



## Аннотация

Голубь Михаил Олегович. Технологический процесс изготовления стакана механизма поворота STM. Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2020 г.

Во введении формулируется цель проектирования технологического процесса изготовления стакана механизма поворота STM, которая заключается в разработке технологии, обеспечивающей выпуск годовой программы изделий заданного качества при минимальных экономических затратах.

Первый раздел содержит анализ исходных данных исходя из назначения, условий эксплуатации и технологических характеристик детали. В результате данного анализа формируются задачи работы, решению которых посвящены все последующие ее разделы.

Второй раздел содержит основные результаты разработки технологического процесса изготовления стакана. Проведены выбор параметров техпроцесса, проектирование заготовки, проектирование плана изготовления, определение средств оснащения техпроцесса, разработка технологических операций.

Третий раздел содержит результаты совершенствования технологических операций путем проектирования специальных средств оснащения. Спроектировано станочное приспособление и режущий инструмент.

Четвертый раздел содержит анализ безопасности и экологичности технологического процесса и мероприятия по их обеспечению.

Пятый раздел посвящен расчету экономических показателей технологического процесса.

В заключении формулируются основные выводы по результатам выполнения работы. Работа состоит из 67 страниц пояснительной записки и 7 листов формата А1 графической части.

## 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 Выбор параметров техпроцесса.....	9
1.4 Формулировка задач работы.....	11
2 Разработка технологической части работы.....	12
2.1 Проектирование заготовки.....	12
2.2 Проектирование плана изготовления.....	21
2.3 Определение средств оснащения техпроцесса.....	23
2.4 Разработка технологических операций.....	27
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	30
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	30
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	37
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	37
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	38
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	45
5 Экономическая эффективность работы.....	48
Заключение.....	52
Список используемых источников.....	53
Приложение А Технологическая документация.....	57
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	65

## Введение

Редукторы и поворотные механизмы компании STM производятся более 50 лет и завоевали большую популярность. Выпускаемый ассортимент достаточно широкий и имеет большое количество комплектаций и типоразмеров. Область их применения достаточно широкая. Их применяют в конструкциях кранового оборудования, конвейеров, подъемных механизмов, различного рода турбин и многих других конструкциях.

В случае необходимости выполнения поворотных операций и работ с высоким крутящим моментом в линейке STM имеются поворотные механизмы на базе планетарных редукторов, модельный ряд которых имеет широкий диапазон передаточных отношений. Данные поворотные механизмы имеют высокую производительность и возможность работать в условиях значительных радиальных нагрузок, что обусловлено с характером их применения. Отличительной особенностью является надежность и простота установки, а также применение при построении модульного принципа, что позволяет видоизменять поворотный механизм в зависимости от решаемой задачи, а также использовать специальные принадлежности для дополнительной оснастки.

В конструкции поворотных механизмов применяются корпуса и фланцы из высококачественного чугуна, закаленные валы и шестерни, подшипники усиленной конструкции. Обеспечение необходимых параметров деталей редуктора производится на стадии их изготовления. При этом необходимо обеспечить необходимую производительность производственного процесса и минимальные затраты на изготовление.

Целью проектирования технологического процесса изготовления стакана механизма поворота STM является разработка технологии, которая обеспечит выпуск годовой программы изделий заданного качества при минимальных экономических затратах.

## **1 Анализ исходных данных**

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

Стакан является одной из деталей механизма поворота STM. Данная деталь в процессе работы используется для установки в ней исполнительного механизма и осуществления крепления механизма поворота к корпусу или раме конструкции.

Исходя из конфигурации конструкция детали достаточно сложная. Особенно стоит отметить наличие большого количества отверстий в различных плоскостях, часть из которых выполнены перпендикулярно оси вращения детали, что существенно усложняет конструкцию. Большая часть контура детали образуется простыми поверхностями определяемыми плоскостями, а также наружными и внутренними цилиндрическими поверхностями.

Условия эксплуатации стакана зависят в большей степени от условий эксплуатации всего механизма в целом. В соответствии с техническими требованиями к устройству, в который входит механизм поворота, эксплуатация может производиться в закрытых помещениях с определенным микроклиматом или вне помещений в условиях влияния открытой внешней среды. Этим будет определяться влияние внешних факторов. В худшем случае влияние внешних факторов может привести к загрязнению, абразивному износу и коррозии рабочих поверхностей стакана, что станет причиной выхода из строя всего механизма. Кроме того, влияние оказывают и производственные факторы. К ним относятся вибрация от производственного оборудования, агрессивные и химически активные жидкости, используемые в технологических процессах, которые также могут привести к выходу механизма из строя. В общем случае можно сказать, что условия работы стакана достаточно сложные, несмотря на отсутствие серьезных эксплуатационных нагрузок.

## 1.2 Технологические характеристики детали

Выполнение оценки детали на технологичность рекомендуется производить по данным [4]. Оценка производится по критериям характеристик используемого материала, конструкции детали, заготовки и механической обработки.

Материал детали характеризуется его химическим составом и физико-механическими свойствами. Станок изготавливается из чугуна с пластинчатым графитом СЧ-18 ГОСТ 1412-85 [6]. «Химический состав и физико-механические свойства применяемого чугуна представлены в таблицах 1 и 2 соответственно» [6].

Таблица 1 – Химический состав

Элемент	Углерод	Сера	Фосфор	Марганец	Кремний
		не более			
Содержание, %	3,3-3,5	0,15	0,2	0,7-1,0	1,4-2,4

Таблица 2 – Физико-механические свойства

Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при растяжении, МПа	Модуль упругости при растяжении, МПа	Коэффициент линейного расширения 1/°С	Твердость по Бринеллю
7,1·10 <sup>3</sup>	180	от 850·10 <sup>-2</sup> до 1100·10 <sup>-2</sup>	9,5·10 <sup>-6</sup>	170-229

Приведенные характеристики материала позволяют обеспечить показатели резания, характеризующиеся коэффициентом обрабатываемости, который для твердосплавного инструмента составляет 1,25.

Определение технологических характеристик детали основано на классификации ее поверхностей по служебному назначению [10]. Исходя из данной классификации, определяются наиболее значимые для выполнения служебного назначения детали поверхности. «К таким поверхностям

относятся «основные конструкторские базы, вспомогательные конструкторские базы и исполнительные поверхности» [10]. При выполнении операций механической обработки данным поверхностям следует уделить особое внимание. Отклонение требований по размерной точности их изготовления недопустимо. Для проведения классификации поверхностей стакана выполняем его эскиз, на котором каждой поверхности присваиваем свой индивидуальный номер (рисунок 1). Затем классифицируем поверхности по назначению (таблица 3).

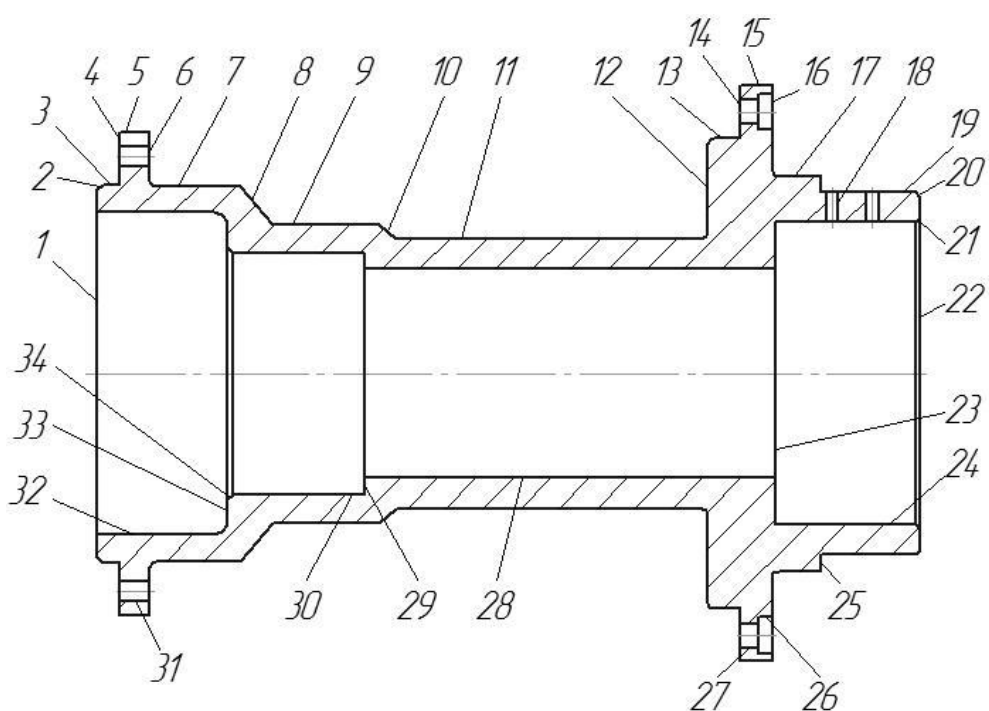


Рисунок 1 – Эскиз стакана

Таблица 3 – Классификация поверхностей

Вид поверхности	Номер поверхности
основная конструкторская база	3, 4, 13
вспомогательная конструкторская база	14, 19, 18, 23, 24, 25, 29, 30
исполнительная поверхность	23, 24, 29, 30
свободные поверхности	все остальные

Следует отметить, что в конструкции детали максимально применены унифицированные стандартные элементы, а сама форма детали несложная, характерная для данного класса деталей. Величины размеров поверхностей, допуски на их изготовление, точность их формы и расположения соответствуют нормальному ряду чисел. Из недостатков конструкции детали можно отметить наличие перпендикулярно расположенных относительно оси вращения детали отверстий и сложную форму внутреннего контура детали.

