующий марку материала;

$h_{II}$  – коэффициент, характеризующий объем производства.

Учитывая технологическую близость методов получения заготовки, стоимость получения заготовки, отнесенная на один кг ее веса, для обоих методов будет равна и составит:

$$C_{ЗАГ\ 1,2} = 43,47 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 30,96 \text{ руб.}$$

Используя выражение (1) определяем стоимость получения детали из соответствующей заготовки для каждого из методов.

$$C_{T1} = 30,96 \cdot 6,53 + 6,04 \cdot (6,53 - 2,78) - 1,4 \cdot (6,53 - 2,78) = 219,57 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 30,96 \cdot 6,04 + 6,04 \cdot (6,04 - 2,78) - 1,4 \cdot (6,04 - 2,78) = 202,13 \text{ руб.}$$

Из расчетов видно, что метод получения заготовки литьем в кокиль имеет лучшие экономические показатели, чем метод получения заготовки литьем в земляные формы. В случае применения данного метода экономический эффект может составить:

$$\mathcal{E} = (C_{T2} - C_{T1}) \cdot N, \quad (6)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\mathcal{E} = (219,57 - 202,13) \cdot 5000 = 139520 \text{ руб.}$$

Как видно из расчетов предполагаемая экономия достаточно существенна, поэтому для получения заготовки выбираем метод литьем в кокиль.

Проектирование контура заготовки осуществляется путем прибавления припусков и напусков к исходному контуру детали. Определение припусков основано на знании набора методов обработки для каждой поверхности,

определение которых производится по рекомендациям [13, 26] исходя из условий обеспечения требуемой точности поверхности и параметров ее шероховатости. Результаты определения маршрутов обработки поверхностей оформим в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Поверхность	Форма поверхности	Требуемая точность	Требуемая шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1	плоская	12	6,3	точение, точение чистовое
2	цилиндрическая	12	6,3	точение
3	коническая	12	6,3	точение чистовое
4	цилиндрическая	12	6,3	точение
5	плоская	8	3,2	фрезерование
6	плоская	12	6,3	фрезерование
7	цилиндрическая	7	1,25	точение, точение чистовое, точение тонкое
8	плоская	9	1,6	фрезерование, фрезерование чистовое
9	цилиндрическая	7	2,5	точение, точение чистовое, точение тонкое
10	цилиндрическая	12	6,3	фрезерование
11	цилиндрическая	8	2,5	протягивание
12	плоская	8	1,6	протягивание
13	коническая	12	6,3	точение чистовое
14	плоская	12	6,3	точение
15	цилиндрическая	6	1,25	точение, точение чистовое, точение тонкое
16	цилиндрическая	12	6,3	точение
17	коническая	12	6,3	точение чистовое
18	плоская	12	3,2	точение, точение чистовое, точение тонкое
19	цилиндрическая	12	6,3	точение
20	коническая	12	6,3	точение чистовое
21	цилиндрическая	12	6,3	точение
22	коническая	12	6,3	точение чистовое
23	цилиндрическая	12	6,3	точение
24	коническая	12	6,3	точение чистовое
25	коническая	12	6,3	точение чистовое
26	плоская	12	6,3	точение

Продолжение таблицы 1

Поверхность	Форма поверхности	Требуемая точность	Требуемая шероховатость, мкм	Маршрут обработки
27	плоская	12	6,3	точение

Зная маршруты обработки поверхностей, рассчитаем припуски на их обработку. Как следует из характеристик проектируемого технологического процесса, припуски могут быть рассчитаны либо расчетно-аналитическим методом, либо методом, основанным на статистических данных.

Для расчета припусков на обработку точной поверхности  $\varnothing 65h6(-0,019)$  применим расчетно-аналитический метод. Все данные для проведения расчетов берем из справочной литературы [18].

Расчет минимального значения припуска выполняется с использованием выражения:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (7)$$

где  $i$  – текущий переход;

$i - 1$  – предыдущий переход;

$a$  – глубина дефектного слоя, мм;

$\Delta$  – суммарные пространственные отклонения, мм;

$\varepsilon$  – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм.

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,04^2 + 0,025^2} = 0,7 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,075^2 + 0,02^2} = 0,278 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,019^2 + 0,02^2} = 0,128 \text{ мм.}$$

«Расчет максимального значения припуска выполняется с использованием выражения:



$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i), \quad (8)$$

где  $Td_i$  – допуск на выполнение текущего перехода, мм;

$Td_{i-1}$  – допуск на выполнение предыдущего перехода, мм» [18].

$$z_{1 \max} = z_{1 \min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,71 + 0,5 \cdot (1,6 + 0,3) = 1,65 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,278 + 0,5 \cdot (0,3 + 0,074) = \\ = 0,465 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,128 + 0,5 \cdot (0,074 + 0,019) = \\ = 0,175 \text{ мм.}$$

Расчет среднего значения припуска выполняется с использованием выражения:

$$z_{\text{ср}i} = 0,5(z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (9)$$

$$z_{\text{ср}1} = 0,5(z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5(0,7 + 1,65) = 1,175 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}2} = 0,5(z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5(0,278 + 0,465) = 0,372 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}3} = 0,5(z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5(0,128 + 0,175) = 0,152 \text{ мм.}$$

Для определения размеров поверхности на каждом переходе механической обработки используются следующие выражения:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}, \quad (10)$$

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1}, \quad (11)$$

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

В соответствии с рекомендациями принятой методики расчет размеров начинаем с последнего перехода.

$$d_{3 \max} = 65,000 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \min} = 64,981 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{3 \max} + d_{3 \min}) = 0,5 \cdot (65,000 + 64,981) = 64,991 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \min} = d_{3 \min} + 2 \cdot z_{3 \min} = 64,981 + 2 \cdot 0,128 = 65,237 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \max} = d_{2 \min} + Td_2 = 65,237 + 0,074 = 65,311 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ cp}} = 0,5(d_{2 \max} + d_{2 \min}) = 0,5(65,311 + 65,237) = 65,274 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \min} = d_{2 \min} + 2 \cdot z_{2 \min} = 65,237 + 2 \cdot 0,278 = 65,793 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \max} = d_{1 \min} + Td_1 = 65,793 + 0,3 = 66,093 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \text{ cp}} = 0,5(d_{2 \max} + d_{2 \min}) = 0,5(66,093 + 65,793) = 65,943 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \min} = d_{1 \min} + 2 \cdot z_{1 \min} = 65,793 + 2 \cdot 0,7 = 67,193 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \max} = d_{0 \min} + Td_0 = 67,193 + 1,6 = 68,793 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \text{ cp}} = 0,5(d_{2 \max} + d_{2 \min}) = 0,5 \cdot (68,793 + 67,193) = 67,993 \text{ мм.}$$

Суммарные припуски на обработку определяются по выражениям:

$$2z_{\min} = d_{0 \max} - d_{3 \min}, \quad (13)$$

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + Td_0 + Td_3, \quad (14)$$

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

$$2z_{\min} = 68,793 - 64,981 = 3,812 \text{ мм.}$$

$$2z_{\max} = 3,812 + 1,6 + 0,019 = 5,431 \text{ мм.}$$

$$2z_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (3,812 + 5,431) = 4,622 \text{ мм.}$$

Для определения припусков на оставшиеся поверхности с достаточной точностью применим метод определения на основе статистических данных. В этом случае минимальный припуск определяется с применением данных [13], а максимальный припуск из выражения:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i). \quad (16)$$

Далее определяется средний припуск с использованием выражения (9).  
 Результаты заносим в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты определения припусков

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм	Средний припуск, мм
1	1	2,5	4,76	3,63
	2	1,2	1,525	1,363
7	1	1,7	3,45	2,575
	2	0,18	0,367	0,274
	3	0,1	0,152	0,126
9	1	1,7	3,45	2,575
	2	0,18	0,367	0,274
	3	0,1	0,152	0,126
18	1	2,5	4,76	3,63
	2	1,2	1,525	1,363
	3	0,6	0,72	0,66
19, 21	1	1,1	1,45	0,775
22	1	2,5	3,93	3,215
23	1	1,0	2,325	1,663

Далее определяем допуски размеров, формы и расположения поверхностей и напуски проектируемой заготовки. Для этого используем методику и данные [4].

