

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления корпуса клапана

Обучающийся

Е.М. Савельева

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.А. Козлов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

М.А. Кривова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

В работе рассматривается технологический процесс изготовления корпуса клапана.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления корпуса клапана, обеспечивающего максимально эффективные экономические показатели при условии обеспечения требуемых показателей качества изготовления.

Результаты выполнения работы отражены на 48 страницах пояснительной записки и на 7 листах формата А1 графической части.

«Первый раздел работы содержит комплексный анализ исходных данных, по результатам которого формулируются задачи» [6], которые позволят достичь цели работы.

Второй раздел работы содержит «проектирование заготовки, разработку плана изготовления детали, выбор технических средства оснащения, проектирование технологических операций, включая определение режимов резания и нормирование» [6].

Третий раздел работы содержит разработку специальной технологической оснастки и режущего инструмента, проектирование которых позволило увеличить эффективность технологического процесса.

«Четвертый раздел работы содержит анализ безопасности выполнения, экологичности и пожарной безопасности технологического процесса, а также предложения по устранению, выявленных проблем» [6].

«Пятый раздел работы содержит оценку эффективности спроектированного технологического процесса» [6] на основе анализа его экономических показателей.

Заключение содержит основные выводы по результатам выполнения работы.

Содержание

Введение.....	4
1 Исходные данные и их анализ	5
1.1 Назначение и условия работы детали	5
1.2 Оценка технологичности детали	6
1.3 Анализ параметров типа производства.....	7
1.4 Постановка задач работы	9
2 Технологическая часть	10
2.1 Проектирование заготовки.....	10
2.2 Разработка плана изготовления	19
2.3 Технические средства оснащения	21
2.4 Определение режимов резания и нормирование	24
3 Разработка специальных технических средств оснащения	28
3.1 Разработка цангового патрона.....	28
3.2 Разработка резца.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта	35
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	35
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	39
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта	39
5 Экономическая эффективность работы	41
Заключение	45
Список используемых источников.....	46
Приложение А Технологическая документация.....	49
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	61

Введение

Основное назначение гидравлического клапана заключается в регулировании и управлении потоком жидкости или масла в гидросистемах. Он используется для контроля давления, направления движения, скорости потока и других параметров жидкости в гидроприводах различных механизмов и машин. Гидравлические клапаны играют важную роль в эффективной и надежной работе гидросистем и обеспечивают правильное и безопасное функционирование гидравлического оборудования. Гидравлические клапаны используются в различных областях, включая: гидравлические системы в промышленности, машиностроении и строительстве для управления потоком жидкости; автомобильная промышленность для управления тормозами, сцеплением и другими гидравлическими системами; авиационная промышленность; морская промышленность для управления гидравлическими системами на судах и буровых установках; агропромышленность.

В данном случае рассматривается технология изготовления дроссельного подпружиненного клапана, который управляет потоком жидкости путем регулирования сечения прохода в клапане, при помощи пружины, контролирующей открывающееся или закрывающееся давление клапана.

В ходе проектирования технологии изготовления корпуса гидравлического клапана необходимо обеспечить выполнение всех технических требований, закладываемых конструктором. Кроме этого необходимо обеспечить конкурентоспособность изготавливаемой детали. Таким образом, цель выпускной квалификационной работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления корпуса гидравлического клапана, обеспечивающего максимально эффективные экономические показатели при условии обеспечения требуемых показателей качества изготовления.

1 Исходные данные и их анализ

1.1 Назначение и условия работы детали

Служебное назначение корпуса в механизме гидравлического клапана заключается в размещении в нем запорно-регулирующего механизма, обеспечивающего регулирование потока, закреплении гидравлической арматуры, а также в базировании клапана в гидравлической системе.

В гидравлической системе корпус базируется и устанавливается по торцу и шейке. Во внутренних полостях корпуса размещаются поршень, толкатель, седла и клапана, обеспечивающие включение и выключение клапана.

Эксплуатационные нагрузки данной детали определяются ее служебным назначением. Величина нагрузок достаточно значительная, при этом она может изменяться в значительных пределах за короткий промежуток времени. Направление нагрузок носит знакопеременный характер. Эти факторы могут привести к ускоренному износу исполнительных поверхностей. Износ, как правило, носит адгезионный характер и является равномерным по всей площади рабочих поверхностей. В случае наличия скрытых дефектов или проведения некачественной механической обработки, возможно возникновение очагов локального износа.

Следует отметить влияние на деталь факторов эксплуатационного характера. Наиболее вероятно влияние агрессивных внешних климатических факторов, а также состав рабочей жидкости используемой в гидравлической системе и рабочем давлении. Кроме этого, вероятно возникновение влияния вибраций от работы других производственных механизмов. Это может ускорить износ рабочих поверхностей детали и их повреждение.

1.2 Оценка технологичности детали

Ключевым вопросом при проектировании технологии изготовления детали является оценка детали на технологичность. От ее результатов зависит, какие методы и методики будут наиболее эффективны при проектировании технологии изготовления рассматриваемой детали. Проведение оценки на технологичность рекомендуется производить по методике [6].

Первым показателем, определяющим технологичность детали, является ее материал. Для изготовления рассматриваемой в данной работе детали необходимо правильно подобрать материал, так как это напрямую влияет на сложность обработки заготовки и на качество исполнения итоговой продукции. В данном случае используется сталь 08X18H10T ГОСТ 5632-72 «Химический состав: углерод 0,08%, хром от 17% до 19%, никель от 9% до 11%, титан 0,5%, марганец 2%, кремний 0,8%, сера до 0,02%, фосфор до 0,035%, медь до 0,3%» [21]. «Механические свойства: предел текучести 275 МПа, предел прочности 610 МПа, относительное удлинение при разрыве 41%, относительное сужение 63%, твердость по шкале Бринелля от 179 до 192» [21].

Третьим показателем технологичности детали является возможность механической обработки. Данный показатель определяется характеристиками точности поверхностей и качеством их поверхностного слоя. В данном случае все характеристики поверхностей могут быть достигнуты путем стандартных операций механической обработки, для проектирования которых могут быть применены типовые технологические процессы. Точность обработки в данном случае обеспечивается базированием детали с применением стандартных схем базирования.

Проведенный анализ детали на ее технологичность показывает, что для ее обработки возможно применение различных заготовок. Методы ее обработки не отличаются от стандартных, поэтому можно использовать

оборудование и приспособления широкого спектра. Конструкция детали является простой и технологичной одновременно.

1.3 Анализ параметров типа производства

«Характеристики производства зависят от его типа, который определяется номенклатурой, годовой программой выпуска изделий и его массой» [12].

«Масса детали определяется путем моделирования детали, результаты которого приведены на рисунке 1» [12] и равна 3,08 кг.



Рисунок 1 – Моделирование детали

«При годовой программе выпуска равной 6000 штук тип производства среднесерийный» [12].

«Отличительными особенностями данного типа производства являются» [12]:

- форма организации технологического процесса групповая;
- выпуск деталей партиями;
- проектирование технологии изготовления с использованием типовых технологических процессов;
- маршрут обработки разрабатывается на основе экстенсивного

- принципа;
- оформление технологии в маршрутно-операционном виде;
 - метод получения заготовки выбирается на основе экономических показателей;
 - определение припусков в зависимости от требуемой точности обработки «расчетно-аналитическим или статистическим методом» [12];
 - «определение норм времени операций расчетно-аналитическим методом» [12];
 - «использование станков оснащенных системами числового программного управления, а также полуавтоматических и специализированных станков» [12];
 - «использование универсального режущего инструмента, обладающего высокой стойкостью и производительностью, допускается использование специального инструмента» [12];
 - «использование универсальной, стандартизированной, сборно-разборной технологической оснастки, допускается использование специальной технологической оснастки» [12];
 - «использование универсальных, механических и электронных средств контроля» [12], допускается использование специальных средств контроля;
 - формирование производственных участков по группам производственного оборудования.