Технологичность заготовки во многом определяется материалом и конструкцией детали, от которых зависит выбор метода получения заготовки. Рассматриваемый стакан наиболее технологично получать методами литья. С учетом годового объема выпуска деталей и рекомендаций [1] из всего многообразия литейных методов в данном случае наиболее приемлемы методы литьем в землю или литьем в кокиль.

Механическая обработка данной детали, исходя из ее формы, расположения поверхностей и требуемой точности обработки может быть выполнена с использованием стандартных методов обработки, с применением универсального и стандартизированного оснащения операций. Механической обработке необходимо подвергнуть все поверхности детали, что определено их параметрами точности и методом получения заготовки данной детали.

Базирование на операциях технологического процесса можно осуществить при помощи стандартных схем с соблюдением принципов единства и постоянства баз. Черновыми технологическими базами можно принять основные конструкторские базы. С точки зрения теории базирования такое решение наиболее оптимально. Количество и размеры поверхностей для базирования детали отвечают всем необходимым требованиям, предъявляемым к ним. Реализация схем базирования в данном случае возможна при помощи стандартных средств оснащения.



Анализ стакана на технологичность позволяет сделать вывод о его хороших технологических характеристиках и наметить круг задач, которые необходимо решить в ходе проектирования технологического процесса.

### **1.3 Выбор параметров техпроцесса**

Установление типа производства является основой для выбора параметров технологического процесса. Существует несколько способов определения типа производства. Первый подход подразумевает использование показателя закрепления операций [15]. Недостаток данного подхода заключается в необходимости предварительной подробной проработки технологии изготовления, что на стадии предварительного проектирования невозможно. Второй подход заключается в определении типа производства на основе годовой программы выпуска детали и ее массы [20]. В данном случае будем использовать данный подход. Годовая программа выпуска составляет 1000 деталей, а масса детали согласно ее чертежу 31,62 кг. Такие параметры соответствуют среднесерийному типу производства.

Выбор параметров производится с использованием данных [18].

Проектирование технологического процесса в условиях среднесерийного типа производства выполняется в соответствии с линейной стратегией с включением циклических и разветвленных этапов.

Производственный процесс организуется в соответствии с не поточным групповым методом с применением запуска изделий рассчитанными партиями. Производственные участки формируются по групповому принципу, то есть станки расставляются строго по группам исходя из вида выполняемых работ.

Заготовка выбирается и проектируется исходя из технологических возможностей заготовительного производства конкретного предприятия. В общем случае выбор заготовки производится на основании экономических

расчетов. Расчет припусков и напусков на механическую обработку, а также определение формы заготовки производится исходя из материала детали и ее формы. Определение припусков при этом производится, в зависимости от требуемой точности обработки поверхности, либо расчетно-аналитическим, либо табличным методами.

Методы обработки поверхностей определяются из условия обеспечения минимального значения удельных затрат.

Оборудование для проведения операций выбирается исходя из реализуемого метода обработки, требуемой схемы проведения операции, особенностей конкретного производства. Среднесерийный тип производства предусматривает широкое применение оборудования оснащенного системами числового программного управления, универсального оборудования и ограниченное применение специализированного оборудования.

Средства технологического оснащения выбираются исходя из схемы проведения операции, особенностей конкретного производства. В большинстве случаев достаточно применения стандартных, нормализованных и стандартизированных средств оснащения. В случае применения специализированных и специальных средств оснащения необходимо провести техническое и экономическое обоснование таких решений.

Технологические операции проектируются исходя из возможности обеспечения последовательной и параллельно-последовательной структур с максимальной концентрацией технологических переходов. Базирование детали на операциях должно отвечать основным принципам базирования, то есть единства и постоянства баз. Режимы резания на выполнение операций определяются расчетно-аналитическим или статистическим методом. Выполнение нормирования операции производится расчетным методом, допускается применение метода хронометража. Оборудование на выполнение операционных размеров настраивается при помощи шаблонов,

измерительных приборов и других методов предварительной настройки. На финишных операциях рекомендуется применять для получения размера адаптивные системы контроля размеров.

Документация на технологический процесс оформляется в виде маршрутной карты, операционных карт с картами эскизов и наладок на операции технологического процесса.

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

Сформулируем основные задачи работы исходя из цели работы и анализа конструкции, условий эксплуатации и технологичности детали.

На первом этапе необходимо решить задачи по определению типа производства и его основных характеристик. Это позволит использовать максимально эффективные методики проектирования и получить отвечающий всем требованиям технологический процесс изготовления детали. Далее необходимо выбрать и спроектировать заготовку, которая отвечает требованиям по необходимой точности изготовления детали, производительности и обеспечивает минимальные экономические затраты. Следующая задача связана с проектированием технологии изготовления стакана. Она предусматривает комплексный подход к ее решению, основанный на разработке маршрута обработки, схем базирования, выбора средств технологического оснащения и расчетов режимов резания. Конструкторские задачи работы заключаются в проектировании специальных средств оснащения, которые направлены на решение проблем проектируемого технологического процесса связанных с его техническими недостатками. На следующем этапе проектирования необходимо решить задачи по обеспечению безопасности и экологичности производства. На заключающем этапе рассматривается блок экономических задач, решение которых направлено на оценку и повышение экономической эффективности проектируемого технологического процесса.

## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Проектирование заготовки

В соответствии с принятой методикой проектирования и характеристиками среднесерийного типа производства необходимо спроектировать заготовку. Решение этой задачи предусматривает последовательное выполнение нескольких этапов. Сначала необходимо выбрать метод получения заготовки. В ходе выполнения анализа заготовки на технологичность было выяснено, что заготовку для рассматриваемой детали наиболее рационально получать методом литья в землю или литья в кокиль. Окончательный выбор из двух предполагаемых методов выполняется путем сравнительного экономического анализа затрат на получение детали из заготовки полученной каждым из сравниваемых методов [16]. Затраты определяются с использованием выражения:

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

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

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

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

$Q$  – масса заготовки, кг;

$q$  – масса детали, кг.

Для определения приведенных затрат метода получения заготовки используется выражение:

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

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

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

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

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

$h_M$  – коэффициент, характеризующий марку материала;

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

Здесь и далее примем индекс метода получения заготовки 1 для метода получения заготовки литьем в землю, индекс метода получения заготовки 2 для метода получения заготовки литьем в кокиль.

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

Для определения приведенных затрат на снятие стружки используется выражение:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (3)$$

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

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

$E_H$  – коэффициент, характеризующий эффективности капитальных вложений.

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

Массу стакана определим путем проведения его твердотельного моделирования при помощи программного обеспечения «Компас 3 D V18». Результат твердотельного моделирования стакана представлен на рисунке 2. Массу детали определяем при помощи встроенного прикладного пакета расчета массо-центровочных характеристик модели. Получаем массу детали равную 31,62 кг.

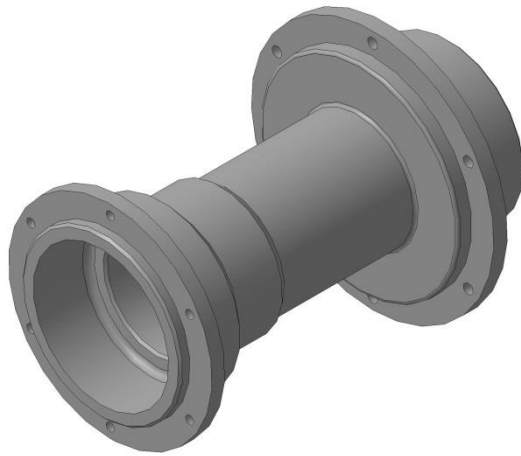


Рисунок 2 – Результаты твердотельного моделирования стакана

Определение массы заготовки с достаточной для данной стадии проектирования точностью можно произвести по формуле:

$$Q_i = q \cdot K_p, \quad (4)$$

где  $i$  – индекс метода получения заготовки;

$K_p$  – коэффициент, зависящий от метода получения заготовки и геометрических особенностей детали.

$$Q_1 = 31,62 \cdot 1,5 = 47,43 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 31,62 \cdot 1,35 = 42,8 \text{ кг.}$$

Подставляя полученные значения в формулу (1) получаем следующие значения:

$$\begin{aligned} C_{T1} &= 30,96 \cdot 47,43 + 6,04 \cdot (47,43 - 31,62) - 1,4 \cdot (47,43 - 31,62) = \\ &= 1468,44 \text{ р.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{T2} &= 30,96 \cdot 42,8 + 6,04 \cdot (42,8 - 31,62) - 1,4 \cdot (42,8 - 31,62) = \\ &= 1325,09 \text{ р.} \end{aligned}$$

Рассчитаем экономическую эффективность от применения более дешевого метода получения заготовки:

$$\mathcal{E} = (C_{T2} - C_{T1}) \cdot N, \quad (5)$$

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

$$\mathcal{E} = (1468,44 - 1325,09) \cdot 1000 = 143350 \text{ р.}$$

Экономические расчеты показали, что метод получения заготовки литьем в кокиль имеет лучшие показатели. Выбираем данный метод получения заготовки для дальнейшего ее проектирования.