Для определения допусков размеров заготовки определяем: класс размерной точности – 10, степень точности поверхностей – 14; класс точности массы – 9; степень коробления – 3. Исходя из данных значений и номинальных значений размеров заготовки, определяются допуски на выполнение размеров заготовки. Полученные значения допусков отражены на рабочем чертеже заготовки, представленном в графической части работы.

Проектируемая заготовка согласно данным [4] имеет следующие допуски формы, расположения поверхностей и напуски: сдвиг по плоскостям и эксцентриситет отверстий не более 1,8 мм; радиусы скруглений не более 4 мм. Эти данные также отражаются на рабочем чертеже заготовки, представленном в графической части работы.

### 2.3 Проектирование плана изготовления

План изготовления детали представляет собой графическое отображение маршрута изготовления детали в виде операционных эскизов с указанием на них схем базирования, обрабатываемых поверхностей и операционных размеров. Кроме того на плане изготовления указывается оборудование, применяемое на операциях и операционные технические требования.

На первом этапе проектирования плана изготовления составляется маршрут обработки на основе типового маршрута [11]. Операции данного маршрута формируются путем объединения в них поверхностей с однотипными методами обработки. Также необходимо учесть предполагаемый метод концентрации переходов на операциях технологического процесса, предполагаемые схемы базирования на операциях и технологические возможности предполагаемого к применению технологического оборудования. Спроектированный маршрут обработки представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут обработки шлицевой втулки

Операция	Метод обработки	Номера поверхностей
005 Токарная	точение	14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23
010 Токарная	точение	1, 2, 7, 9, 24, 26, 27
015 Протяжная	протягивание	11, 12
020 Фрезерная	фрезерование	5, 6
025 Токарная	точение	9, 13, 15, 17, 18
030 Токарная	точение	1, 3, 4, 7, 25
035 Шлицефрезерная	фрезерование	8, 10
040 Шлицефрезерная	фрезерование	8
045 Токарная	точение	9, 15
050 Токарная	точение	7
055 Моечная		все
060 Контрольная		все

На следующем этапе проектирования плана изготовления необходимо разработать схемы базирования заготовок на операциях технологического процесса. Суть данного этапа заключается в том, чтобы лишить деталь шести степеней свободы. При этом необходимо обеспечить неизменность технологической схемы базирования на протяжении всего техпроцесса (принцип постоянства баз) и совпадение технологических баз с измерительными (принцип единства баз), что позволит обеспечить заданную точность обработки при минимуме технологических переходов. Более подробно рекомендации по выполнению данного этапа представлены в рекомендациях [24].

На основании полученного маршрута изготовления детали и разработанных схем базирования проектируется план изготовления в соответствии с рекомендациями [12].

#### **2.4 Определение средств оснащения техпроцесса**

Выбор средств оснащения заключается в выборе конкретных наименований и марок оборудования, режущего инструмента, станочных приспособлений и средств контроля.

Алгоритм выбора оборудования следующий: исходя из методов обработки, необходимых к реализации на данной операции выбирается группа станков, исходя из структуры операции выбирается тип станка, исходя из габаритных размеров обрабатываемой детали и необходимой мощности оборудования выбирается конкретная модель станка [19].

Выбор станочных приспособлений определяется типом производства, принятой на операции схемой базирования, техническими характеристиками станочного оборудования, требованиями по быстродействию. Выбор конкретного наименования приспособления и его типоразмер производится с использованием данных [20].

Выбор режущего инструмента определяется типом производства, применяемым станочным оборудованием, схемой проведения операции, техническими требованиями к выполняемой операции, требуемой стойкостью и рядом других. Выбор типоразмера режущего инструмента производится с использованием данных [17].

Выбор средств контроля производится исходя из типа производства, требуемой точности контроля, размеров контролируемой детали с использованием данных [1].

Данные по выбору средства оснащения технологического процесса представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Средства оснащения технологического процесса

Операция	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля
005 Токарная	токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	патрон цанговый	резец контурный BK8 специальный, резец расточной BK8 ГОСТ 28101-89, резец расточной канавочный BK8 ГОСТ 18885-73	штангенциркули ШЦ-III-ГОСТ 166-80, нутромер НМ-75 ГОСТ 9244-75
010 Токарная	токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	оправка кулачковая специальная	резец контурный BK8 специальный, резец расточной BK8 ГОСТ 18879-73	штангенциркули ШЦ-III-ГОСТ 166-80, нутромер НМ-75 ГОСТ 9244-75
015 Протяжная	вертикально-протяжной 7Б65	опора шаровая	протяжка шлицевая Р9 ГОСТ 25969-83	калибры
020 Фрезерная	вертикально-фрезерный 6Р82Г	оправка шлицевая, упор ГОСТ 18740-80	фреза концевая Р6М5 ГОСТ 17025-71	калибры
025 Токарная	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	оправка шлицевая	резец контурный BK 6 специальный	микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90
030 Токарная	токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	оправка шлицевая	резец контурный BK6 специальный	микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90
035 Шлицефрезерная	шлицефрезерный 5350	оправка шлицевая	фреза шлицевая Р6М5 ГОСТ 8027-86	калибры

## Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля
040 Шлицефрезерная	шлицефрезерный 5350	оправка шлицевая	фреза шлицевая Р6М5 ГОСТ 8027-86	калибры
045 Токарная	токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	оправка шлицевая	резец контурный ВК4 специальный	микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90
050 Токарная	токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	оправка шлицевая	резец контурный ВК4 специальный	микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90
055 Моечная	моечная машина			

Представленные в таблице 4 данные по определению средств технологического оснащения заносятся в соответствующую технологическую документацию.

### 2.5 Разработка технологических операций

Технологические операции разрабатываются на основе знания структуры операции, принятых схем базирования, средств технологического оснащения, режимов резания и норм времени на их выполнение. В данном случае для проектирования операций не хватает знаний режимов резания и норм времени.

Для расчета режимов резания используем данные [14]. Алгоритм данного расчета следующий:

- на основе припусков, напусков на обработку и технологических возможностей оборудования назначается глубина резания;
- с использованием справочных данных назначается подача;
- определяется расчетная скорость резания;
- рассчитывается частота вращения шпинделя;

- исходя из характеристик технологического оборудования определяется фактическая частота вращения шпинделя;
- производится уточнение скорости резания с учетом фактической частоты вращения шпинделя.

Определение расчетной скорости резания производится по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (17)$$

где  $V_T$  – значение скорости резания исходя из справочных данных, м/мин;

$K_1$  – коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал;

$K_2$  – коэффициент, характеризующий стойкость инструмента и марку инструментального материала;

$K_3$  – коэффициент, характеризующий вид обработки.

«Определение частоты вращения шпинделя производится по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (18)$$

где  $d$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм» [14].

«Определение действительной скорости резания производится по формуле:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}, \quad (19)$$

где  $n_d$  – фактическая частота вращения, об/мин» [14].

«Определение норм времени операций основано на расчете основного времени обработки, выполняемого по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}}}{S_0 \cdot n_d}, \quad (20)$$



где  $L_{рх}$  – длина рабочего хода, мм;

$S_0$  – подача, мм/об» [10].

«Длина рабочего хода определяется из выражения:

$$L_{рх} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (21)$$

где  $l_1$  – длина на врезание инструмента, мм;

$l_{рез}$  – длина обработки, мм;

$l_2$  – длина перебега инструмента, мм» [10].

В таблице 5 представлены полученные результаты расчета режимов резания и норм времени.