Из особенностей параметров выбранного типа производства следует, что данный тип производства допускает применение разнообразных методик проектирования, среднюю степень автоматизации, как производственных процессов, так и процессов технологической подготовки производства.

1.4 Постановка задач работы

«Задачи работы» [6]:

- «провести проектирование заготовки, разработку плана изготовления детали, выбор технических средства оснащения, проектирование технологических операций» [6];
- «провести разработку специальной технологической оснастки и режущего инструмента» [6];
- «провести анализ безопасности выполнения, экологичности и пожарной безопасности технологического процесса» [6];
- «провести оценку эффективности спроектированного технологического процесса» [6] на основе анализа его экономических показателей;

В результате выполнения первого раздела работы проведен комплексный анализ исходных данных, по результатам которого сформулированы задачи, которые позволят достичь цели работы.

2 Технологическая часть

2.1 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки детали – это важный этап технологического процесса производства, который включает в себя определение формы, размеров и материала исходной заготовки для последующей обработки с целью получения готовой детали.

Процесс проектирования заготовки можно разделить на несколько ключевых этапов. Первым шагом является тщательный анализ чертежа конечной детали. Необходимо понять её форму, размеры, допуски (допустимые отклонения), требования к качеству поверхности и другие технические характеристики. Это позволит определить основные параметры будущей заготовки. В зависимости от требований к детали и производственных возможностей выбирается метод изготовления заготовки. Определение припусков на обработку. Величина припуска зависит от выбранного метода обработки, точности оборудования, свойств материала и других факторов. Важно учитывать возможные деформации и усадку материала во время обработки. На основе выбранных методов обработки и определённых припусков рассчитываются окончательные размеры и масса заготовки. Эти данные необходимы для оценки затрат на материал и для планирования производственного процесса. Нужно учесть технологические ограничения оборудования, которое будет использоваться для обработки заготовки. После определения основных параметров заготовки разрабатывается технология её обработки. Это может включать выбор инструментов, режимов резания, последовательности операций и так далее. Проектирование заготовки должно также учитывать экономическую эффективность. Оптимизация использования материала, минимизация отходов и снижение затрат на обработку являются важными аспектами.

Таким образом, проектирование заготовки – это комплексный процесс,

требующий учета множества факторов, таких как свойства материала, методы обработки, технологические возможности и экономические аспекты.

Выбор метода получения заготовки задача многофакторная. Определяющими факторами являются тип производства, материал и форма детали, а также экономические показатели. «В условиях среднесерийного типа производства для представленной детали эффективны методы получения заготовки штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе и штамповка на горизонтально-ковочной машине» [7].

«Затраты определяются по формуле:

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

где $C_{ЗАГ}$ – затраты на получение одного кг заготовок, руб.;

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

$C_{ОТХ}$ – стоимость одного кг отходов производства в виде стружки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг» [7].

«Определение массы детали производится по формуле:

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

где V – объем детали, м³;

ρ – плотность материала детали кг/м³» [7].

Получаем массу детали равную 3,08 кг.

«Определение массы заготовки производится по формуле:

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

где i – индекс номера варианта получения заготовки;

K_p – коэффициент, зависящий от формы детали и способа ее получения» [7].

«В ходе выполнения расчетов принимаем индекс номера варианта 1 для метода получения заготовки штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе, индекс номера варианта 2 для метода получения заготовки штамповкой на горизонтально-ковочной машине» [7].

$$Q_1 = 3,08 \cdot 1,7 = 5,24 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 3,08 \cdot 1,6 = 4,84 \text{ кг.}$$

«Затраты на получение одного кг заготовок:

$$C_{\text{ЗАГ } i} = C_{\text{ШТ}} \cdot h_{\text{T}} \cdot h_{\text{С}} \cdot h_{\text{В}} \cdot h_{\text{М}} \cdot h_{\text{П}}, \quad (4)$$

где $C_{\text{ШТ}}$ – базовые затраты на получение одного кг заготовок рассматриваемым методом штамповки, руб.;

h_{T} – коэффициент точности штамповки;

$h_{\text{С}}$ – коэффициент сложности штамповки;

$h_{\text{В}}$ – коэффициент массы заготовки;

$h_{\text{М}}$ – коэффициент материала заготовки;

$h_{\text{П}}$ – коэффициент объема производства» [7].

$$C_{\text{ЗАГ } 1,2} = 54,68 \cdot 1,0 \cdot 0,88 \cdot 0,89 \cdot 1,98 \cdot 1,0 = 84,8 \text{ р.}$$

«Затраты на снятие одного кг стружки:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{С}}$ – удельные текущие затраты на снятие стружки, руб.;

$C_{\text{К}}$ – удельные капитальные вложения на снятие стружки, руб.;

$E_{\text{Н}}$ – коэффициент нормативной эффективности капитальных вложений» [7].

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

$$C_{T1} = 84,8 \cdot 5,24 + 6,04 \cdot (5,24 - 3,08) - 1,4 \cdot (5,24 - 3,08) = 454,37 \text{ р.}$$

$$C_{T2} = 84,8 \cdot 4,84 + 6,04 \cdot (4,84 - 3,08) - 1,4 \cdot (4,84 - 3,08) = 418,6 \text{ р.}$$

«Расчеты показали, что следует применить метод получения заготовки штамповкой на горизонтально-ковочной машине» [7].

«Экономический эффект составит:

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

где N – годовая программа выпуска деталей, шт.» [7].

$$\mathcal{E} = (454,37 - 418,6) \cdot 6000 = 214620 \text{ р.}$$

«Проектирование заготовки начинаем с определения маршрутов ее поверхностей для определения припусков на обработку» [18]. «На рисунке 2 приведен эскиз детали, на котором каждой поверхности присвоен свой уникальный цифровой код» [6].

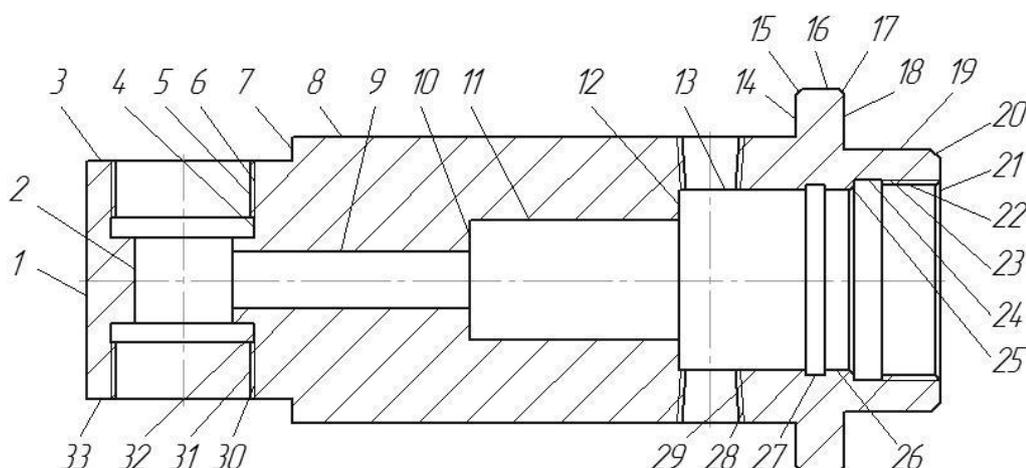


Рисунок 1 – Эскиз детали

Маршрут обработки каждой отдельной поверхности назначается в зависимости от параметров данной поверхности. В первую очередь учитывается требуемая точность обработки и качество обработки поверхностного слоя, то есть квалитет точности размера и шероховатость

поверхности. Кроме этого следует учесть требуемую твердость поверхности, так как это может потребовать внесения в маршрут обработки дополнительных термических переходов. Формирование маршрутов обработки производится по «коэффициентам удельных затрат, которые определяются в соответствии с методикой» [22].