Следующим этапом проектирования заготовки является проектирование маршрутов обработки поверхностей. Эффективное решение данной задачи возможно на основе анализа суммарных удельных трудоемкостей возможных вариантов маршрутов обработки исходя из требуемых характеристик поверхностей. Для этого используем данные [7]. Полученные результаты разработки маршрутов обработки поверхностей детали представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты разработки маршрутов обработки поверхностей

Поверхность	Тип поверхности	Квалитет точности	Шероховатость $Ra$ , мкм	Маршрут обработки
1	П	12	6,3	точение черновое, точение чистовое
2	К	12	6,3	точение чистовое
3	Ц	9	2,5	точение черновое, точение чистовое, точение тонкое
4	П	12	2,5	точение черновое, точение чистовое, точение тонкое
5	Ц	12	6,3	точение черновое
6	П	12	6,3	точение черновое
7	Ц	12	6,3	точение черновое
8	К	12	6,3	точение черновое
9	Ц	12	6,3	точение черновое
10	К	12	6,3	точение черновое
11	Ц	12	6,3	точение черновое
12	П	12	6,3	точение черновое
13	Ц	9	2,5	точение черновое, точение чистовое, точение тонкое

Продолжение таблицы 4

Поверхность	Тип поверхности	Квалитет точности	Шероховатость $Ra$ , мкм	Маршрут обработки
14	П	12	2,5	точение черновое, точение чистовое, точение тонкое
15	Ц	12	6,3	точение черновое
16	П	12	6,3	точение черновое
17	Ц	12	6,3	точение черновое
18	Ц	8	3,2	сверление, зенкерование
19	Ц	6	1,25	точение черновое, точение чистовое, точение тонкое
20	К	12	6,3	точение чистовое
21	К	12	6,3	точение чистовое
22	П	12	6,3	точение черновое, точение чистовое
23	П	12	2,5	точение черновое, точение чистовое, точение тонкое
24	Ц	7	1,25	точение черновое, точение чистовое, точение тонкое
25	П	12	2,5	точение черновое, точение чистовое, точение тонкое
26	Ц	12	6,3	зенкование
27	Ц	12	6,3	сверление
28	Ц	12	6,3	точение черновое
29	П	12	2,5	точение черновое, точение чистовое, точение тонкое
30	Ц	7	1,25	точение черновое, точение чистовое, точение тонкое
31	Ц	12	6,3	сверление
32	Ц	12	6,3	точение черновое
33	П	12	6,3	точение черновое
34	К	12	12,5	точение чистовое

Для расчета припуска на обработку поверхности 3 диаметром  $120H7(+0.035)$  применим расчетно-аналитический метод [24].

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



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

где  $a$  – дефектный слой, мм;

$\Delta$  – пространственные отклонения, мм;

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

$i$  – индекс текущего перехода;

$i - 1$  – индекс предыдущего перехода» [24].

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,600^2 + 0,025^2} = 0,900 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,090^2 + 0,020^2} = 0,763 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{то} + \sqrt{\Delta_{то}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,090 + \sqrt{0,035^2 + 0,020^2} = 0,130 \text{ мм.}$$

«Расчет максимального припуска производится по формуле:

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

где  $TD$  – операционный допуск на размер, мм» [24].

$$\begin{aligned} z_{1 max} &= z_{1 min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,900 + 0,5 \cdot (2,400 + 0,350) = \\ &= 2,275 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 max} &= z_{2 min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,292 + 0,5 \cdot (0,350 + 0,140) = \\ &= 0,537 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 max} &= z_{3 min} + 0,5 \cdot (TD_2 + TD_3) = 0,130 + 0,5 \cdot (0,140 + 0,035) = \\ &= 0,218 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Расчет среднего припуска производится по формуле:

$$z_{срi} = 0,5 \cdot (z_{i max} + z_{i min}). \quad (8)$$

$$z_{ср1} = 0,5(z_{1 max} + z_{1 min}) = 0,5 \cdot (2,275 + 0,900) = 1,588 \text{ мм.}$$

$$z_{ср2} = 0,5(z_{2 max} + z_{2 min}) = 0,5 \cdot (0,537 + 0,292) = 0,896 \text{ мм.}$$

$$z_{ср3} = 0,5(z_{3 max} + z_{3 min}) = 0,5 \cdot (0,218 + 0,130) = 0,171 \text{ мм.}$$

Исходя из полученных значений припусков, рассчитываем операционные размеры для каждого перехода.

Расчет максимальных операционных размеров производится по формуле:

$$D_{(i-1)max} = D_{i max} - 2 \cdot z_{i min}. \quad (9)$$

Расчет минимальных операционных размеров производится по формуле:

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

Расчет средних операционных размеров производится по формуле:

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

Принятая методика расчета подразумевает выполнение расчетов в обратном порядке относительно маршрута их обработки, то есть расчеты выполняются от готовой детали к заготовке.

$$D_{3 max} = 120,035 \text{ мм.}$$

$$D_{3 min} = 120,000 \text{ мм.}$$

$$D_{3 ср} = 0,5 \cdot (D_{3 max} + D_{3 min}) = 0,5 \cdot (120,035 + 120,000) = 120,018 \text{ мм.}$$

$$D_{2 max} = D_{3 max} - 2 \cdot z_{3 min} = 120,035 - 2 \cdot 0,130 = 119,775 \text{ мм.}$$

$$D_{2 min} = D_{2 max} - TD_2 = 119,775 - 0,140 = 119,635 \text{ мм.}$$

$$D_{2 ср} = 0,5 \cdot (D_{2 max} + D_{2 min}) = 0,5 \cdot (119,775 + 119,635) = 119,705 \text{ мм.}$$

$$D_{1 max} = D_{2 max} - 2 \cdot z_{2 min} = 119,775 - 2 \cdot 0,292 = 119,191 \text{ мм.}$$

$$D_{1 min} = D_{1 max} - TD_1 = 119,191 - 0,350 = 118,841 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{1 \text{ max}} + D_{1 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (119,191 + 118,841) = \\ = 119,016 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ max}} = D_{1 \text{ max}} - 2 \cdot z_{1 \text{ min}} = 119,191 - 2 \cdot 0,900 = 117,391 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ min}} = D_{0 \text{ max}} - TD_0 = 117,391 - 2,400 = 114,991 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{0 \text{ max}} + D_{0 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (117,391 + 114,991) = \\ = 116,191 \text{ мм.}$$

Производим расчет общих припусков на обработку поверхностей.

Расчет минимального общего припуска производится по формуле:

$$2z_{\text{min}} = D_{3 \text{ max}} - D_{0 \text{ min}}. \quad (12)$$

$$2z_{\text{min}} = 120,000 - 117,391 = 2,681 \text{ мм.}$$

Расчет максимального общего припуска производится по формуле:

$$2z_{\text{max}} = 2z_{\text{min}} + TD_0 + TD_3. \quad (13)$$

$$2z_{\text{max}} = 2,681 + 2,400 + 0,030 = 5,111 \text{ мм.}$$

Расчет среднего общего припуска производится по формуле:

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (2z_{\text{min}} + 2z_{\text{max}}). \quad (14)$$

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (2,681 + 5,111) = 3,896 \text{ мм.}$$

Методика назначения припусков на обработку других поверхностей следующая [13]:

- по таблицам [8] определяем минимальный припуск на обработку;
- максимальный припуск на обработку рассчитывается с использованием формулы (7).

Результаты расчетов оформим в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Результаты расчетов припусков на обработку

Поверхность	Номер перехода	Минимальное значение припуска, мм	Максимальное значение припуска, мм	Среднее значение припуска, мм
1, 22	1	3,0	5,815	4,408
	2	1,7	2,14	1,92
3	1	2,5	4,73	3,615
	2	0,225	0,288	0,257
	3	0,125	0,24	0,183
4	1	3,0	4,285	3,643
	2	1,7	2,1	1,9
	3	0,8	1,03	0,915
5	1	2,5	4,73	3,615
6	1	1,5	2,605	2,053
7	1	2,5	4,73	3,615
8	1	2,5	4,73	3,615
9	1	2,5	4,3	3,4
10	1	2,5	4,3	3,4
11	1	2,5	4,3	3,4
12	1	3,0	4,175	3,588
13	1	3,1	5,33	4,215
	2	0,3	0,588	0,444
	3	0,1	0,215	0,158
14	1	3,0	4,175	3,588
	2	1,7	2,05	1,875
	3	0,8	1,15	0,975
15	1	3,1	5,86	4,48
16	1	3,0	4,285	3,643
17	1	2,5	5,23	3,865
18	1	0,5	0,533	0,517
19	1	2,5	4,7	3,6
	2	0,225	0,475	0,35
	3	0,125	0,188	0,157
23	1	2,7	4,985	3,843
	2	1,6	2,0	1,8
	3	0,6	0,83	0,715
24	1	0,6	2,4	1,5
	2	0,4	0,65	0,525
	3	0,15	0,21	0,18
25	1	3,0	5,785	4,393
	2	1,7	2,1	1,9
	3	0,8	1,03	0,915
28	1	1,2	2,975	2,088
29	1	2,6	4,86	3,73
	2	1,5	1,83	1,665
	3	0,6	0,74	0,67
32	1	0,7	2,5	1,6
33	1	2,7	4,585	3,643

По ГОСТ Р 53464-2009 [7] определяем исходные параметры для расчета заготовки:

- «степень точности поверхности 14;
- класс точности массы 10;
- класс размерной точности 10;
- степень коробления 3» [7].