Таблица 5 – Результаты расчета режимов резания и норм времени

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
005 Токарная					
1	0,32	135	630	75	0,37
2	0,2	54	320	214	3,34
3	0,25	87	500	3	0,03
010 Токарная					
1	0,32	135	630	213	1,06
2	0,2	54	320	78	1,22
015 Протяжная					
1		3,5		154	1,1
020 Фрезерная					
1	0,01	21	830	31	0,94
025 Токарная					
1	0,15	214	1000	227	1,51
030 Токарная					
1	0,15	214	1000	68	0,45
035 Шлицефрезерная					
1	2,0	25	80	160	2,4
040 Шлицефрезерная					
1	1,0	35	110	160	2,7
045 Токарная					
1	0,1	341	1600	227	1,42

Продолжение таблицы 5

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
050 Токарная					
1	0,1	341	1600	62	0,39

Полученные данные являются основой для проектирования технологических наладок на операции, которые содержат эскиз выполнения операций, операционные размеры с отклонениями, технические требования, используемые средства технологического оснащения и результаты определения режимов резания. Технологические наладки представлены на листах графической части.

Также полученные результаты отражаются в маршрутной карте (приложение А) и операционных картах с картами эскизов (приложение Б). Данная технологическая документация содержит подробное описание проектируемого технологического процесса и является обязательной при его внедрении в действующее производство.

### 3 Проектирование специальных средств оснащения

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

В соответствии с принятой методикой проектирования технологического процесса необходимо подвергнуть совершенствованию лимитирующие операции. В проектируемом технологическом процессе такой операцией является 010 токарная. Для ее совершенствования необходимо разработать приспособление с механизированным приводом, реализующее схему базирования и обеспечивающее заданную точность обработки. Эскиз операции представлен на рисунке 2. Проектирование производим по методике и с использованием справочных данных [5].

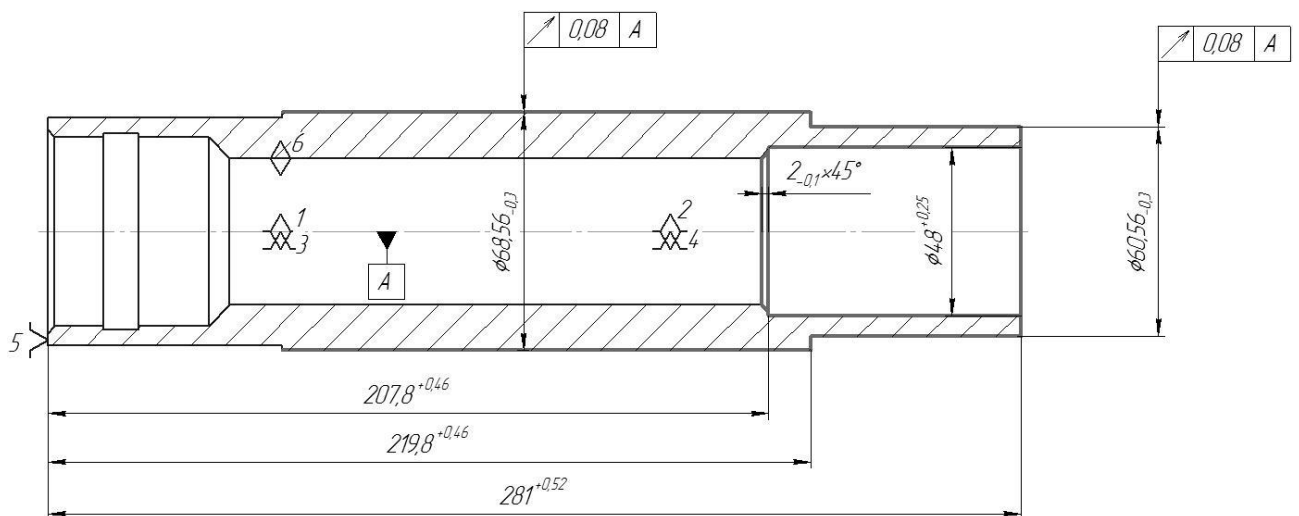


Рисунок 2 – Эскиз операции

Составляющие силы, возникающей при резании, рассчитываем с использованием методики и данных [19].

$$P_{Y,Z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (22)$$

где « $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$  – коэффициент и показатели степеней, зависящие от

конкретных условий обработки;

$t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$V$  – фактическая скорость резания, м/мин;

$K_p$  – коэффициент, зависящий от характеристик обрабатываемого материала» [19].

$$P_Y = 10 \cdot 54 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 353^0 \cdot 0,9 = 558 \text{ Н.}$$

$$P_Z = 10 \cdot 92 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 353^0 \cdot 0,9 = 1042 \text{ Н.}$$

Разработаем схему закрепления заготовки (рисунок 3)

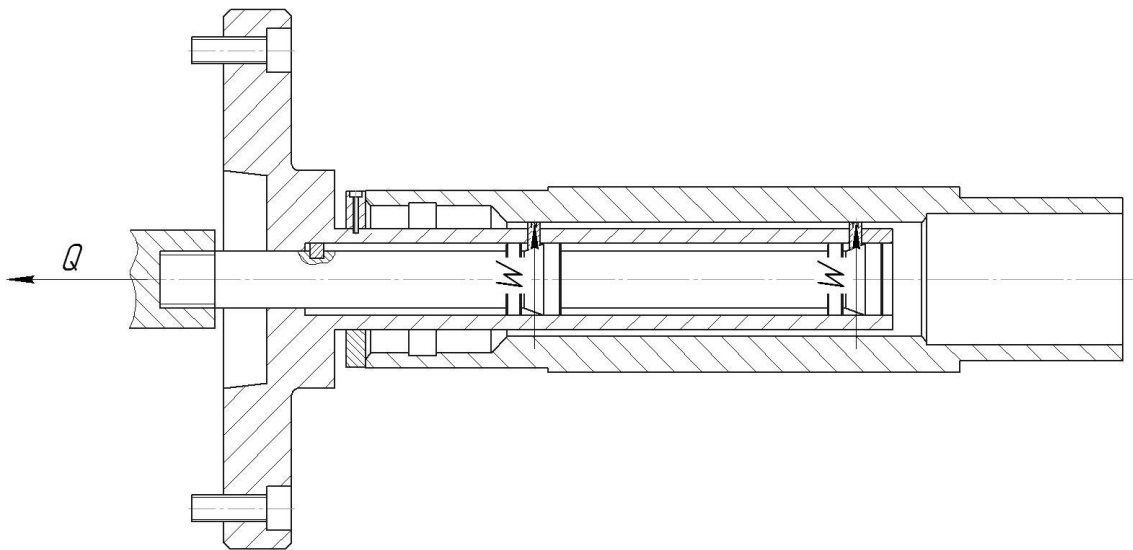


Рисунок 3 – Расчетная схема закрепления заготовки

При такой схеме закрепления составляющая силы резания  $P_Y$  прижимает заготовку в процессе обработки к поверхности упора и может быть исключена из расчета. Составляющая силы резания  $P_Z$  создает момент, который стремится повернуть заготовку вокруг оси. Данный момент может быть рассчитан по формуле:

$$M_{P_{P_Z}} = P_Z \cdot \frac{d_o}{2}, \quad (23)$$

где  $d_o$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

«Данный момент уравнивается моментом от силы закрепления, который может быть рассчитан по формуле:

$$M_{3_{P_Z}} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (24)$$

где  $W$  – сила закрепления, Н;

$f$  – коэффициент трения поверхностей заготовки и зажимных элементов приспособления;

$d_3$  – диаметр закрепления, мм» [5].

Искомое усилие выводится из уравнения равновесия моментов и составляет:

$$W = \frac{P_Z \cdot d_o}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (25)$$

где « $K$  – коэффициент запаса, учитывающий особенности выполнения операции» [5].

«Данный коэффициент определяется из выражения:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (26)$$

где:  $K_0$  – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1$  – коэффициент, характеризующий состояние обрабатываемой поверхности;

$K_2$  – коэффициент, характеризующий увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента;

$K_3$  – коэффициент, характеризующий прерывистость процесса резания;

$K_4$  – коэффициент, характеризующий стабильность усилия

зажима;

$K_5$  – коэффициент, характеризующий эргономические показатели привода» [5].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,07.$$

Согласно принятой методике проектирования при показателе коэффициента запаса менее 2,5 необходимо его принять равным 2,5.