«Маршруты обработки поверхностей, определенные по описанной выше методике приведены в таблице 1» [6].

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Поверхность	Квалитет точности	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1, 3, 4, 5, 7, 31, 32, 33	12	6,3	«фрезерование, термическая обработка» [18]
2, 9	12	6,3	«сверление, термическая обработка» [18]
6, 30	10	6,3	«резьбофрезерование, термическая обработка» [18]
8, 21	12	6,3	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование» [18]
10	12	6,3	«сверление, растачивание, термическая обработка» [18]
11, 13, 19, 26	7	1,25	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое» [18]
12, 15, 17, 20, 23, 24, 25, 27	12	6,3	«точение чистовое, термическая обработка» [18]
14, 16, 18	12	6,3	«точение черновое, термическая обработка» [18]
22			«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка» [18]
28	10	6,3	«резьбонарезание, термическая обработка» [18]
29	10	6,3	«сверление, развертывание, термическая обработка» [18]

Припуски на механическую обработку поверхностей деталей определяются исходя из следующих факторов. Габаритные размеры детали: припуски должны учитывать размеры и форму детали для обеспечения требуемого зазора или пространства для сборки с другими деталями. Технология обработки: различные методы механической обработки

(фрезерование, точение, шлифование и так далее) требуют различного размера припуска для обеспечения необходимой точности и качества обработки. Материал детали: различные материалы имеют разные свойства и ограничения, которые также могут влиять на размер припуска. Допуски по номинальным размерам: при проектировании детали учитываются допуски по номинальным размерам, которые также могут влиять на размер припуска. Требуемая точность и качество обработки: для достижения определенной точности и качества поверхности детали могут потребоваться дополнительные припуски.

Обычно припуски на механическую обработку поверхностей деталей определяются с учетом всех перечисленных факторов и устанавливаются в технической документации на изготовление детали.

В соответствии с типом производства определение припусков осуществляется в зависимости от требуемой точности обработки расчетно-аналитическим или статистическим методом. «Расчет припусков для точной поверхности диаметром $38H7(^{+0,025})$ мм ведем расчетно-аналитическим методом» [13].

«Определение минимального припуска:

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

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [13].

«Определение максимального припуска:

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

где TD_i – операционный допуск размера на текущем переходе, мм;

TD_{i-1} – операционный допуск размера на предыдущем переходе, мм» [13].

«Определение среднего припуска:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (9)» [13]$$

«Проводим расчеты.

$$z_{1 \min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,400 + \sqrt{0,280^2 + 0,080^2} = 0,691 \text{ мм.}$$

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

$$z_{3 \min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,016^2 + 0,060^2} = 0,421 \text{ мм.}$$

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

$$z_{1 \max} = z_{1 \min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,691 + 0,5 \cdot (0,620 + 0,250) = 1,146 \text{ мм.}$$

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

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

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

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,146 + 0,691) = 0,919 \text{ мм.}$$

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

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

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,274 + 0,242) = 0,258 \text{ мм.}» [13].$$

«Определение максимального операционного размера:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i \max} - 2 \cdot z_{i \min}. \quad (10)» [13]$$

«Определение минимального операционного размера:

$$D_{(i-1)min} = D_{(i-1)max} - TD_{i-1}. \quad (11)» [13]$$

«Определение среднего операционного размера:

$$D_{i\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{i\text{ max}} + D_{i\text{ min}}). \quad (12)» [13]$$

«Расчеты выполняются от готового размера к заготовке.

$$D_{4\text{ max}} = 38,025 \text{ мм.}$$

$$D_{4\text{ min}} = 38,000 \text{ мм.}$$

$$D_{4\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{4\text{ max}} + D_{4\text{ min}}) = 0,5 \cdot (38,025 + 38,000) = 38,012 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ max}} = D_{4\text{ max}} - 2 \cdot z_{4\text{ min}} = 38,025 - 2 \cdot 0,242 = 37,580 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ min}} = D_{3\text{ max}} - TD_3 = 37,580 - 0,039 = 37,541 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{3\text{ max}} + D_{3\text{ min}}) = 0,5 \cdot (37,580 + 37,541) = 37,561 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО max}} = D_{3\text{ max}} - 2 \cdot z_{3\text{ min}} = 36,738 - 2 \cdot 0,421 = 36,738 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО min}} = D_{\text{ТО max}} - TD_3 = 36,738 - 0,039 = 36,699 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО ср}} = 0,5 \cdot (D_{\text{ТО max}} + D_{\text{ТО min}}) = 0,5 \cdot (36,738 + 36,699) = \\ = 36,719 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ max}} = D_{3\text{ max}} \cdot 0,999 = 36,738 \cdot 0,999 = 36,701 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ min}} = D_{2\text{ max}} - TD_2 = 36,701 - 0,250 = 36,451 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2\text{ max}} + D_{2\text{ min}}) = 0,5 \cdot (36,701 + 36,451) = 36,576 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ max}} = D_{2\text{ max}} - 2 \cdot z_{2\text{ min}} = 36,701 - 2 \cdot 0,125 = 36,449 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ min}} = D_{1\text{ max}} - TD_1 = 36,449 - 0,100 = 36,023 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2\text{ max}} + D_{2\text{ min}}) = 0,5 \cdot (36,449 + 36,023) = 36,073 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ max}} = D_{1\text{ max}} - 2 \cdot z_{1\text{ min}} = 36,023 - 2 \cdot 0,691 = 34,641 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ min}} = D_{0\text{ max}} - TD_0 = 34,641 - 0,62 = 34,021 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ ср}} = 0,5(D_{\text{max}} + D_{\text{min}}) = 0,5(34,641 + 34,021) = 34,331 \text{ мм.}» [13].$$

«Определение минимального общего припуска:

$$2z_{min} = D_{3\ max} - D_{0\ min}. \quad (13)» [13]$$

$$2z_{min} = 38,025 - 34,021 = 4,004 \text{ мм.}$$

«Определение максимального общего припуска:

$$2z_{max} = 2z_{min} + TD_0 + TD_3. \quad (14)» [13]$$

$$2z_{max} = 4,004 + 0,62 + 0,039 = 4,663 \text{ мм.}$$

«Определение среднего общего припуска:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15)» [13]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (4,004 + 4,663) = 4,334 \text{ мм.}$$

Определение припусков с использованием статистической методики производится следующим образом. «Минимальный припуск на обработку определяется по статистическим таблицам» [20]. «Максимальный припуск на обработку рассчитывается с использованием формулы (8)» [6]. Результаты определения припусков представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов припусков