Используя тот же ГОСТ Р 53464-2009 [7] определяем напуски и отклонения формы и расположения поверхностей заготовки:

- эксцентricность отверстий не более 1,8 мм;
- сдвиг не более 1,8 мм;
- неуказанные радиусы 4 мм.

Заготовка проектируется по следующему алгоритму [1]:

- чертим контур детали;
- добавлением припусков на механическую обработку определяем контур заготовки;
- назначаем черновые технологические базы;
- чертим контур заготовки путем добавления напусков.

Рабочий чертеж заготовки представлен на листе графической части работы.

## **2.2 Проектирование плана изготовления**

План изготовления представляет собой графическое отображение маршрута изготовления. План изготовления должен отображать применяемое на операциях оборудование, операционные эскизы и технические требования на операции техпроцесса.

Формирование маршрута изготовления детали производится с учетом маршрутов обработки поверхностей, требований к концентрации переходов, характеристик поверхностей детали и требований к их взаимному

расположению и других требований характерных для среднесерийного типа производства [22].

В качестве основы для формирования маршрута обработки принимаем типовой технологический маршрут обработки однотипной детали [22, 27]. После его доработки путем анализа необходимости выполнения соответствующих операций и добавления недостающих операций получим технологический маршрут, представленный в виде таблицы 6.

Таблица 6 – Технологический маршрут обработки

Метод обработки	Номер обрабатываемой поверхности	Операция
Точение	1, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 28, 29, 30, 32, 33	005 Токарная
Точение	6, 7, 8, 9, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 25	010 Токарная
Сверление	27	015 Сверлильная
Зенкование	26	015 Сверлильная
Сверление	31	020 Сверлильная
Сверление	18	025 Сверлильная
Зенкерование	18	025 Сверлильная
Точение	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	030 Токарная
Точение	1, 2, 3, 4, 13, 14, 29, 30, 34	035 Токарная
Точение	19, 23, 24, 25	040 Токарная
Точение	3, 4, 13, 14, 29, 30	045 Токарная
Мойка	все	050 Моечная
Контроль	все	055 Контрольная

Представленный в таблице 6 маршрут обработки отображается на плане изготовления в виде эскизов выполнения операций с указанием на них всех обрабатываемых поверхностей, операционных размеров и схем базирования. Более подробно сведения о правилах формирования плана изготовления содержатся в литературе [21].

Одним из ключевых вопросов при разработке плана изготовления детали является разработка схем базирования. От принятых на данном этапе решений зависят ключевые показатели проектируемого технологического процесса. Среди этих показателей точность обработки, величина припусков на обработку, характеристики поверхностного слоя обрабатываемой детали, средства технологического оснащения, экономические показатели технологического процесса и ряд других. Эффективные схемы базирования разрабатываются на основе основных принципов базирования и типовых схем. Более подробно данная информация представлена в литературе [22].

В соответствии с требованиями оформления результатов проектирования план изготовления представлен в виде соответствующих карт в приложении А и в виде соответствующего графического документа в графической части работы.

### **2.3 Определение средств оснащения техпроцесса**

«В состав средств оснащения техпроцесса входят: металлорежущее оборудование, станочные приспособления, металлорежущий инструмент, средства контроля» [4].

Металлорежущее оборудование в условиях среднесерийного типа производства должно отвечать следующим требованиям:

- выполнение технических требований к операциям технологического процесса;
- обеспечение заданной структуры операции;
- возможность быстрой переналадки;
- широкие технологические возможности;
- минимальные габаритные характеристики;
- необходимая и достаточная мощность;
- надежность;
- минимальная стоимость;

- обеспечение требований по безопасности эксплуатации;
- обеспечение требований по экологичности эксплуатации.

Если предъявляемым требованиям отвечают несколько наименований оборудования, то выбор необходимо произвести путем дополнительного экономического обоснования.

В таблице 7 приведены результаты выбора металлорежущего оборудования с использованием данных [17].

Станочные приспособления в условиях среднесерийного типа производства должно отвечать следующим требованиям:

- обеспечение схемы базирования принятой на операции;
- надежность закрепления;
- стабильность сил закрепления;
- механизация или автоматизация процесса закрепления;
- обеспечение заданной точности установки;
- обеспечение необходимого быстродействия;
- надежность;
- минимальная стоимость;
- обеспечение требований по безопасности эксплуатации;
- обеспечение требований по экологичности эксплуатации.

В таблице 7 приведены результаты выбора станочных приспособлений с использованием данных [11, 25].

Металлорежущий инструмент в условиях среднесерийного типа производства должно отвечать следующим требованиям:

- реализация выбранного метода обработки;
- обеспечение заданной точности обработки;
- обеспечение заданных характеристик поверхностного слоя;
- максимальная производительность;
- максимальная стойкость;
- минимальная стоимость;



- надежность;
- обеспечение требований по безопасности эксплуатации;
- обеспечение требований по экологичности эксплуатации.

В таблице 7 приведены результаты выбора металлорежущих инструментов с использованием данных [3, 25].

Средства контроля в условиях среднесерийного типа производства должно отвечать следующим требованиям:

- обеспечение необходимой точности контроля;
- максимальная производительность;
- максимальная стойкость;
- минимальная стоимость;
- надежность;
- обеспечение требований по безопасности эксплуатации;
- обеспечение требований по экологичности эксплуатации.

В таблице 7 приведены результаты выбора средств контроля с использованием данных [2, 25].

Таблица 7 – Результаты выбора средств технологического оснащения

Операция	Оборудование	Станочное приспособление	Металлорежущий инструмент	Средство контроля
005 Токарная	токарно-карусельный VT-30 CNC	патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80	резец контурный ВК8 ГОСТ 18879-73, резец расточной ВК8 ГОСТ 18879-73	штангенциркул и ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-80
010 Токарная	токарно-карусельный VT-30 CNC	оправка цанговая специальная	резец контурный ВК8 ГОСТ 18879-73, резец расточной ВК8 ГОСТ 18879-73	штангенциркул и ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-80
015 Сверлильная	вертикально-сверлильный Knuth KSB 40 CNC	оправка цанговая специальная	сверло спиральное Р6М5 ГОСТ4010-77, зенковка Р6М5 ГОСТ 14953-80	калибры
020 Сверлильная	вертикально-сверлильный Knuth KSB 40	патрон цанговый специальный	сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 4010-77	калибры

Продолжение таблицы 7

Операция	Оборудование	Станочное приспособление	Металлорежущий инструмент	Средство контроля
	CNC			
025 Сверлильная	вертикально-сверлильный Knuth KSB 40 CNC	приспособление специальное	Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 4010-77, зенкер Р6М5 ГОСТ 12489-71	калибры
030 Токарная	токарно-карусельный VT-30 CNC	оправка цанговая специальная	резец контурный ВК6 ГОСТ 18879-73, резец расточной ВК6 ГОСТ 18879-73	микрометр МК-200 ГОСТ 6507-90, нутромер НМ-160 ГОСТ 9244-75
035 Токарная	токарно-карусельный VT-30 CNC	патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80	резец контурный ВК6 ГОСТ 18879-73, резец расточной ВК6 ГОСТ 18879-73	микрометр МК-200 ГОСТ 6507-90, нутромер НМ-160 ГОСТ 9244-75
040 Токарная	токарно-карусельный VT-30 CNC	оправка цанговая специальная	резец токарный проходной специальный В14М7К25, резец токарный расточной ГОСТ 28101-89 В14М7К25	микрометр МК-200 ГОСТ 6507-90, нутромер НМ-160 ГОСТ 9244-75
045 Токарная	токарно-карусельный VT-30 CNC	патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80	резец токарный проходной специальный В14М7К25, резец токарный расточной ГОСТ 28101-89 В14М7К25	микрометр МК-200 ГОСТ 6507-90, нутромер НМ-160 ГОСТ 9244-75
050 Моечная	моечная машина			

Описанные в таблице 7 средства оснащения техпроцесса представлены в соответствующей технологической документации в приложении А, на плане изготовления и технологических наладках в графической части работы.