Подставляя соответствующие значения в формулу 25, получаем следующее значение силы закрепления:

$$W = \frac{1042 \cdot 68}{3 \cdot 0,2 \cdot 42} \cdot 2,5 = 7029 \text{ Н.}$$

Определение усилия, которое должен создать силовой привод производится исходя из схемы зажимного механизма. В данном случае используется клино-плунжерный зажимной механизм, усилие привода для которого определяется из выражения:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (27)$$

где  $\alpha$  – угол плунжера, град;

$\varphi$  – угол трения плунжера, град.

$$Q = 7029 \cdot \operatorname{tg}(20 + 6,5) = 3505 \text{ Н.}$$

Создание данного усилия обеспечивает силовой привод. В данном случае принимаем пневматический привод, в котором «диаметр поршня определяется из выражения:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (28)$$

где  $P$  – давление воздуха в системе, МПа» [5].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{3505}{0,4}} = 57,77 \text{ мм.}$$

Далее в соответствии с принятой методикой необходимо рассчитать точность полученного приспособления. Для этого составим размерную схему проектируемого приспособления (рисунок 4).

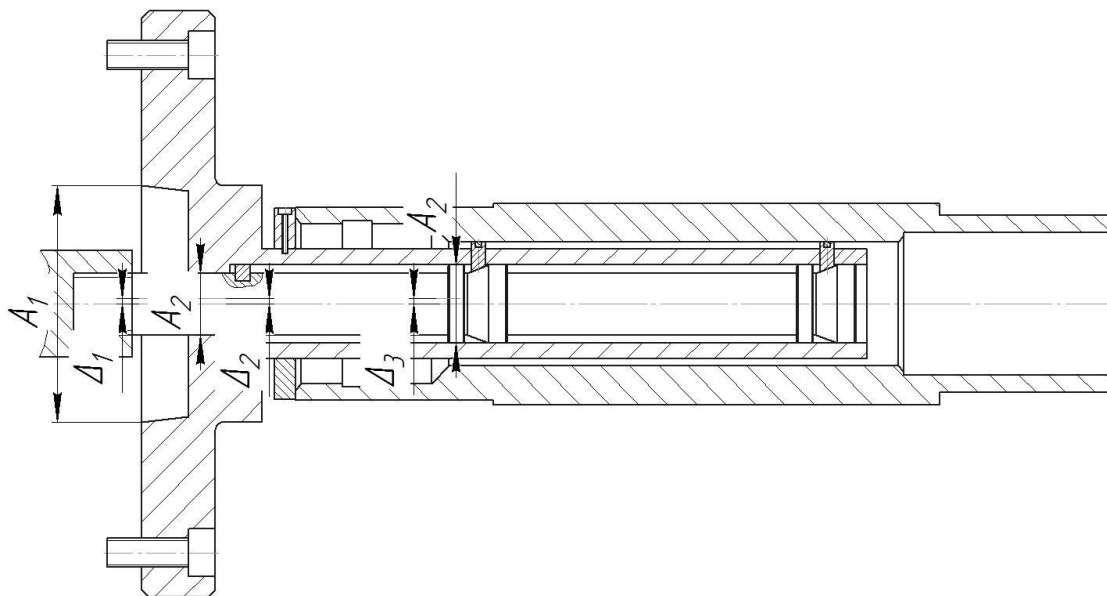


Рисунок 4 – Размерная схема приспособления

Исходя из данной схемы, составляется выражение для расчета погрешности установки заготовки в проектируемом приспособлении:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (29)$$

где  $\Delta_1$  – погрешность вызванная неперпендикулярностью выходного конца шпинделя, мм;

$\Delta_2, \Delta_3$  – погрешность вызванная колебанием зазоров в сопряжениях, мм.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,010^2 + 0,010^2 + 0,006^2} = 0,007 \text{ мм.}$$

Данное расчетное значение должно быть меньше, чем предельно допустимое на данной операции. В данном случае предельно допустимое значение лимитировано допуском на несоосность обрабатываемой

поверхности относительно базовой и составляет 0,08 мм. Условие выполнено.

Конструкция приспособления представлена в графической части работы. Спецификация к данной конструкции представлена в приложении В.

Основной особенностью конструкции приспособления является разделение на силовой привод и исполнительную часть.

Привод состоит из вращающегося корпуса, крепящегося к выходному концу шпинделя. В корпусе располагаются элементы преобразующие энергию сжатого воздуха в поступательное движение штока и закрепленного на нем поршня. Для подачи воздуха в цилиндр на задней крышке располагается муфта, состоящая из корпуса, подшипников и уплотнительных колец.

Исполнительная часть состоит из корпуса, который крепится к переднему концу шпинделя при помощи винтов. В корпусе размещается кулачки с плунжером, который связан с силовым приводом при помощи штока. Реализация схемы базирования детали в осевом направлении осуществляется упором, который крепится на корпусе. Подробная спецификация конструкции данного приспособления представлена в приложении В.

Закрепление заготовки в данном приспособлении осуществляется следующим образом. Воздух подается в штоковую полость, поршень тянет влево шток, на котором он закреплен. Далее это движение передается на плунжер, который воздействует на кулачки и тем самым создает требуемое усилие закрепления. Для раскрепления воздух подается в бесштоковую полость и механизм возвращается в исходное положение, тем самым раскрепляя заготовку.



### 3.2 Проектирование режущего инструмента

Дальнейшее совершенствование операции 010 Токарной осуществим путем проектирования проходного резца по методике, изложенной в [15].

Выбираем механическое крепление трехгранной пластины.

В качестве режущего материала выбираем твердый сплав ВК8.

«Определение основных размеров резца основано на определении сечения срезаемого слоя:

$$F = t \cdot S, \quad (30)$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об» [15].

$$F = 2,5 \cdot 0,4 = 1,0 \text{ мм}^2.$$

Исходя из полученного значения сечения стружки, выбираем следующие параметры державки резца: сечение 20×20 мм, длина 140 мм.

Установка режущей пластины к державке предусматривается при помощи штифта. Надежная установка пластины обеспечивается при минимально допустимом диаметре штифта, рассчитанном по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (31)$$

где  $Q_1$  – сила, действующая на штифт в процессе резания, Н;

$\sigma_d$  – допустимое напряжение, МПа.

Сила, действующая на штифт в процессе резания определяется из выражения:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (32)$$

где  $P_{Zmax}$  – максимальное значение составляющей силы резания, возникающей в процессе обработки, Н.

Подставляя соответствующие значения, выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{1042}{0,7} = 1488 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1488}{\pi \cdot 450}} = 2,05 \text{ мм.}$$

Из конструктивных соображений принимаем диаметр крепежного винта М8.

Конструкция резца представлена на листе графической части работы.

Крепление режущей пластины к державке осуществляется при помощи винта через прихват. При этом режущая пластина предварительно устанавливается на опорную пластину, которая крепится к державке при помощи винта.

Ключевой особенностью данного резца является наличие в его конструкции канала для подвода смазочно-охлаждающей жидкости непосредственно в зону резания, выполненного по рекомендациям на основе результатов опытной эксплуатации подобных резцов [16]. Такое решение позволяет существенно улучшить температурный режим в зоне резания и как следствие этого увеличить стойкость резца при ужесточении режимов резания. Таким образом, время на проведение операции снизится.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Спроектированный технологический процесс изготовления шлицевой втулки шнека обладает рядом характеристик влияющих на безопасность его выполнения и окружающую среду. Оценка безопасности и экологичности технологического процесса производится с использованием методики и данных [3].

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

Составим технологический паспорт технологического процесса изготовления шлицевой втулки (таблица 6), в котором укажем работников непосредственно участвующих в технологическом процессе, необходимое оборудование, станочные приспособления, режущий инструмент, материалы и вещества, используемые в техпроцессе.

Таблица 6 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [3]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [3]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [3]	«Материалы, вещества» [3]
технологический процесс изготовления шлицевой втулки шнека	токарная операция	оператор станков с числовым управлением	токарный SAMAT 135 NC станок, патрон цанговый, резец контурный BK8 специальный, резец расточной BK8 ГОСТ 28101-89, резец расточной канавочный BK8 ГОСТ 18885-73	чугун СЧ–20 ГОСТ 1412-85, обтирочная ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость

Технологический паспорт используется для выявления идентификации, возникающих в ходе выполнения технологического процесса, профессиональных рисков, разработки мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на производстве, обеспечения экологической безопасности разработанного техпроцесса.