Поверхность	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм	Средний припуск, мм
1	1	2,0	3,8	2,9
8	1	1,3	2,85	2,075
	2	0,15	0,36	0,255
	3	0,2	0,283	0,242
11	1	0,5	0,647	0,574
	2	0,4	0,459	0,43
	3	0,25	0,277	0,264
14	1	2,0	3,355	2,678
16	1	1,3	1,85	1,575
18	1	2,0	3,45	2,725
19	1	1,3	2,85	2,075
	2	0,15	0,36	0,255
	3	0,2	0,283	0,242

Продолжение таблицы 2

Поверхность	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм	Средний припуск, мм
–	4	0,05	0,088	0,069
21	1	2,0	3,8	2,69
	2	1,0	1,28	1,14
	3	0,5	0,612	0,556
28	1	0,8	1,2	1,0

«Параметры заготовки, а также напуски определяем по ГОСТ 7505-89: класс точности заготовки Т4; группа марки материала М3; степень сложности заготовки С2; исходный индекс для определения основных припусков на обработку И5; величина смещения по поверхности разъема штампов 0,7 мм; величина остаточного облоя 0,9 мм; плоскостность поверхностей 1,0 мм; concentricность отверстий 1,5 мм; уклоны наружные 5°, внутренние 7°; радиусы скруглений 2,5 мм» [2].

2.2 Разработка плана изготовления

«Разработка плана изготовления является ключевым вопросом при проектировании технологии изготовления детали» [6]. От принимаемых на данном этапе решений зависит эффективность всей технологии изготовления. «На первом этапе формирования плана изготовления необходимо разработать маршрут обработки детали на основе типовых технологических процессов» [19]. Такой подход позволит существенно сократить время проектирования и улучшить качество проработки технологических решений. При выборе типового технологического процесса необходимо учитывать не только форму поверхностей типовой детали, но и ее материал, параметры точности и шероховатости поверхностей, а также результаты выбора маршрутов обработки поверхностей, разработанных ранее. Разработанный технологический маршрут представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут изготовления детали

Наименование операции	Обрабатываемые поверхности	Метод обработки
005 Фрезерно-центровальная	1, 21	фрезерование
010 Токарная	8, 14	точение
015 Токарная	12, 13, 18, 19, 21, 22	точение
020 Сверлильная	9, 10, 11	сверление
025 Токарная	8, 15	точение
030 Токарная	10, 11, 13, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	точение
035 Сверлильная	2, 3, 4, 5, 6, 7, 28, 29, 30, 31, 32, 33	сверление, фрезерование, развертывание, резбонарезание
040 Термическая	все	термообработка
045 Центрошлифовальная		шлифование
050 Круглошлифовальная	8	шлифование
055 Круглошлифовальная	19	шлифование
060 Внутришлифовальная	11, 13, 21	шлифование
065 Круглошлифовальная	19	шлифование
070 Внутришлифовальная	11, 13	шлифование
075 Моечная	все	мойка
080 Контрольная	все	контроль

Полученный маршрут обработки применяется для формирования плана изготовления детали.

Вторым этапом формирования плана изготовления является разработка схем базирования. Выполнение данного этапа зависит от типа производства, так как он определяет применяемые методы достижения размерной точности. В данном случае точность достигается методом работы на настроенном оборудовании, что приводит к необходимости соблюдения принципов базирования, представленных в литературе [11]. Данное решение позволит не только применить максимально эффективные схема базирования, но и впоследствии применить стандартные станочные приспособления для их реализации, что существенно сократит производственные затраты.

«На третьем этапе формирования плана изготовления детали определяются технические требования на выполнение операций» [6].

Для этого необходимо выполнить следующие действия. Определить требования к размерам и форме детали, включая точность и геометрические

параметры. Определить необходимый материал детали и требования к его механическим свойствам (твердость, прочность, усталостная прочность). Установить требования к поверхностной обработке детали: шероховатость, чистота поверхности, покрытие и другие. Определить требования к процессу обработки: скорость резания, подачу, слой отрезания, охлаждение и смазку, тип инструмента. Учитывать требования к безопасности на рабочем месте при выполнении операций обработки. Проверять соответствие выполненной обработки требованиям чертежа и техническому заданию. Документировать все выполненные операции обработки, включая параметры процесса, используемые инструменты и оборудование, временные затраты и качество обработки.

Конкретные значения перечисленных параметров определяются по данным [11] исходя из метода обработки, номинального размера поверхности, наличия погрешностей базирования и пространственных отклонений.

«План изготовления формируется по данным литературы» [6]. Более подробная маршрутная карта обработки детали представлена в приложении А «Технологическая документация».

2.3 Технические средства оснащения

«Технические средства оснащения должны отвечать следующим требованиям» [6]:

- «применение станков оснащенных системами числового программного управления, а также полуавтоматических и специализированных станков» [6];
- «применение универсального режущего инструмента, обладающего высокой стойкостью и производительностью, допускается использование специального режущего инструмента» [6];
- «применение универсальной, стандартизированной, сборно-

разборной технологической оснастки, допускается использование специальной технологической оснастки» [6];

- «применение универсальных, механических и электронных средств контроля» [6], допускается использование специальных средств контроля.

Следует отметить, что при выборе технических средств оснащения следует учесть особенности формы поверхностей детали, требуемые параметры точности и качества обрабатываемых поверхностей, схемы технологических операций, а также экономическую целесообразность применения конкретного технического средства.

В основном металлорежущее оборудование предназначено для выполнения конкретных профильных работ с определенными металлами и сплавами, но также существуют и универсальное оборудование, с помощью которого возможно изготовление различных деталей.

Осуществим выбор средств оснащения с использованием данных [4], [5], [9], [10], [14], [15] (таблица 4).

Таблица 4 – Технические средства оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособления	Средства контроля
005 Фрезерно-центровальная	фрезерно-центровальный МР-71М	фреза торцовая Т5К10 ГОСТ 26595-85, сверло центровочное А4 Р6М5 ГОСТ 14952-75	тиски самоцентрирующие ГОСТ 21167-75	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80, калибры
010 Токарная	токарный SAMAT 135 NC	резец контурный Т5К10 специальный, резец расточной Т5К10 ГОСТ 20874-75	патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80, центр вращающийся ГОСТ 8742-75	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80
015 Токарная	токарный SAMAT 135 NC	резец контурный Т5К10 специальный, резец расточной	патрон цанговый специальный	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80,

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособления	Средства контроля
–	–	Т5К10 ГОСТ 20874-75	–	нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88
020 Сверлильная	сверлильный 2Р135Ф2	сверло ступенчатое Т5К10	тиски самоцентрирующие ГОСТ 21167-75	нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88, калибры
025 Токарная	токарный SAMAT 135 NC	резец контурный Т15К6 ГОСТ 18879-73	патрон трехкулачко-вый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80, центр вращающийся ГОСТ 8742-75	штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80
030 Токарная	токарный SAMAT 135 NC	резец контурный Т15К6 ГОСТ 18879-73, резец расточной Т15К6 ГОСТ 20874-75	патрон цанговый специальный	штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80, нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88
050 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М151	круг шлифовальный 1-500х45х305 23А46N8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007	патрон цанговый, центр упорный ГОСТ 13214-79	скоба рычажная СР75 ГОСТ 11098-75
055 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М151	круг шлифовальный 1-500х45х305 23А46N8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007	патрон цанговый специальный	скоба рычажная СР 75 ГОСТ 11098-75
060 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К227В	круг шлифовальный 1-32х40х10 23А46N8V30м/с1А ГОСТ52781-2007	патрон цанговый специальный	нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88
065 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М151	круг шлифовальный 1-500х45х305 24А60М5V 30м/с1А	оправка цанговая специальная	микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90
070	внутришлифовальный 3К227В	круг шлифовальный 1-	патрон цанговый специальный	нутромер НМ-50