## 2.4 Разработка технологических операций

Разработка технологических операций заключается в ее формировании на основе полученных ранее данных по структуре, концентрации технологических переходов, средствах оснащения техпроцесса. Так же должны быть определены режимы резания и проведено нормирование операций. Результаты разработки технологических операций представлены в приложении А в виде маршрутной и операционных карт, а также в графической части работы в виде наладок на технологические операции.

Режимы резания определяются с использованием расчетно-аналитической методики и справочных данных [19]. Последовательность определения в соответствии с принятой методикой следующая. Сначала определяем глубину резания, исходя из припусков на выполнение операции и напусков на соответствующие поверхности, определенных ранее, а также соответствующих методических рекомендаций. Исходя из глубины резания и характеристик обрабатываемого материала по соответствующим справочным данным, определяем подачу инструмента и корректируем ее исходя из технических характеристик применяемого на операции оборудования.

«Далее определяем расчетную скорость резания по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (15)$$

где  $V_T$  – нормативная скорость резания, м/мин;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от характеристик обрабатываемого материала;

$K_2$  – коэффициент, зависящий от характеристик инструментального материала;

$K_3$  – коэффициент, зависящий от вида обработки» [19].

Исходя из полученного значения расчетной скорости обработки, определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (16)$$

где  $D$  – размер обрабатываемой поверхности, мм.

Корректируем частоту вращения шпинделя исходя из технических характеристик применяемого на операции оборудования.

«На основании действительной частоты вращения шпинделя определяем действительную скорость резания по формуле:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}, \quad (17)$$

где  $n_d$  – действительная частота вращения шпинделя, об/мин» [19].

Нормирование операций технологического процесса заключается в определении норм времени, в частности основного времени, на их выполнение исходя из определенных режимов резания. В условиях среднесерийного производства используется расчетный метод определения [4]. Норма времени определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}}}{S_0 \cdot n_d}, \quad (18)$$

где  $L_{\text{рх}}$  – рабочий ход инструмента в процессе обработки, мм;

$S_0$  – подача инструмента, мм/об.

«Рабочий ход инструмента определяется по формуле:

$$L_{\text{рх}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (19)$$

где  $l_1$  – длина врезания инструмента, мм;

$l_{\text{рез}}$  – длина обработки, мм;

$l_2$  – длина перебега инструмента, мм» [19].

Полученные результаты расчетов режимов резания и нормирования технологических операций заносим в таблицу 8.

Таблица 8 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
005 Токарная					
1	0,45	114	125	370	6,58
2	0,25	118	250	368	5,89
010 Токарная					
1	0,45	115	125	300	5,33
2	0,25	116	250	97	1,55
015 Сверлильная					
1	0,28	37	1000	120	0,43
2	0,5	26	450	48	0,21
020 Сверлильная					
1	0,25	39	1250	108	0,35
025 Сверлильная					
1	0,12	28	1500	36	0,2
2	0,15	28	1500	36	0,16
030 Токарная					
1	0,15	155	250	75	2,0
2	0,1	170	360	97	2,69
035 Токарная					
1	0,15	156	200	97	3,23
2	0,1	170	450	78	1,73
040 Токарная					
1	0,1	196	320	60	1,88
2	0,05	212	450	97	4,31
045 Токарная					
1	0,1	180	200	83	4,15
2	0,05	200	530	78	2,94

На основе полученных результатов расчета режимов резания и нормирования техпроцесса заполняем соответствующие графы маршрутной и операционных карт (Приложение А), а также вносим в технологические наладки операций, которые представлены в графической части работы.

### 3 Проектирование специальных средств оснащения

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

Лимитирующей операцией данного технологического процесса является 020 сверлильная. Эскиз операции с операционными размерами представлен на рисунке 3.

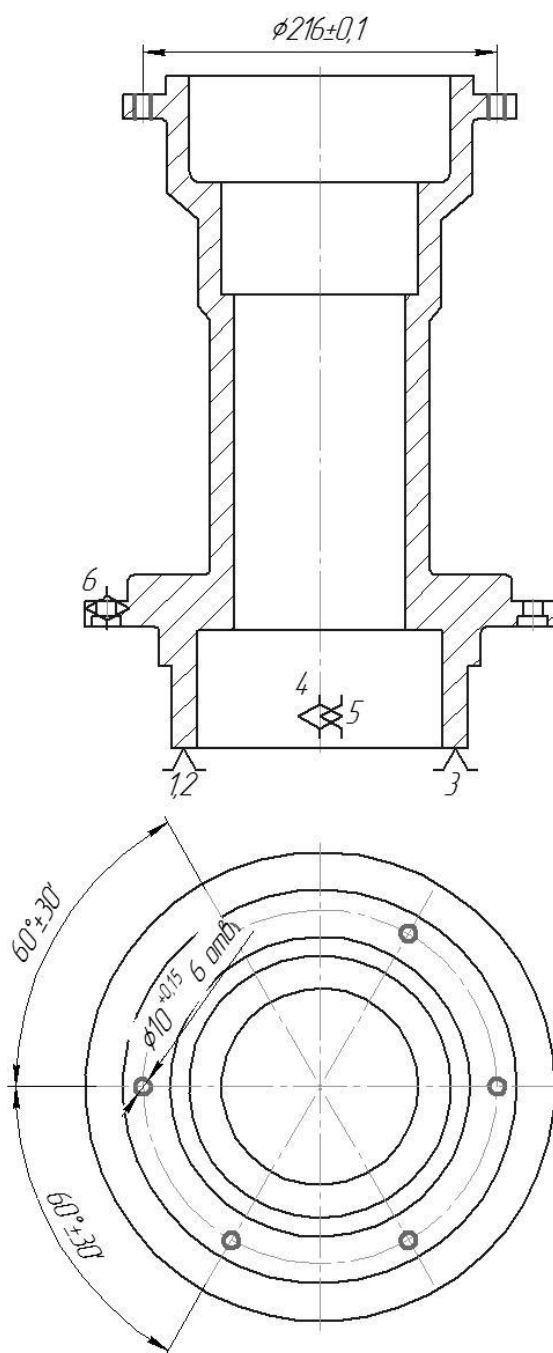


Рисунок 3 – Эскиз сверлильной операции

С целью сокращения общего времени обработки проведем проектирование для данной операции механизированного специализированного безналадочного станочного приспособления по методике [9, 26].

Алгоритм проектирования приспособления следующий:

- определяется момент и силы резания;
- определяется необходимые момент и силы закрепления;
- из равенства моментов и сил определяется необходимая сила закрепления;
- определяется усилие на силовом приводе;
- определяется диаметр поршня силового привода;
- определяется точность установки в приспособлении.

Очевидно, что наиболее тяжело нагруженным переходом на данной операции будет переход сверления отверстия диаметром 10 мм, поэтому расчеты ведем по данному переходу.

«Определение крутящего момента производится по формуле:

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

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

$D$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

$S$  – продольная подача, мм/об» [26].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 10^{2,0} \cdot 0,25^{0,8} \cdot 1,12 = 7,76 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Определение осевой силы производится по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (21)$$

где  $C_p$  – поправочный коэффициент, который учитывает условия проведения операции.

$$P_0 = 10 \cdot 42,7 \cdot 10^{1,0} \cdot 0,25^{0,8} \cdot 1,12 = 1578 \text{ Н.}$$

«Определение момента силы закрепления производится по формуле:

$$M_3 = 2 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (22)$$

где  $W$  – сила закрепления, Н;

$f$  – коэффициент трения поверхностей закрепления;

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

«Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{M_{кр}}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (23)$$

где  $K$  – коэффициент запаса» [9].

$$W = \frac{7,76}{2 \cdot 0,16 \cdot 180} \cdot 2,48 = 36 \text{ Н.}$$

Действию осевой силы резания в процессе обработки противодействует сила трения, которая определяется по формуле:

$$F_{тр} = 8 \cdot W \cdot f. \quad (24)$$

Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{P_0}{8 \cdot f} \cdot K, \quad (25)$$

где  $K$  – коэффициент запаса.

$$W = \frac{1578}{8 \cdot 0,16} \cdot 2,5 = 3083 \text{ Н.}$$

Проектирование зажимного механизма ведем по наибольшему значению требуемой силы закрепления.

Усилие привода создается при помощи пневмоцилиндра, основным



расчетным параметром которого является диаметр поршня определяемого по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (26)$$

где  $d$  – диаметр штока, мм;

$P$  – давление воздуха, МПа.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 3083}{0,4} + 30^2} = 112 \text{ мм.}$$

С целью удешевления проектируемого приспособления в его конструкции необходимо применять как можно больше стандартных узлов и элементов, поэтому применим стандартный пневмоцилиндр с диаметром поршня 120 мм.

Далее необходимо выяснить соответствие спроектированного приспособления требуемой точности установки на данной операции. На рисунке 4 приведена схема погрешностей приспособления.