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Согласно данным [3] выявляем наиболее вероятные профессиональные риски, которые могут воздействовать на работников участка по изготовлению шлицевой втулки шнека. При этом следует учесть влияние опасных и вредных факторов, источником которых является не рассматриваемый технологический процесс, а машины, механизмы и другие процессы данного производственного подразделения. В таблице 7 представлены результаты идентификации профессиональных рисков.

Таблица 7 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [3]
токарная операция	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [3]	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	«заготовка в процессе обработки, инструмент» [3]
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел	оборудование, инструмент, погрузчики

Продолжение таблицы 7

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [3]
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики
	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	оборудование
	«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)» [3]	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики, смазочно-охлаждающая жидкость на синтетической основе
	физическая динамическая нагрузка	оборудование, техоснастка
	стереотипные рабочие движения	оборудование, техоснастка

Основываясь на полученных данных по идентификации профессиональных рисков можно сделать вывод о том, что большинство профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса характерны для механообрабатывающего производства.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Устранение и снижение влияния выявленных профессиональных рисков возможно применением различных технических методов, организационных мер и средств индивидуальной защиты. В таблице 8 представлены предлагаемые мероприятия по устранению и снижению влияния профессиональных рисков технологического процесса.

Таблица 8 – Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [3]	«Средства индивидуальной защиты работника» [3]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [3]	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, снятие с заготовок заусенцев, ограждающие устройства	«фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные» [3]
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие и ограничивающие устройства	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, «перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным покрытием» [3]

Продолжение таблицы 8

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 механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, массивные фундаменты оборудования, виброгасящие коврики, виброгасящие опоры	ботинки кожаные с защитным подноском
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, защитные экраны, изоляция источников шума, дистанционное управление оборудованием» [3]	наушники противозумные или вкладыши противозумные
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	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие устройства, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, аварийного отключения оборудования, диэлектрические коврики	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение местного освещения	
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие устройства	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и

Продолжение таблицы 8

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [3]	«Средства индивидуальной защиты работника» [3]
		механических воздействий, нарукавники, фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с нагрудником
физическая динамическая нагрузка	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение перерывов в работе	
стереотипные рабочие движения	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение перерывов в работе	

Предлагаемые мероприятия позволят существенно снизить или полностью устранить влияние профессиональных рисков, возникающих в ходе рассматриваемого технологического процесса, что положительно скажется на безопасности работников данного производственного подразделения.

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности производственного участка зависят, прежде всего, от класса возможного пожара и его опасных факторов. Для их определения воспользуемся



рекомендациями [3]. Результаты представим в таблице 9.

Таблица 9 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение» [3]	«Оборудование» [3]	«Класс пожара» [3]	«Опасные факторы пожара» [3]	«Сопутствующие проявления факторов пожара» [3]
участок изготовления шлицевой втулки	токарный SAMAT 135 NC станок, патрон цанговый, резец контурный ВК8 специальный, резец расточной ВК8 ГОСТ 28101-89, резец расточной канавочный ВК8 ГОСТ 18885-73	пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму	«осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ» [3]

На основе представленных в таблице 9 данных разработаем комплекс мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Технические средства, отвечающие всем необходимым требованиям, представлены в таблице 10. Организационные мероприятия, способствующие обеспечению пожарной безопасности, представлены в таблице 11.

Таблица 10 – Технические средства пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
огнетушители, гидропомпы, ведра, лопаты, ящики с песком, ломы, пилы, топоры	пожарные автомобили, передвижные огнетушители	автоматическая пенная система пожаротушения	извещатели пожарные, приборы управления пожарные, системы передачи и извещений о пожаре	гидранты, колонки, стволы, рукава	противогазы, самоспасатели	конусные ведра, ломы, багры, полотно, лопаты, тележка, экран защитного действия	оповещатели автоматические звуковые и световые

Таблица 11 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [3]	«Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [3]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [3]
технологический процесс изготовления шлицевой втулки шнека	«разработка и реализация приказов и распоряжений, инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара; обучение работников объекта мерам пожарной безопасности, средства наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [3]	«пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения» [3]

Разработанные мероприятия и используемые технические средства позволяют в полной мере обеспечить пожарную безопасность в

производственном подразделении, где производится технологический процесс.

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«Мероприятия по обеспечению экологической безопасности определяются негативными факторами технологического процесса, воздействие которых на окружающую среду может привести к ухудшению экологической обстановки. В таблице 12 представлены результаты определения таких факторов» [3].

Таблица 12 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса» [3]	«Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [3]
технологический процесс изготовления шлицевой втулки шнека	токарный SAMAT 135 NC станок, патрон цанговый, резец контурный BK8 специальный, резец расточной BK8 ГОСТ 28101-89, резец расточной канавочный BK8 ГОСТ 18885-73	мелкодисперсные частицы 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

Снижение и устранение влияния на окружающую среду воздействия выявленных факторов обеспечивается применением соответствующих технических средств и организационных мероприятий, представленных в таблице 13.

Таблица 13 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	технологический процесс изготовления шлицевой втулки шнека
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	«использование рукавных фильтров, адсорберов, барботажно-пенных пылеуловителей, туманоуловителей» [3]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу» [3]	«использование механической очистки при помощи решеток, песколовков и отстойников, химической очистки при помощи адсорберов, замкнутого цикла водоснабжения» [3]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу» [3]	«использование систем сортировки отходов, повторное использование металлического лома, утилизация не перерабатываемых отходов на полигонах» [3]

Результатом выполнения оценки безопасности и экологичности технологического процесса стала разработка организационных мероприятий и применение технических средств, которые позволили снизить влияние и частично устранить все негативные факторы, воздействующие в процессе выполнения технологического процесса на работников производства, обеспечить пожарную безопасность и экологичность производства.

## 5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Основанием для определения экономической эффективности служат предложенные изменения в технологическом процессе изготовления детали «Втулка». Эти изменения касаются только одной операций, на которой предложено, в качестве оснастки, использовать оправку кулачковую с механизированным зажимом, вместо цилиндрической оправки. А в качестве инструмента – резец токарный контурный специальный ВК8 с канавками для подвода СОЖ, вместо резца токарного контурного ВК8 ГОСТ 20874-75. А токарный станок, модель 16К20Ф3 заменить, на токарный станок САМАТ 135 NC.

Используя данное описание изменений, рассчитаем, необходимые для определения эффективности, параметры, такие как: себестоимость, капитальные вложения, прибыль, срок окупаемости и экономический эффект. Чтобы получить значения указанных параметров воспользуемся соответствующим учебно-методическим пособием [7] и программным обеспечением Microsoft Excel.

Для определения себестоимости, в частности технологической себестоимости, необходимы последовательно определить основную заработную плату, социальные отчисления и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Значения этих параметров, по сравниваемым вариантам выполнения описанных операций показано на рисунке 5.

Как видно из рисунка 5, все параметры имеют тенденцию к снижению, то есть проектируемый вариант предполагает снижение технологической себестоимости изготовления детали «Втулка» на 2,98 руб., что составит 18,4 %.