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособления	Средства контроля
Внутришлифовальная	–	32x40x13 24A50K5V40м/с1 А	–	ГОСТ 10-88
075 Моечная	моечная машина	–	–	–

Из таблицы 4 видно, что большинство технических средств оснащения являются стандартизированными и универсальными, что полностью отвечает требованиям среднесерийного типа производства. Однако следует обратить внимание на 015 Токарную операцию, так как реализовать принятую схему базирования применением стандартных средств оснащения не представляется возможным. Также отметим, что режущий инструмент является точным инструментом и от его качества зависит точность обработки заготовки. Применение резцов контурных для токарных операций, не обеспечивающих достаточной производительности, не соответствует серийному типу производства. «Результаты выбор технических средств оснащения отражаются в приложении А «Технологическая документация», а также на чертежах плана изготовления и технологических наладок» [6].

2.4 Определение режимов резания и нормирование

Такие характеристики производственного процесса, как эффективность и себестоимость готовой продукции зависят не только от применяемого оборудования, приспособлений и инструмента, но и от режимов резания. Снижение себестоимости продукции напрямую связано со скоростью резания, и чем выше скорость резания, тем ниже себестоимость продукции.

Для определения режимов резания необходимо обратиться к таким основополагающим параметрам резания, как скорость резания, подача, и время резания. «Согласно характеристикам типа производства определение

режимов резания осуществляется» [6], в зависимости от ответственности операции, расчетно-аналитическим или статистическим методом. В данном случае наиболее рационально применение расчетно-аналитического метода, что объясняется необходимостью произведения точных расчетов для станков, оснащенных системами числового программного управления. Приведем основные положения данного метода определения режимов резания в соответствии с методикой [17].

«Скорость резания:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (16)$$

где V_T – скорость резания табличная, м/мин;

K_1 – коэффициент обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент стойкости инструмента и марки инструментального материала;

K_3 – коэффициент вида обработки» [17].

«Частота вращения:

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

где d – размер поверхности обработки, мм.» [17].

«Действительная скорость резания:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}. \quad (18) \gg [17]$$

«Длина рабочего хода инструмента:

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

где l_1 – длина врезания инструмента, мм;

$l_{рез}$ – длина обработки, мм;

l_2 – длина перебега инструмента, мм» [17].

«Основное время на выполнение операции:

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

где S_0 – подача инструмента, мм/об» [17].

«Результаты расчетов представлены в таблице 5» [17].

Таблица 5 – 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 Фрезерно-центровальная					
1	0,04	58	250	66	0,66
2	0,01	24	1900	8	0,42
010 Токарная					
1	0,25	63	250	163	2,61
015 Токарная					
1	0,25	63	250	45	0,72
2	0,1	31	450	85	1,89
020 Сверлильная					
1	0,05	25	630	98	3,11
025 Токарная					
1	0,12	155	630	152	2,01
030 Токарная					
1	0,12	155	630	25	0,33
2	0,06	90	1250	108	1,44
035 Сверлильная					
1	0,1	218	1250	70	0,14
2	0,25	110	1750	66	0,15
3	0,05	120	2380	96	0,2
4	0,15	135	1950	100	0,34
5	0,012	173	2500	96	0,17
6	0,15	51	1600	16	0,07
7	0,9	11	360	16	0,05
8	1,0	5	160	26	0,16
9	0,1	218	1250	70	0,14
10	0,05	120	2380	96	0,2

Продолжение таблицы 5

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
11	0,15	135	1950	100	0,34
12	0,012	173	2500	96	0,17
13	0,15	51	1600	16	0,07
14	0,9	11	360	16	0,05
15	1,0	5	160	26	0,16
045 Центрошлифовальная					
1	25	0,005		3	0,6
050 Круглошлифовальная					
1	30	0,017	150	103	3,2
055 Круглошлифовальная					
1	30	0,017	150	20	1,1
060 Внутришлифовальная					
1	25	0,011	150	35	2,4
065 Круглошлифовальная					
1	35	0,011	250	20	1,4
075 Внутришлифовальная					
1	30	0,008	250	35	2,7

«Подробная операционная карта обработки детали представлена в приложении А «Технологическая документация»» [6].

В результате выполнения второго раздела работы решена задача разработки технологии изготовления. «Для этого проведено проектирование заготовки, разработка плана изготовления детали, выбор технических средства оснащения, проектирование технологических операций» [6].

3 Разработка специальных технических средств оснащения

3.1 Разработка цангового патрона

В ходе анализа результатов выбора технических средств оснащения было отмечено, что на 015 Токарной операции реализовать принятую схему базирования применением стандартных средств оснащения не представляется возможным. «Эскиз операции представлен на рисунке 3» [6].