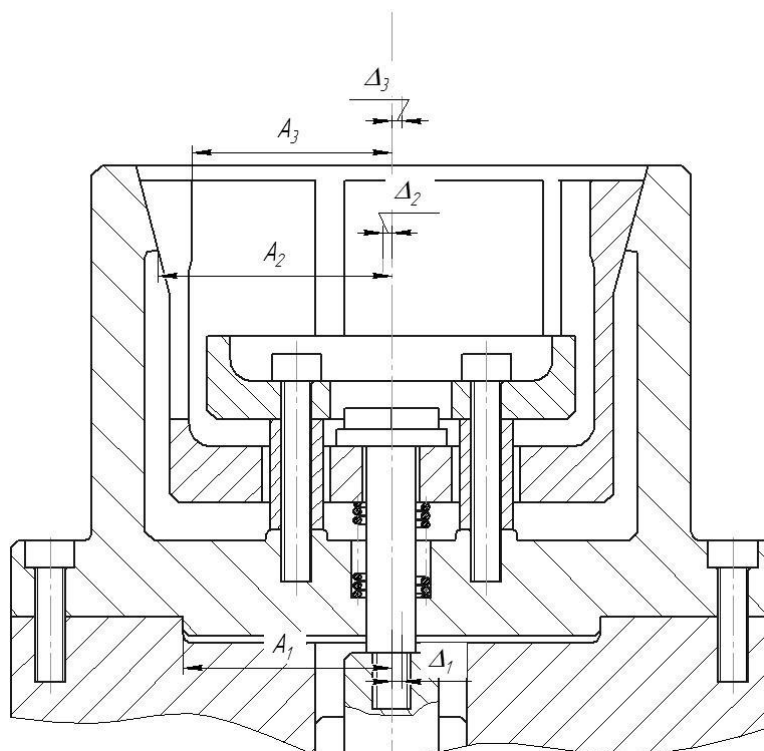


Рисунок 4 – Схема погрешностей приспособления

Рассчитанную погрешность установки в приспособлении необходимо сравнить с допустимой для данного приспособления исходя из необходимой точности выполнения данной операции, которая составляет 0,045 мм.

В соответствии с приведенной схемой погрешность установки определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (27)$$

где  $\Delta_1$  – погрешность неперпендикулярности штока, мм;

$\Delta_2$  – колебание зазора в сопряжении тяги и цанги, мм;

$\Delta_3$  – погрешность изготовления рабочей поверхности цанги, мм.

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

Расчетное значение погрешности установки в проектируемом приспособлении меньше, чем допустимая погрешность, то есть точность приспособления соответствует предъявляемым требованиям.

Конструкция проектируемого приспособления состоит из двух основных элементов – зажимного механизма и пневмоцилиндра. Зажимной механизм выполнен на основе цангового механизма. В конструкцию данного механизма входят следующие основные элементы: корпус, цанга, чашечная опора, тяга. Пневмоцилиндр состоит из следующих основных элементов: корпус, поршень, шток, вращающаяся муфта для подачи воздуха. Более подробно конструкция и элементы проектируемого приспособления представлены на чертеже графической части работы и в спецификации (приложение Б).

Процесс установки заготовки в приспособлении следующий. Заготовка устанавливается на чашечную опору. При этом цанга находится в разжатом положении. В полость пневмоцилиндра содержащую шток подается сжатый воздух, под действием которого поршень движется в противоположную сторону и тянет за собой шток, соединенный с тягой. Тяга перемещает цангу,

лепестки которой скользят по наклонной поверхности корпуса, сходясь в направлении центра. Таким образом, осуществляется центрирование и закрепление заготовки. Раскрепление заготовки после обработки осуществляется в обратном порядке. Воздух подается в полость пневмоцилиндра не содержащую шток, и система движется в исходное положение. При этом цапга скользит по наклонной поверхности корпуса, принимая исходное состояние под действием силы упругости лепестков.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

Одной из распространенных проблем при токарной чистовой обработке чугунов является низкая стойкость резца, что обусловлено механизмом процесса чистового точения. Решение этой проблемы наиболее эффективно производится применением в качестве материала режущей пластины быстрорежущей стали В14М7К25, что позволит повысить стойкость резца в 3-8 раз. Спроектируем проходной резец по данным [12, 23].

Исходя из условий обработки и требуемых параметров качества поверхностей главный угол в плане  $\varphi$  равным  $91^\circ$ .

«Конструктивные параметры резца определяются исходя из сечения срезаемого слоя по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (28)$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об» [12].

$$F = 0,59 \cdot 0,1 = 0,059 \text{ мм}^2.$$

При сечении срезаемого слоя до  $1,5 \text{ мм}^2$  резец должен иметь державку длиной 150 мм с сечением  $25 \times 20$  мм и рабочей высотой 25 мм.

Крепление режущей пластины предусмотрим путем установки ее на штифт и поджима ее посредством специально спроектированного механизма.

Обеспечение надежности конструкции данного крепления зависит от штифта, минимально допустимый диаметр которого определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (29)$$

где  $Q_1$  – сила, действующая на штифт при обработке, Н;

$\sigma_d$  – допускаемое материалом штифта напряжение, МПа.

Допускаемое материалом штифта напряжение определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (30)$$

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

производим соответствующие расчеты по формулам (29) и (30).

$$Q_1 = \frac{197}{0,7} = 282 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 282}{\pi \cdot 450}} = 1,9 \text{ мм.}$$

В ходе конструирования резца был принят диаметр штифта 5 мм. Более подробно конструкция резца представлена в графической части работы, а его спецификация приведена в приложении Б. Остальные размеры элементов крепления пластины к державке принимаются в соответствии с опытными данными конструирования [23]. Предлагаемая система крепления пластины состоит из клина, который при закручивании гайки на винте подпирает втулку к данному винту, тем самым обеспечивая дополнительную силу прижима режущей пластины к державке. Такое техническое решение повышает надежность и жесткость крепления режущей пластины к державке, что крайне важно при выполнении тонкого точения.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

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

Выполнение анализа технологического процесса изготовления стакана механизма поворота STM на первом этапе предусматривает составление его технологического паспорта. Согласно методике [5] технологический паспорт включает краткое описание выполняемых операций, наименование должностей работников осуществляющих техпроцесс, описание оборудования и средств оснащения применяемых на операциях, описание материалов и веществ необходимых для выполнения техпроцесса. Технологический паспорт для проектируемого технологического процесса приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [5]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [5]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [5]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [5]	«Материалы, вещества» [5]
технологический процесс изготовления стакана механизма поворота STM	сверлильная операция	оператор станков с числовым управлением	вертикально-сверлильный Knuth KSB 40 CNC, патрон цанговый специальный, сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 4010-77	СЧ-18 ГОСТ 1412-85, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость
	токарная операция	оператор станков с числовым управлением	токарно-карусельный станок VT-30 CNC,	

Продолжение таблицы 9

«Технологический процесс» [5]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [5]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [5]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [5]	«Материалы, вещества» [5]
			оправка цанговая специальная, резец токарный проходной специальный В14М7К25, резец токарный расточной ГОСТ 28101-89 В14М7К25	

Составленный технологический паспорт используется для определения рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса, определения параметров пожарной безопасности производства и его экологичности.

#### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Основываясь на данных технологического паспорта технического объекта, определяем профессиональные риски, которые могут возникнуть в ходе выполнения технологического процесса. Результаты представим в виде таблицы 10.

Таблица 10 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [5]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [5]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [5]
сверлильная операция, токарная операция	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [5]	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	станок, средства технологического оснащения
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	станок
	отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	станок, средства технологического оснащения
	вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	смазочно-охлаждающая жидкость
		физическая динамическая нагрузка

Продолжение таблицы 10

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [5]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [5]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [5]
		технологического оснащения, технологический транспорт
	стереотипные рабочие движения	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт

Анализируя риски технологического процесса, отметим, что все перечисленные опасные и вредные факторы требуют разработки организационных и технических мероприятий по снижению или устранению их влияния на работников производства.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Снижение и устранение влияния профессиональных рисков на работников производства производится путем разработки соответствующих организационно-технических методов и применением средств индивидуальной защиты» [5]. Результаты разработки данных мероприятий представлены в таблице 11.



Таблица 11 – Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [5]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [5]	«Средства индивидуальной защиты работника» [5]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [5]	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, зачистка заусенцев	«фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные» [5]
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны	«костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием» [5]
опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	«инструктаж, устройства и приспособления, гасящие вибрации» [5]	ботинки кожаные с защитным подноском
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся	«инструктаж, устройства и приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума» [5]	«наушники противозумные или вкладыши противозумные» [5]

Продолжение таблицы 11

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [5]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [5]	«Средства индивидуальной защиты работника» [5]
повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума		
опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	«инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, система аварийного отключения оборудования, средства изоляции» [5]	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктаж по охране труда, устройства местного освещения	
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	инструктаж по охране труда, устройств ограждающие опасные зоны	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с нагрудником
физическая динамическая нагрузка	инструктаж по охране труда, периодические регламентируемые перерывы	
стереотипные рабочие движения	инструктаж по охране труда, регламентируемые перерывы	

Предлагаемые мероприятия позволяют устранить или снизить влияние на работников выявленных профессиональных рисков и обеспечить безопасность выполнения технологического процесса.