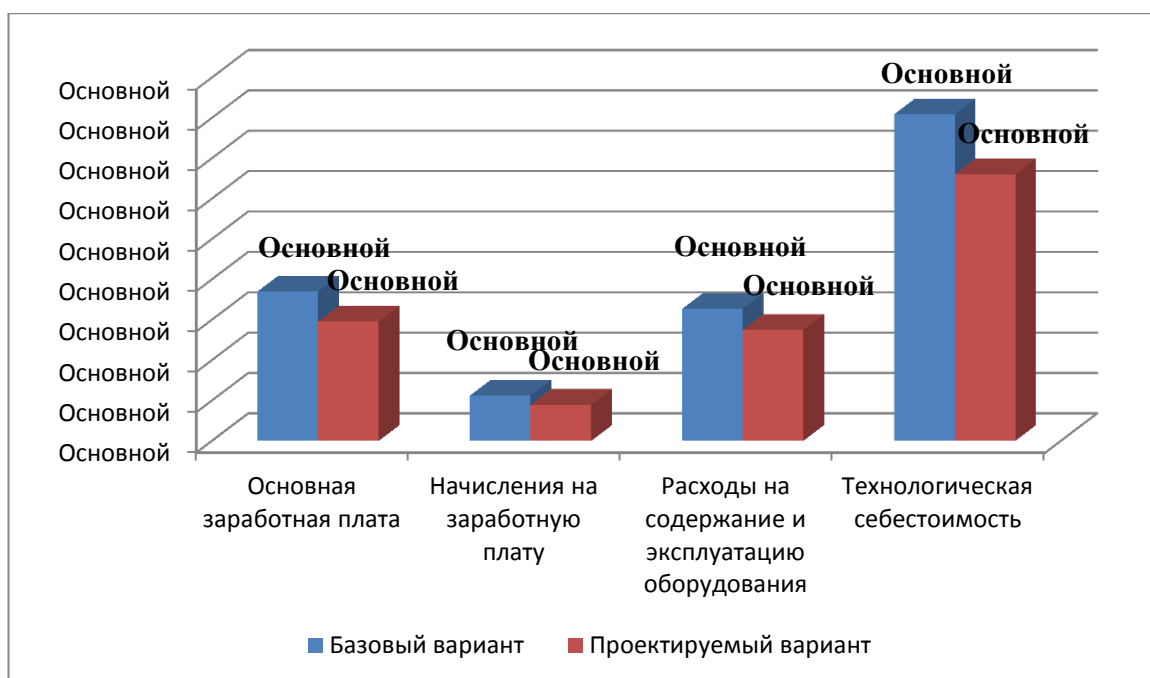


Рисунок 5 – Сравнительная характеристика параметров технологической себестоимости по вариантам, руб.

Полученные значения основной заработной платы и технологической себестоимости по сравниваемым вариантам служат необходимыми данными для определения такого параметра, как полная себестоимость. В результате проведенных расчетов полная себестоимость для базового варианта составит 43,26 рублей, а для проектируемого – 34,83 рублей. По полученным значениям можно сделать вывод о том, что полная себестоимость проектируемого варианта меньше чем базового. Эта разница составляет 19,5% или 8,43 рублей.

Используя полученную разницу и годовую программу выпуска детали, определяем сначала ожидаемую прибыль, а затем, с учетом налоговой ставки для юридических лиц, чистую прибыль от внесенных изменений в технологический процесс, которая составит 53952 рублей.

Чтобы определить будут ли эффективны предложенные изменения, необходимо рассчитать инвестиции или капитальные вложение в проект. Учитывая то, что изменения технологического процесса изготовления детали «Втулка» затрагивают замену оборудования, инструмента и оснастки, то

капитальные вложения будут складываться из 9 параметров. Их Подробный перечень которых и их доля в общем объеме затрат представлены на рисунке 6. Общая сумма инвестиций составит 209248,19 рублей.

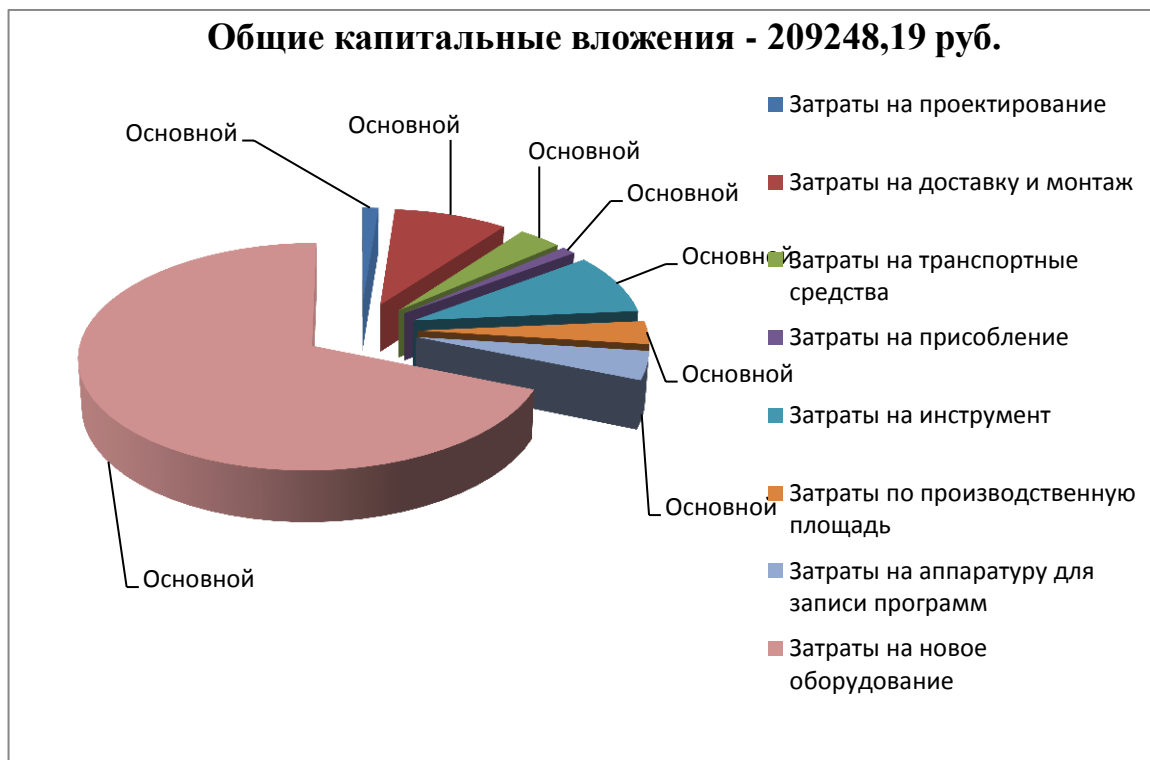


Рисунок 6 – Структура капитальных вложений в долях к общей величине

Анализируя структуру параметров инвестиций, представленную на рисунке 6, видно, что затраты на новое оборудование составляют большую долю в общей величине капитальных вложений, их величина равна 68,9 %.

Имея все необходимые параметры, можно обосновать эффективность предложенных изменений. Для этого необходимо определить: срок окупаемости, общий дисконтируемый доход, интегральный экономический эффект и в зависимости от величины эффекта либо индекс доходности, либо доход на капитал. Полученные значения всех перечисленных параметров представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Показатели экономической эффективности проекта

Наименование параметра	Величина параметра
Срок окупаемости, года	5
Общий дисконтируемый доход, руб.	233583,93
Интегральный экономический эффект, руб.	24335,74
Индекс доходности, руб. / руб.	1,12

Анализируя, представленные в таблице 14, данные можно сделать вывод о том, что проект является эффективным, так как интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 24335,74 рублей, что является обязательным условием для экономического обоснования мероприятий. Так как эффект больше нуля, поэтому определяется индекс доходности, а не доход на капитал. Данный показатель дает понимание, какую прибыль может получить производитель с каждого вложенного в проект рубля, в нашем случае эта прибыль составит 0,12 рублей, что может обеспечить рентабельность в размере 12 %.



## Заключение

В результате выполнения работы была достигнута ее цель, которая заключалась в проектировании технологического процесса изготовления шлицевой втулки шнека при условии обеспечения требуемых показателей качества изготовления, необходимого объема производства и минимума экономических затрат.

Для достижения цели работы были проведены следующие мероприятия:

- проведен анализ исходных данных;
- выбраны параметры проектируемого технологического процесса;
- спроектирована заготовка, основываясь на экономически обоснованном выборе метода получения заготовки, определении маршрута обработки поверхностей, расчетах припусков на основе методов соответствующих выбранному типу производства;
- спроектирован технологический маршрут изготовления детали с учетом типа производства, его характеристик, маршрутов обработки поверхностей, принятого технологического оборудования и средств технологического оснащения;
- спроектированы технологические операции с учетом результатов проектирования технологического маршрута изготовления детали, а также расчетов режимов резания и нормирования операций;
- внесены изменения в лимитирующую 010 Токарную операцию технологического процесса путем проектирования клино-плунжерной оправки и резца с подводом смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания;
- оценена безопасность и экологичность выполнения проектируемого технологического процесса;
- проведены расчеты экономических показателей проектируемого варианта технологии, которые показали его эффективность.