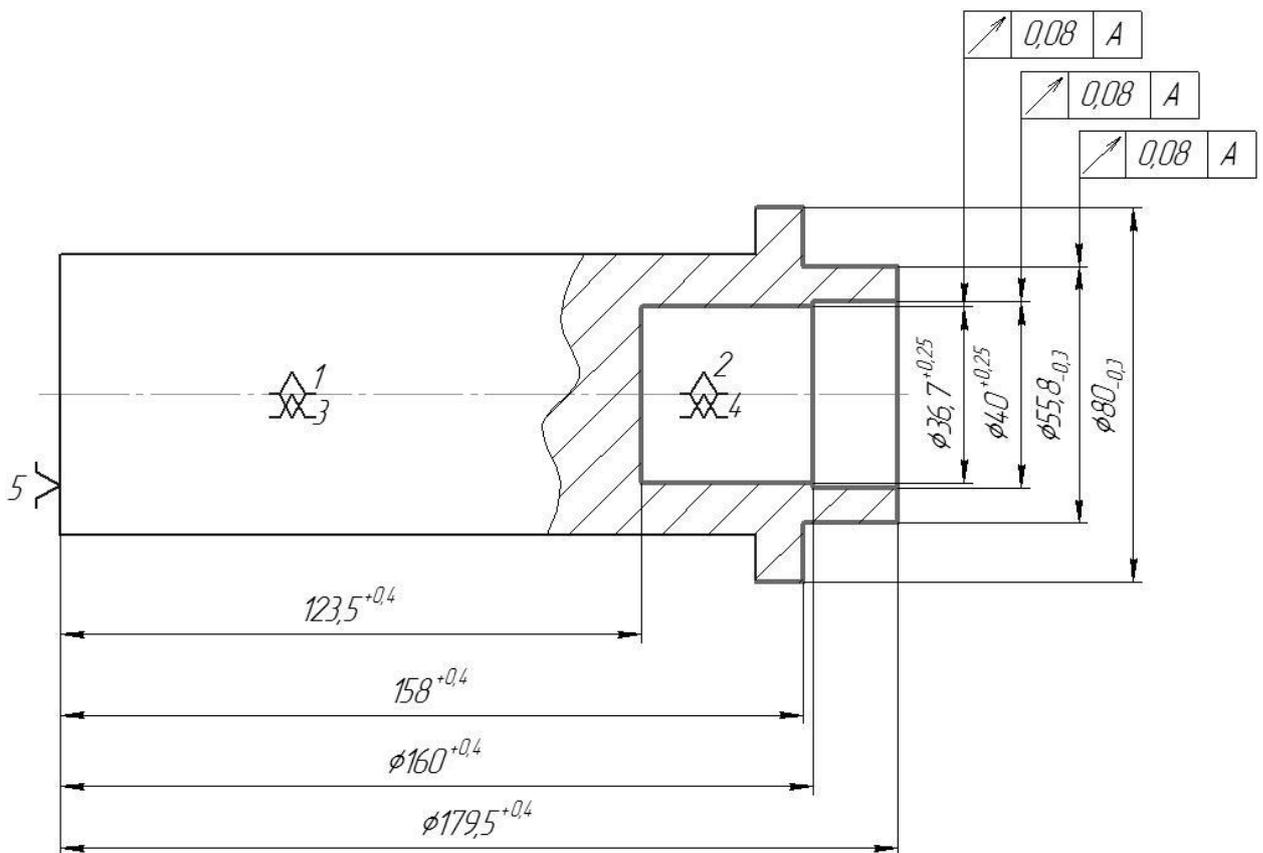


Рисунок 2 – Эскиз операции

Проведем проектирование станочного приспособления по методике [16].

Расчетная схема закрепления приведена на рисунке 3.

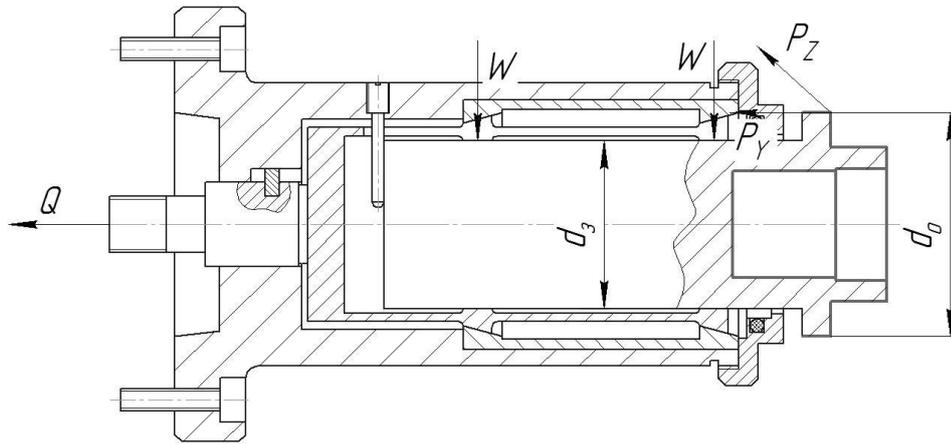


Рисунок 3 – Схема закрепления

«Расчет составляющих силы резания:

$$P_{Y,Z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (21)$$

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 условий обработки» [16].

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 2,275^{0,9} \cdot 0,25^{0,6} \cdot 31^{-0,3} \cdot 0,9 = 712 \text{ Н.}$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2,275^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 31^{-0,15} \cdot 0,9 = 1298 \text{ Н.}$$

«Из условия равновесия системы выводим формулу для определения усилия закрепления:

$$M_{P_{P_Z}} = P_Z \cdot \frac{d_0}{2}, \quad (22)$$

где d_0 – диаметр обрабатываемой поверхности, мм» [16].

«Момент от силы закрепления:

$$M_{3Pz} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (23)$$

где W – расчетное усилие зажима, Н;

f – коэффициент;

d_3 – диаметр, за который происходит закрепление, мм» [16].

«Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{P_z \cdot d_0}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (24)$$

где K – коэффициент условий выполнения операции» [16].

«Коэффициента условий выполнения операции:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (25)$$

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент, учитывающий влияние неровностей обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент, учитывающий состояние режущего инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий непостоянство сил резания;

K_4 – коэффициент, учитывающий колебания усилия на приводе;

K_5 – коэффициент, учитывающий эргономические характеристики зажимного механизма» [16].

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

Принимаем данный коэффициент минимально возможным равным 2,5.

Выполняем расчет.

$$W = \frac{1298 \cdot 80}{3 \cdot 0,2 \cdot 62} \cdot 2,5 = 6978 \text{ Н.}$$

«Усилие на приводе определяется по формуле:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (26)$$

где α – угол наклона рабочей поверхности цанги;

φ – угол трения рабочей поверхности цанги» [16].

$$Q = 6978 \cdot \operatorname{tg}(15^\circ + 6,5^\circ) = 2749 \text{ Н.}$$

«Создание расчетного усилия зажима обеспечивается поршнем, диаметр которого определяется по формуле:

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

где d – диаметр штока, мм;

P – давление масла в гидросистеме, МПа» [16].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 2749}{1,0} + 30^2} = 78 \text{ мм.}$$

Составим размерную схему приспособления (рисунок 4). «Из схемы составляем формулу для определения погрешности установки в данном приспособлении:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_\Delta}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (28)$$

где Δ_1 – погрешность вызванная неперпендикулярностью выходного конца привода, мм;

Δ_2 – погрешность колебания зазоров в сопряжении, мм;

Δ_3 – погрешность изготовления рабочих поверхностей цанги, мм»

[16].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,002^2 + 0,014^2 + 0,025^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

Рассчитанная погрешность установки должна быть меньше чем допустимая, определяемая по формуле:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot Td, \quad (29)$$

где Td – допуск на выполняемый размер, мм » [16].

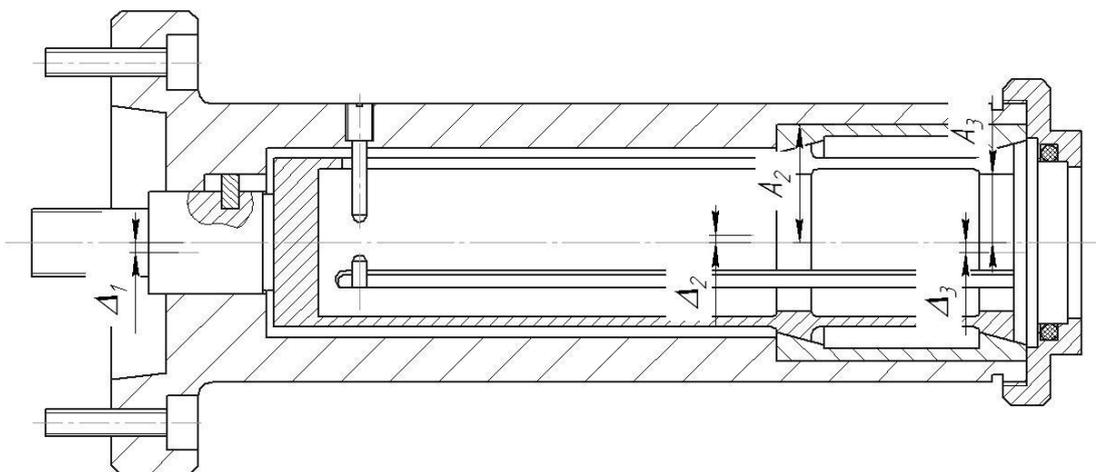


Рисунок 4 – Расчетная схема приспособления

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,25 = 0,075 \text{ мм.}$$

В ходе конструирования приспособления учтем, что при изготовлении детали необходимо применение качественного приспособления, которое обеспечит точную обработку детали на протяжении всего технологического процесса и прослужит длительный срок [6]. Спроектированное приспособление обладает необходимой прочностью и надежностью, а также полностью соответствует типу производства.