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«Разработка эффективных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта основана на идентификации класса пожара и его опасных факторов» [5]. Результаты представим в виде таблицы 12.

Таблица 12 – Идентификация класса и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение» [5]	«Оборудование» [5]	«Класс пожара» [5]	«Опасные факторы пожара» [5]	«Сопутствующие проявления факторов пожара» [5]
участок изготовления стакана механизма поворота STM	вертикально-сверлильный Knuth KSB 40 CNC, патрон цанговый специальный, сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 4010-77, токарно-карусельный станок VT-30 CNC, оправка цанговая специальная, резец токарный проходной специальный В14М7К25, резец токарный расточной ГОСТ 28101-89	пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов повышенной 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» [5]

Используя полученные данные, производим выбор технических средств, обеспечивающих пожарную безопасность рассматриваемого производства. Результаты представим в виде таблицы 13.

Таблица 13 – 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 (механизованный и немеханизованный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
огнетушители, гидропомпы, ведра, бочки с водой, лопаты, ящики с песком, ломы, пилы, топоры	пожарные автомобили, мотопомпы, передвижные огнетушители	автоматическая система пожаротушения	извещатели, приборы приема, контрольные, системы передачи извещений о пожаре	клапаны, гидранты, колонки, стволы, рукава соединительные, колонки, гидроэлеваторы,	противогазы, самоспасатели	ведра, ломы, багры с деревянной ручкой, полотно, лопаты, тележка	автоматические звуковые оповещатели, световые оповещатели

Следующим этапом производим разработку необходимых организационных мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность рассматриваемого производства. Результаты представим в виде таблицы 14.

Таблица 14 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [5]	«Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [5]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [5]
технологический процесс изготовления стакана механизма поворота STM	«приказы, распоряжения инструкции в части организации проведения работы по обеспечению пожарной безопасности объекта, обучение работников объекта мерам пожарной безопасности, разработка средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [5]	инструктажи, сигнализация, автоматическая система пожаротушения, первичные средств пожаротушения

Применение предлагаемых технических средств и разработанных организационных мероприятий позволяет эффективно решить проблему обеспечения пожарной безопасности производственного процесса.

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«Обеспечение экологической безопасности основано на идентификации негативных экологических факторов, которые могут возникнуть в результате выполнения технологического процесса или работы производства. В таблице 15 представлены основные негативные экологические факторы, рассматриваемого производственного процесса» [5].

Таблица 15 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса» [5]	«Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса» [5]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу» [5]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу» [5]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [5]
технологический процесс изготовления стакана механизма поворота STM	вертикально-сверильный Knuth KSB 40 CNC, патрон цанговый специальный, сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 4010-77, токарно-карусельный станок VT-30 CNC, оправка цанговая специальная, резец токарный проходной специальный В14М7К25, резец токарный расточной ГОСТ 28101-89	взвешенные частицы и аэрозоли смазочно-охлаждающей жидкости и других технических жидкостей, пыль	смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы, частицы стружки, растворенная пыль	металлическая стружка, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы

Устранение и снижение влияния выявленных экологических факторов производится путем разработки соответствующих организационно-технических мероприятий, представленных в таблице 16.

Таблица 16 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	технологический процесс изготовления стакана механизма поворота STM
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	очистка воздуха при помощи адсорберов, барботажно-пенных пылеуловителей, аппараты термической и каталитической нейтрализации газовых выбросов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	«очистка сточных вод при помощи системы механической очистки, флотационных установок и аэраторов» [5]

## Продолжение таблицы 16

Наименование технического объекта	технологический процесс изготовления стакана механизма поворота STM
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	«переплавка лома, сортировка отходов, захоронение отходов на полигонах» [5]

Приведенные в таблице 16 мероприятия позволяют устранить или снизить влияние всех экологических негативных факторов производственного процесса.

Выполнение анализа технологического процесса на безопасность его выполнения позволило максимально снизить риски получения травм работниками производства, что достигнуто благодаря применению средств индивидуальной и коллективной защиты, разработке соответствующих организационных мер.

Анализ возможных рисков возникновения пожаров и их характеристик позволил достигнуть необходимого уровня пожарной безопасности путем применения соответствующих виду выполняемых работ технических средств пожаротушения и организационных мероприятий.

Результаты анализа возможного воздействия экологических факторов позволили разработать организационно-технические мероприятия направленные на снижение воздействия выявленных опасных экологических факторов на окружающую среду и обеспечить соответствие производства всем экологическим нормам.

## 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 «Стакан». Эти изменения касаются двух операций:

- сверлильная операция – в качестве оснастки применяют патрон цанговый с механическим зажимом, вместо патрона с ручным зажимом. В качестве инструмента без изменения используется сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 19544-74;

- токарная операция – в качестве оснастки применяют патрон цанговый с механическим зажимом, вместо оправки цилиндрической. В качестве измененного инструмента применяется резец токарный проходной В14М7К25 специальный, вместо резца токарного проходного ВК4 ГОСТ 28101-89, и без изменения, резец расточной ГОСТ 28101-89.

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 [14] и программным обеспечением Microsoft Excel.

Для определения себестоимости, в частности технологической себестоимости, необходимо 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.



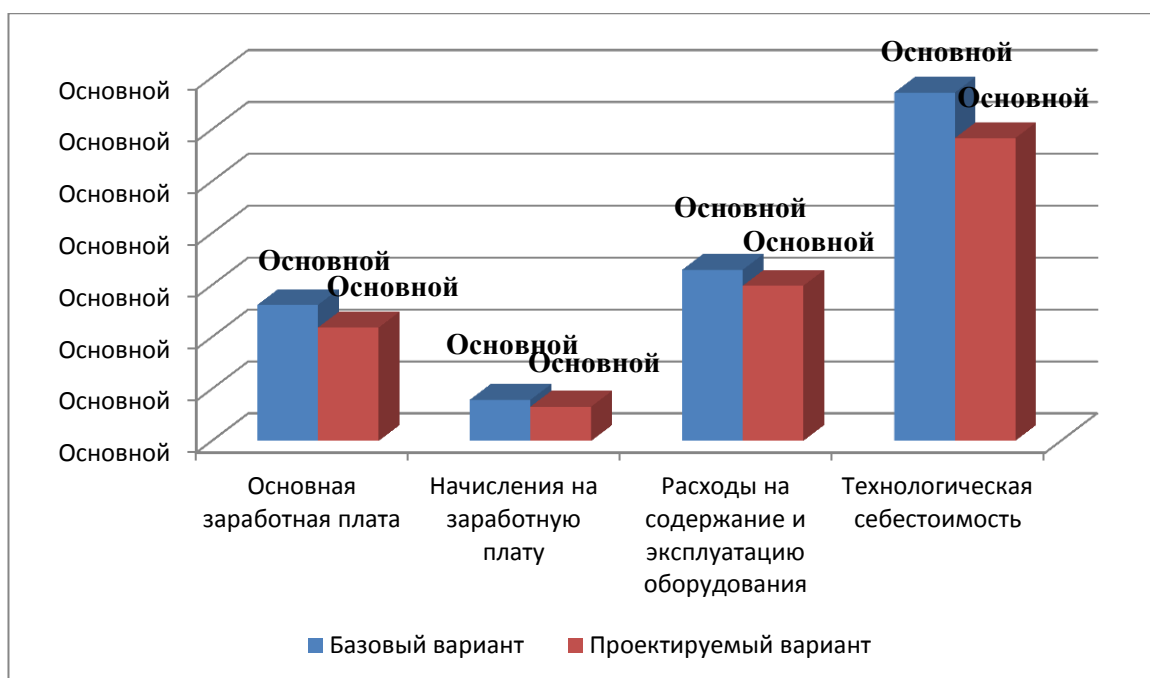


Рисунок 5 – Сравнительная характеристика параметров технологической себестоимости по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 5, все параметры имеют тенденцию к снижению, то есть проектируемый вариант предполагает снижение технологической себестоимости изготовления детали «Стакан» на 8,77 руб., что составит 13,1%.

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 163 рубля, а для проектируемого – 138,22 рублей. По полученным значениям можно сделать вывод о том, что полная себестоимость проектируемого варианта меньше чем в базовом. Эта разница составляет 15,2 % или 24,78 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 19824 рублей.

Чтобы определить будут ли эффективны предложенные изменения, необходимо рассчитать инвестиции или капитальные вложения в проект. Учитывая то, что изменения технологического процесса изготовления детали «Стакан» затрагивают замену инструмента и оснастки, то капитальные вложения будут складываться из затрат на инструмент, приспособление, затраты на корректировку управляющей программы и затрат на проектирование нового технологического процесса, поэтому общая сумма инвестиций составит 44968,72 рублей. На рисунке 6 представлена структура капитальных вложений в долевом соотношении.



Рисунок 6 – Структура капитальных вложений в долях к общей величине

Анализируя структуру параметров инвестиций, представленную на рисунке 6, видно, что максимальное влияние на конечный размер инвестиций оказывают затраты на проектирование, с величиной доли 79,4 %.

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 17.