## Список используемых источников

1. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
2. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М. : ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
3. 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: 11.05.2020).
4. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартинформ, 2010. – 45 с.
5. Клепиков В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 25.04.2020).
6. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: учебник / А.Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. – Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 320 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/86015> (дата обращения: 11.04.2020).
7. 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: 13.05.2020).
8. Маталин А.А. Технология машиностроения : учеб. Для студ. Вузов, обуч. По спец. 151001 напр. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. Производства» / А.А. Маталин. – Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. – СПб. : Лань, 2010. – 512 с.

9. Михайлов А.В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев, А.Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 335 с.

10.Определение основного времени обработки. [Электронный ресурс]. – URL: <http://osntm.ru/spravochnik.html> (дата обращения: 04.05.2020).

11.Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 11.04.2020).

12.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: 23.04.2020).

13.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.

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. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60989> (дата обращения: 04.05.2020).

15.Режущий инструмент: учебник для вузов / Д.В. Кожевников [и др.] ; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва. : Машиностроение, 2014. – 520 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/63256> (дата обращения: 08.05.2020).

16.Солоненко В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 416 с.

[Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/549074> (дата обращения: 10.05.2020).

17.Справочник конструктора-инструментальщика / В.И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В.А. Гречишникова, С.В. Кирсанова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : Машиностроение, 2006. – 541 с.

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

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

20.Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / А.И. Астахов [и др.]. – Москва. : Машиностроение, 1984. – 591 с.

21.Схиртладзе А.Г. Проектирование и производство заготовок : учеб. для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин, А.В. Макаров. – 3-е изд., перераб. и доп. ; Гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2009. – 447 с.

22.Сысоев С.К. Технология машиностроения: Проектирование технол. процессов: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 349 с.

23.Технология машиностроения: курсов. проектирование и диплом. проектирование: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности 15.05.01 "Проектирование технол. машин и комплексов" и направлению подготовки 15.03.05 "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" (бакалавриат) / М. Ф. Пашкевич [и др.]. – Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 443 с.

24.Технология машиностроения: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Л.В. Лебедев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 620 с.

25. Технология машиностроения: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Л.В. Лебедев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 620 с.

26. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 387 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545572> (дата обращения: 11.04.2020).

27. Химический состав и физико-механические свойства чугуна СЧ-20 [Электронный ресурс]. – URL: [http://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/chu/SCH20](http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/chu/SCH20) (дата обращения: 08.04.2020).



Продолжение Приложения А

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН
Б	Код, наименование обработки											
Т 19	396190 Оправка кулачковая специальная; 392190 Резец концевый ГОСТ18879-73 ВК8; 392190											
Т 20	Резец расточной ГОСТ18879-73 ВК8; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ166-89; 393450 Нумермер											
Т 21	НМ-75 ГОСТ9244-75.											
22												
А 23	XX XX XX 015 4155 Протяжная											
Б 24	381573 Вертикально-протяжной 7565 3 16458 <sup>+0,039</sup> 312 1Р 1 1 1 100 1 0,78											
0 25	Протянуть поверхности 11, 12 в размеры $\phi 46^{+0,022}$ ; 8											
Т 26	396171 Приспособление специальное; 392341 Протяжка шлицевая Р9 ГОСТ 25969-83; 393400 Калибр.											
27												
А 28	XX XX XX 020 4262 Фрезерная											
Б 29	381631 Вертикально-фрезерный 6Р82Г 3 18632 312 1Р 1 1 1 100 1 1,18											
0 30	Фрезеровать поверхность 5 в размеры $26^{+0,21}$ , $16,2^{+0,10}$ , $26,2^{+0,25}$ , $8^{+0,022}$											
Т 31	396190 Оправка шлицевая; 391821 Фреза концевая $\phi 8$ ГОСТ17025-71 Р6М5; 393400 Калибры.											
32												
А 33	XX XX XX 025 4114 Токарная											
Б 34	381148 Токарный с ЧПУ САМАТ135NC 3 18219 312 1Р 1 1 1 100 1 1,89											
0 35	Точить поверхность 9, 13, 15, 17, 18 в размер $\phi 65,237_{-0,071}$ ; $\phi 68,2_{-0,071}$ ; $279,7^{+0,3}$											
Т 36	396190 Оправка шлицевая; 392190 Резец концевый специальный ВК6; 393413 Микрометр МК-100											
Т 37	ГОСТ6507-90.											
38												
А 39	XX XX XX 030 4114 Токарная											
Б 40	381148 Токарный с ЧПУ САМАТ135NC 3 18219 312 1Р 1 1 1 100 1 0,56											
0 41	Точить поверхности 1, 3, 4, 7, 25 в размер $\phi 60,2_{-0,071}$ ; $\phi 57,5_{-0,12}$ ; $278^{+0,13}$											
МК												

Продолжение Приложения А

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа							Тшт		
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН		ОП	Кшт
Б	Код, наименование обработки														
Т 42	396190 Оправка шлицевая; 392190 Резец контурный специальный ВК6; 393413 Микрометр МК-100														
Т 43	ГОСТ6507-90.														
44															
А 45	XX XX XX 035 XXXX Шлицефрезерная														
Б 46	381672 Шлицефрезерный 5350					3	18632	312	1P	1	1	1	100	1	3,0
0 47	Фрезеровать поверхности 8, 10 в размеры $\phi 62_{-0,3}$ , $12_{+0,045}$														
Т 48	396190 Оправка шлицевая; 391816 Фреза шлицевая $\phi 100$ ГОСТ8027-86 Р6М5; 393400 Калидры.														
49															
А 50	XX XX XX 040 XXXX Шлицефрезерная														
Б 51	381672 Шлицефрезерный 5350					3	18632	312	1P	1	1	1	100	1	3,38
0 52	Фрезеровать поверхность 8 в размер $12_{+0,045}$														
Т 53	396190 Оправка шлицевая; 391816 Фреза шлицевая $\phi 100$ ГОСТ8027-86 Р6М5; 393400 Калидры.														
54															
А 55	XX XX XX 045 4114 Токарная														
Б 56	381148 Токарный с ЧПУ САМАТ135NC					3	18219	312	1P	1	1	1	100	1	1,78
0 57	Точить поверхность 9, 15 в размер $\phi 65_{-0,019}$ , $\phi 68_{-0,03}$														
Т 58	396190 Оправка шлицевая; 392190 Резец контурный специальный ВК4; 393413 Микрометр МК-100														
Т 59	ГОСТ6507-90.														
60															
А 61	XX XX XX 050 4114 Токарная														
0 62	381148 Токарный с ЧПУ САМАТ135NC					3	18219	312	1P	1	1	1	100	1	0,49
Т 63	Точить поверхность 7 в размер $\phi 60_{-0,03}$														
Т 64	396190 Оправка шлицевая; 392190 Резец контурный специальный ВК4; 393413 Микрометр МК-100														
МК															



Продолжение Приложения А

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код. наименование операции	Обозначение документа										Тшт
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	Кшт	Гроз	
Б	Код. наименование оборудования															
Т 65	<i>ГОСТ 6507-90.</i>															
66																
А 67	<i>XX XX XX 055 Маячная</i>															
68																
А 69	<i>XX XX XX 060 Контрольная</i>															
70																
71																
72																
73																
74																
75																
76																
77																
78																
79																
80																
81																
82																
83																
84																
85																
86																
87																
МК																