«Конструкция приспособления описана в приложении Б «Спецификации», а также приведена в графической части работы» [6].

3.2 Разработка резца

С целью повышения производительности обработки на черновых операциях предлагается применить повышенные по сравнению со стандартными значениями режимы резания. Режущий инструмент является точным инструментом и от его качества зависит точность обработки заготовки. Применение резцов контурных для токарных операций, не

обеспечивающих достаточной производительности, не соответствует серийному типу производства.

Основной проблемой такого решения для обработки заданного материала является появление сливной стружки. Это может потребовать дополнительного времени на механическое удаление стружки и привести к ухудшению качества обработки за счет повреждения поверхностей заготовки во время обработки.

«Вариант решения описанной проблемы рассмотрим на примере 015 токарной операции по методике» [3].

«Режущую пластину и систему ее крепления к корпусу резца оставим стандартными без изменения» [3].

«Для определения основных размеров резца необходимо определить площадь сечения срезаемого слоя по формуле:

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

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [3].

$$F = 2,725 \cdot 0,25 = 0,7 \text{ мм}^2.$$

«Данному сечению резца соответствуют следующие конструктивные параметры: диаметр державки 20 мм, рабочая высота 25 мм, длина 140 мм» [3].

«Расчет минимально допустимого диаметра винта, прижимающего прихват к пластине, выполняется по формуле:

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

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

σ_d – допускаемое материалом штифта напряжение, МПа» [3].

«Допускаемое напряжение на штифте:

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

где P_{Zmax} – максимальное значение составляющей силы резания, в процессе обработки, Н» [3].

Выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{1298}{0,7} = 1855 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1855}{\pi \cdot 650}} = 1,9 \text{ мм.}$$

С целью устранения проблемы появления сливной стружки предлагается применить в конструкцию резца по рекомендациям [3].

Конструкция резца описана в приложении Б «Спецификации», а также приведена в графической части работы.

В данном разделе работы по результатам анализа полученной технологии изготовления проведена разработка специальной технологической оснастки и режущего инструмента. Это позволило увеличить эффективность токарной операции за счет механизации процесса закрепления и за счет устранения появления сливной стружки на высокопроизводительных режимах резания.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Конструктивно-технологические характеристики технологического процесса приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Конструктивно-технологические характеристики

Операции	Оборудование	Приспособления	Инструменты
токарные	токарный SAMAT 135 NC	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец контурный Т5К10 специальный, резец расточной Т5К10 ГОСТ 20874-75
сверлильная	сверлильный 2Р135Ф2	тиски самоцентрирующие ГОСТ 21167-75	сверло ступенчатое Т5К10
шлифовальные	круглошлифовальный 3М151, внутришлифовальный 3К227В	патрон цанговый специальный, оправка цанговая специальная	круг шлифовальный 1-500x45x305 23А46N8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007, круг шлифовальный 1-32x40x10 23А46N8V30м/с1А ГОСТ52781-2007

Также в ходе изготовления детали применяется сталь сталь 08Х18Н10Т ГОСТ 5632-72, смазочно-охлаждающая жидкость и смазочные материалы для станков.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Профессиональные риски определяются исходя из приведенных в таблице 6 данных, опасных и/или вредных производственно-технологических факторов определенных по ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», а также

по Приказу Минтруда России от 28.12.2021 N 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков».

«В результате выявлены следующие опасные и вредные производственные факторы: опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы; падающие опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека, монотонность труда, тяжесть трудового процесса, опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [1].

«Результатом перечисленных производственных факторов является возникновение следующих рисков: удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования, наезд транспорта на человека, заболевания кожи (дерматиты), ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру, воздействие общей вибрации на тело работника, снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума, психоэмоциональные перегрузки, контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, отсутствие заземления или неисправность электрооборудования, нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение средств индивидуальной защиты» [1].

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Мероприятия по улучшению условий труда разрабатываются на основе «Приказа Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» [1]. Средства и методы снижения профессиональных рисков выбираются на основе «Приказа Минтруда России от 29.10.2021 N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [1].

«В результате получаем следующие мероприятия по улучшению условий и охраны труда: устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов; обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты; проведение обучения по охране труда, в том числе обучения безопасным методам и приемам выполнения работ, обучения по оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, обучения по использованию (применению) средств индивидуальной защиты, инструктажей по охране труда, стажировки на рабочем месте (для определенных категорий работников) и проверки знания требований охраны труда; проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований); устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов; проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки

уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения; внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [1].

Необходимо применить следующие методы и средства снижения профессиональных рисков: «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты – специальных рабочих костюмов, халатов или роб, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [1]; «использование станков и инструментов для механической обработки материалов и изделий, сопровождающихся выделением газов, паров и аэрозолей, совместно с системами удаления указанных веществ» [1]; «организация обучения, инструктажей, стажировки, проверки знаний, установка предупреждающих знаков, визуальных и звуковых предупреждающих сигналов, утверждение правил поведения на рабочих местах, правильное применение средств индивидуальной защиты» [1]; «применение вибропоглощения и виброизоляции» [1]; «применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [1]; «проведение специальной оценки условий труда с разработкой и реализацией мероприятий по снижению напряженности трудового процесса» [1]; «изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение» [1]; «ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности, вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации, своевременный ремонт и техническое обслуживание электрооборудования» [1].

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Выбор технических средств и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности производится исходя из опасных факторов пожара, которые определяются исходя из класса пожара. «Класс пожара определяем как В, то есть пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов» [1]. «Основными опасными факторами данного класса пожаров: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах). Сопутствующими проявлениями опасных факторов пожара являются: образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты, крупногабаритные части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества; вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; негативные термохимические воздействия, используемых при пожаре огнетушащих веществ, на предметы и людей» [1].

«В качестве мероприятий по обеспечению пожарной безопасности предлагается разработать инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации и проводить инструктажи по пожарной безопасности» [1].

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

«Экологическая безопасность производства обеспечивается исходя из

отходов, образующихся в ходе выполнения технологических процессов. В данном случае это: масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива и стружки, металлический лом, мусор промышленный» [1].

Таблица 7 – Организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности

Объект воздействия	Отходы и выбросы	Мероприятия и/или технического средства
атмосфера	«пары смазочно-охлаждающей жидкости, абразивная пыль» [1]	«центробежные фильтры» [1]
гидросфера	«масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива и стружки, металлический лом, мусор промышленный» [1]	«комплексная система очистки сточных вод» [1]
литосфера	«масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива и стружки, металлический лом, мусор промышленный» [1]	«сортировка отходов по виду, переработка металлических отходов, утилизация отходов на специальных полигонах» [1]

«В результате выполнения данного раздела работы решена задача обеспечения безопасности выполнения спроектированного технологического процесса» [6]. «Для этого проведен анализ безопасности выполнения, экологичности и пожарной безопасности технологического процесса, а также выработаны предложения по устранению, выявленных проблем» [6].

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – осуществить необходимый расчет и анализ всех технико-экономических показателей сравниваемых технологических процессов, с целью определения экономического эффекта от разработанных изменений.