Таблица 17 – Показатели экономической эффективности проекта

Наименование параметра	Величина параметра
Срок окупаемости, года	3
Общий дисконтируемый доход, руб.	51319,07
Интегральный экономический эффект, руб.	6350,35
Индекс доходности, руб. / руб.	1,14

Анализируя, представленные в таблице 17, данные можно сделать вывод о том, что проект является эффективным, так как интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 6350,35 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 0,14 рублей, что может обеспечить рентабельность в размере 14 %.

## Заключение

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы стал технологический процесс изготовления стакана механизма поворота STM, который обеспечит выпуск годовой программы изделий заданного качества при минимальных экономических затратах. Достижение данного результата основано на решении ряда задач.

Проведен анализ исходных данных, в ходе которого проанализированы назначение, условия эксплуатации и технологические характеристики детали. В результате данного анализа сформированы задачи работы, решение которых позволило достичь необходимых результатов.

Разработка технологического процесса изготовления стакана механизма поворота STM проведена на основе выбора параметров техпроцесса характерных для среднесерийного типа производства. В соответствии с данными параметрами проведено проектирование заготовки, проектирование плана изготовления, определение средств оснащения техпроцесса, разработка технологических операций. Это позволило максимально эффективно использовать особенности типа производства и получить оптимальные технические показатели технологического процесса.

На основе анализа базового технологического процесса были выявлены технически несовершенные операции и проведено их совершенствование путем проектирования специальных средств оснащения. Совершенствование сверлильной операции произведено путем проектирования цангового патрона, а совершенствование операций тонкого точения путем проектирования специального резца.

Анализ безопасности и экологичности технологического процесса позволил разработать мероприятия по обеспечению соответствующих требований.

Расчет экономических показателей технологического процесса подтвердил правильность принятых в ходе проектирования решений.

## Список используемых источников

1. Беляев С.В. Основы металлургического и литейного производства: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению бакалавриата 22.03.02 "Металлургия" / С.В. Беляев, И.О. Леушин. – Гриф УМО. – Ростов-на-Дону. : Феникс, 2016. – 207 с.
2. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
3. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. – 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. – 463 с.
4. 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.
5. 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: 01.05.2020).
6. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – Введ. 1987–01–01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 5 с.
7. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 45 с.
8. Зубарев Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. – Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 14.04.2020).
9. Иванов И.С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учеб. пособие / И.С. Иванов. – Москва. : ИНФРА–М, 2015.

– 198 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/405031> (дата обращения: 23.04.2020).

10.Иванов И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. – 2–е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА–М, 2016. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 13.04.2020).

11.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: 18.04.2020).

12.Клименков С.С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА–М, 2013. – 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата обращения: 29.04.2020).

13. Клименков С.С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА–М, 2013. – 269 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/37101> (дата обращения: 14.05.2019).

14.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: 07.05.2020).

15. Маталин А.А. Технология машиностроения : учеб. Для студ. Вузов, обуч. По спец. 151001 напр. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. Производств» / А.А. Маталин. – Изд. 3–е, стер. ; Гриф УМО. – СПб. : Лань, 2010. – 512 с.

16. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр.

пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4–е изд., перераб. и доп. – гриф МО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

17. Мещерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. – Москва. : ИНФРА–М, 2017. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/881108> (дата обращения: 18.04.2020).

18. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА–М, 2017. – 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 15.04.2020).

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

20. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. – Санкт–Петербург. : Лань, 2018. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 15.05.2019).

21. 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: 16.04.2020).

22. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. – 2–е изд. – Москва. : ИНФРА–М, 2016. – 330 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/505001> (дата обращения: 15.04.2020).

23. 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: 23.04.2020).

24.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.

25.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.

26.Схиртладзе А.Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 3 / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – 3-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 536 с.

27.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.







Продолжение Приложения А

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа							Шт		
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН		ОП	Кшт
Б	Код, наименование оборудования												Шт		
Т 42	396190 Оправка цанговая специальная; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 ВК6; 392190 Резец														
Т 43	расстояной ГОСТ18879-73 ВК6; 393413 Микрометр МК200 ГОСТ6507-90; 393450 Циркулярный М160 ГОСТ9244-75.														
44															
А 45	XX XX XX 035 4113 Токарная														
Б 46	381151 Токарно-карцельный VT-30					3	18219	422	1P	1	1	1	100	1	6,2
0 47	Точить поверхности 1, 2, 3, 4, 13, 14, 29, 30, 34 в размер $\phi 188,48_{-0,115}$ , $\phi 119,775_{+0,007}$ , $\phi 234,43_{-0,115}$ .														
Т 48	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 ВК6; 392190 Резец														
Т 49	расстояной ГОСТ18879-73 ВК6; 393413 Микрометр МК200 ГОСТ6507-90; 393450 Циркулярный М160 ГОСТ9244-75.														
50															
А 51	XX XX XX 040 4113 Токарная														
Б 52	381151 Токарно-карцельный VT-30					3	18219	422	1P	1	1	1	100	1	7,74
0 53	Точить поверхности 19, 23, 24, 25 в размер $\phi 150_{+0,04}$ , $\phi 180_{-0,025}$ , $360_{-0,23}$ , $338_{-0,23}$ .														
Т 54	396190 Оправка цанговая специальная; 392190 Резец контурный специальный В14М7К25; 392190 Резец														
Т 55	расстояной ГОСТ28101-89 В14М7К25; 393413 Микрометр МК-200 ГОСТ6507-90; 393450 Циркулярный														
Т 56	ММ-160 ГОСТ9244-75.														
57															
А 58	XX XX XX 045 4113 Токарная														
Б 59	381151 Токарно-карцельный VT-30					3	18219	422	1P	1	1	1	100	1	8,86
0 60	Точить поверхности 3, 4, 13, 14, 29, 30 в размер $\phi 188_{-0,115}$ , $\phi 120_{+0,055}$ , $\phi 234_{-0,115}$ , $133_{-0,14}$ , $399_{-0,23}$ , $89_{-0,35}$ .														
Т 61	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 392190 Резец контурный специальный В14М7К25; 392190														
Т 62	Резец расточной В14М7К25; 393413 Микрометр МК200 ГОСТ6507-90; 393450 Циркулярный М160 ГОСТ9244-75.														
63															
А 64	XX XX XX 050 Моечная														
МК															

Продолжение Приложения А

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











Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
								Справ. №	
					<u>Документация</u>				
	A1			20.БР.ОТМП.759.65.00.000СБ	Сборочный чертеж				
					<u>Детали</u>				
	A2	1		20.БР.ОТМП.759.65.00.001	Корпус	1			
	A2	2		20.БР.ОТМП.759.65.00.002	Корпус цанги	1			
	A3	3		20.БР.ОТМП.759.65.00.003	Цанга	1			
	A4	4		20.БР.ОТМП.759.65.00.004	Втулка	4			
	A2	5		20.БР.ОТМП.759.65.00.005	Опора	1			
	A4	6		20.БР.ОТМП.759.65.00.006	Тяга	1			
	A4	7		20.БР.ОТМП.759.65.00.007	Шток	1			
	A3	8		20.БР.ОТМП.759.65.00.008	Корпус пневмоцилиндра	1			
	34	9		20.БР.ОТМП.759.65.00.009	Поршень	1			
	A4	10		20.БР.ОТМП.759.65.00.010	Крышка пневмоцилиндра	1			
					<u>Стандартные изделия</u>				
			11		Винт М16х110 ГОСТ11738-84	4			
			12		Пружина ГОСТ13766-86	1			
			13		Винт М16х60 ГОСТ11738-84	8			
			14		Винт М10х35 ГОСТ11738-84	8			
			15		Кольцо ГОСТ 1567-68	2			
			16		Демпфер ГОСТ8754-79	2			
			17		Кольцо ГОСТ 1567-68	2			
			18		ГайкаМ20х1,5ГОСТ 15522-70	1			
				<b>20.БР.ОТМП.759.65.00.000</b>					
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Инв. № подл.	Разраб.	Голуць				Лит.	Лист	Листов	
	Пров.	Козлов					1	2	
	Н.контр.					ТГУ, ИМ, зр. ТМдд-1502а			
	Утв.								



Продолжение Приложения Б

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
							Изм.	Дата	
				<u>Документация</u>					
A2			20.БР.ОТМП.759.70.00.000СБ	Сборочный чертеж					
				<u>Детали</u>					
A3	1		20.БР.ОТМП.759.70.00.001	Державка резца	1				
A4	2		20.БР.ОТМП.759.70.00.002	Втулка	1				
A4	3		20.БР.ОТМП.759.70.00.003	Клин	1				
				<u>Стандартные изделия</u>					
		4		Пластина режущая трехгранная 01125 ГОСТ 19046-80	1				
		5		Винт М5х50 ГОСТ17473-80	1				
		6		Гайка М5 ГОСТ10605-94	1				
			<b>20.БР.ОТМП.759.70.00.000</b>						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата			
Разраб.		Голуць						Лит.	
Пров.		Козлов						Лист	
								Листов	
								1	
Изм. № подл.		Утв.		<b>Резец токарный</b>				ТГУ, ИМ, гр. ТМдд-1502а	
								Формат А4	