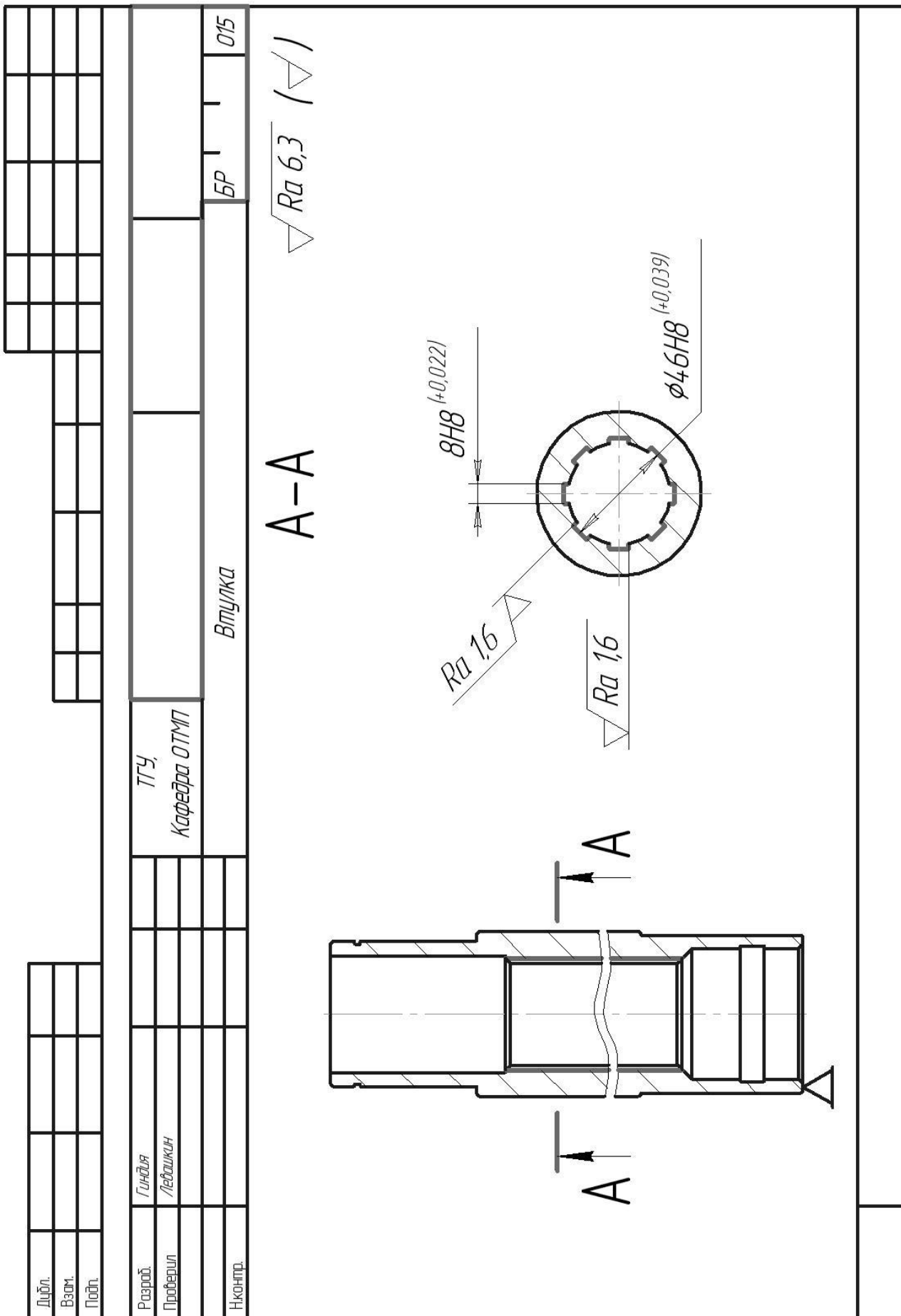
Приложение Б  
Операционные карты

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разроб.	Гиндия																				
Проверил	Левашкин																				
Нач. цпр.																					
										Втулка											
										ТГУ Кафедра ОТПП											
										БР											
										010											

$\sqrt{Ra\ 6,3}$

Technical drawing of a sleeve (Втулка) showing dimensions and surface finish specifications. The drawing includes a central section with a diameter of  $\phi 68,56_{-0,3}$  and a total length of  $281^{+0,52}$ . A chamfered section has a diameter of  $\phi 48_{+0,25}$  and a length of  $207,8^{+0,46}$ . The chamfer angle is  $2_{-0,1} \times 45^\circ$ . Surface finish requirements are indicated as  $0,08$  and  $A$  at various locations. A surface texture symbol  $\sqrt{Ra\ 6,3}$  is also present.





Продолжение Приложения Б

Деталь		Взам.		Подл.		Цех		Уч	Р.М.	Опер.
Разрбд.		Проверил		Нконтр.		Втулка				015
Наименование операции		Материал		Твердость		Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
	Гондия Ледяшкин									
	Протяжная	С420 ГОСТ 1412-85	ЕВ	МД	2,78	Ф	73,6х288,2	6,04	1	
	Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тб	Тпз	Тшп	СОЖ			
	7565		0,42			0,78		Украина-1		
	1. Установить заготовку									
01	396171 Приспособление специальное; 392341 Протяжка шлицевая Р9 ГОСТ 25969-83									
02	2. Точить поверхность 19, 23, 24, 25 выдерживая размеры согласно эскизу									
03										
04										3,5
05	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.									
06										
07										
08										
09										
10										

Приложение В

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<u>Документация</u>							
A1			20.БР.ОТМП.758.70.00.000СБ	Сборочный чертеж			
<u>Детали</u>							
A3	1		20.БР.ОТМП.758.70.00.001	Державка	1		
A4	2		20.БР.ОТМП.758.70.00.002	Прихват	1		
A4	3		20.БР.ОТМП.758.70.00.003	Пластина режущая	1		
A4	4		20.БР.ОТМП.758.70.00.004	Пластина опорная	1		
A4	5		20.БР.ОТМП.758.70.00.005	Винт М2	1		
A4	6		20.БР.ОТМП.758.70.00.006	Винт М4	1		
20.БР.ОТМП.758.70.00.000							
Изм./Лист		№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Гиндия					
Проб.		Левашкин					
Н.контр.							
Утв.							
Резец контурный					Лит.	Лист	Листов
							1
					ТГУ, ИМ, гр. ТМдд-1502а		
Копировал					Формат А4		

Продолжение Приложения В

Инд. № подл.	Изм. лист	№ докум.	Подп.	Дата	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	
																		Лит.
									<u>Документация</u>									
								20.БР.ОТМП.758.65.00.000СБ	Сборочный чертеж									
									<u>Детали</u>									
							1	20.БР.ОТМП.758.65.00.001	Корпус	1								
							2	20.БР.ОТМП.758.65.00.002	Корпус муфты	1								
							3	20.БР.ОТМП.758.65.00.003	Корпус привода	1								
							4	20.БР.ОТМП.758.65.00.004	Кулачки	6								
							5	20.БР.ОТМП.758.65.00.005	Крышка привода	1								
							6	20.БР.ОТМП.758.65.00.006	Неподвижный корпус	1								
							7	20.БР.ОТМП.758.65.00.007	Поршень	1								
							8	20.БР.ОТМП.758.65.00.008	Стопор	1								
							9	20.БР.ОТМП.758.65.00.009	Шток	1								
							10	20.БР.ОТМП.758.65.00.010	Упор	1								
							11	20.БР.ОТМП.758.65.00.011	Шток	1								
									<u>Стандартные изделия</u>									
							12		Винт М8х30	6								
									ГОСТ 17475-80									
							13		Винт М8х20	6								
									ГОСТ 17475-80									
							14		Гайка М14х15	2								
									ГОСТ 5927-70									
<b>20.БР.ОТМП.758.65.00.000</b>																		
Инд. № подл.	Разраб.	Гиндия			Лит.	Лист	Листов	<b>Оправка кулачковая</b>			ТГУ, ИМ, гр. ТМдд-1502а							
	Пров.	Левашкин												1 2				
	Н.контр.							Формат А4										
	Утв.																	

Продолжение Приложения В

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Приме- чание</i>
		15		Кольцо ГОСТ 17477-84	1	
		16		Кольцо резиновое ГОСТ 9833-73	3	
		17		Кольцо резиновое ГОСТ 9833-73	3	
		18		Винт М2х15 ГОСТ 17475-80	3	
		19		Подшипник 206 ГОСТ 8338-75	2	
		20		Кольцо резиновое ГОСТ 9833-73	2	
		21		Демпфер ГОСТ 1567-68	2	

<i>Инд. № подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инд. №</i>	<i>Инд. № дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

*20.БР.ОТМП.758.65.00.000*

*Лист  
2*