Для осуществления задуманного, нужно применить информацию, которая представлена в предыдущих разделах и касается только модернизации и оптимизации технологии изготовления детали «Корпус». Результат принципиальной переделки технологии и ее итог, представлены на рисунке 5.

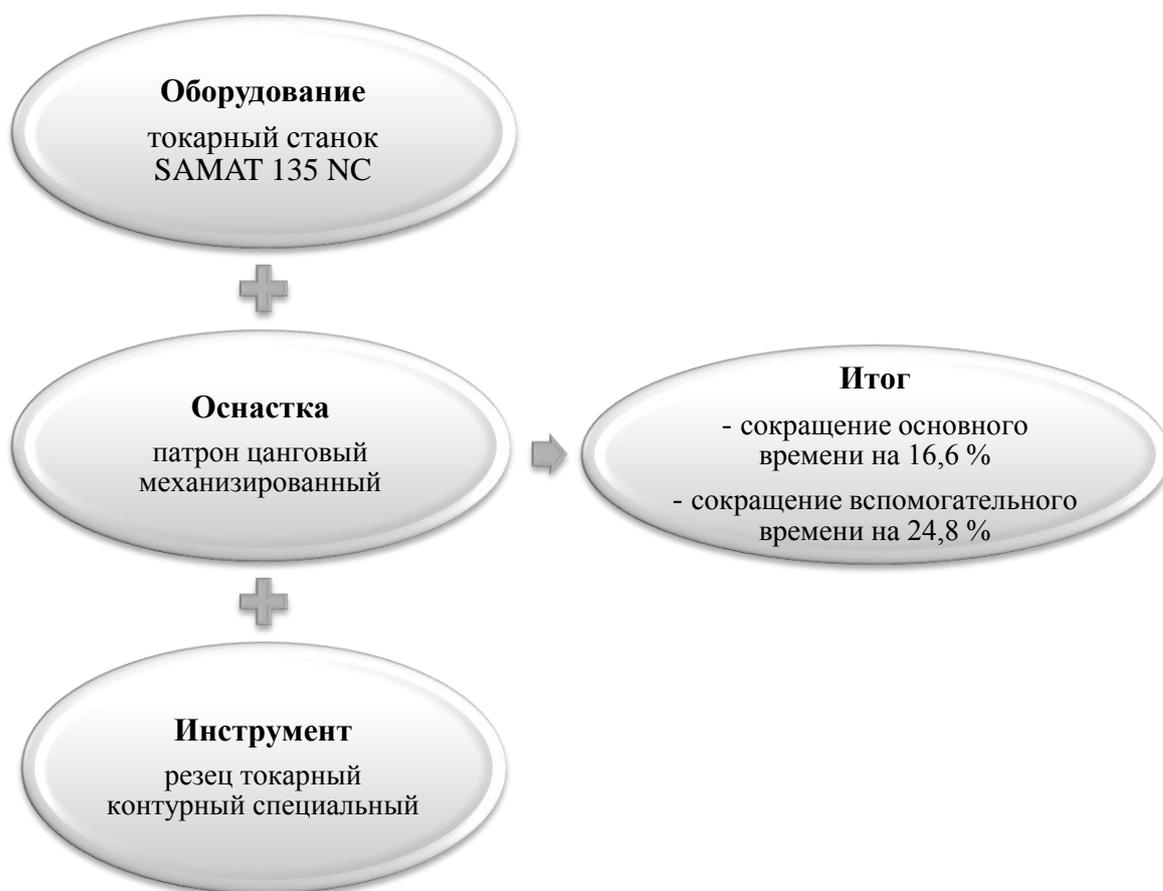


Рисунок 5 – Результат принципиальной переделки технологии и ее итог

Слева, на рисунке 5, представлены измененные: оборудование, оснастка и инструмент. Их предложено использовать вместо токарного станка 16К20Ф3, патрона цангового с ручным зажимом и резца контурного по ГОСТ 20874-75, соответственно. Справа, итог по трудоемкости выполнения измененной операции технологии изготовления детали «Корпус».

Для определения экономического эффекта, первым пунктом необходимо определить капитальные вложения в модернизацию процесса или выражаясь научными терминами – необходимая сумма инвестиций. Чтобы определить сумму инвестиций применим специальную «методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [8]. Так как изменения технологии затрачивают такие элементы как оборудование, оснастку и инструмент, сумма инвестиций будет учитывать весь перечень затрат. А именно: «затраты на оборудование и доставку ($K_{ОБ}$), проектирование ($K_{ПР}$), транспортные средства ($K_{ТР}$), оснастку и инструмент ($K_{ОИ}$), производственную площадь ($K_{ПЛ}$) и программное обеспечение ($K_{ПР.О}$)» [8]. Числовое значение перечисленных показателей и общая сумма инвестиций представлены на рисунке 6.

Детализация рисунка 6, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами являются оборудование и его доставка, их доля в общей сумме инвестиций составляет 75,8 %. Самыми наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с производственной площадью, так как их доля составит всего 1,9 %.

Вслед за проведенными расчетами, возникает необходимость подсчитать технологическую себестоимость, которая определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [8]. Значение технологической себестоимости и влияющих на ее величину показателей, отображены на рисунке 7.

Объем инвестиций (И) - 401232,03 руб.

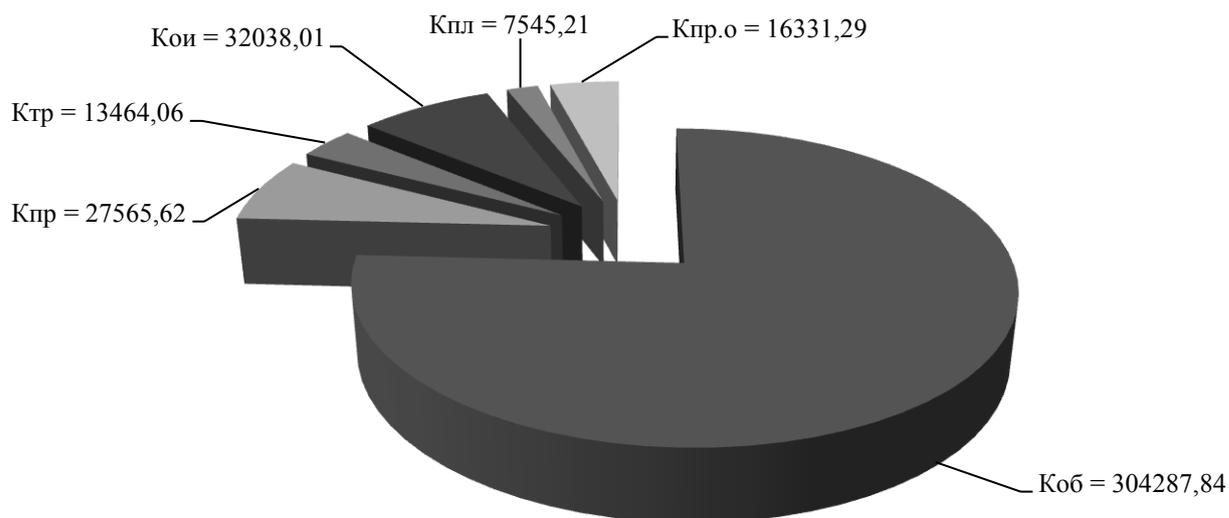


Рисунок 7 – Общая сумма инвестиций и входящих в ее затрат, руб.

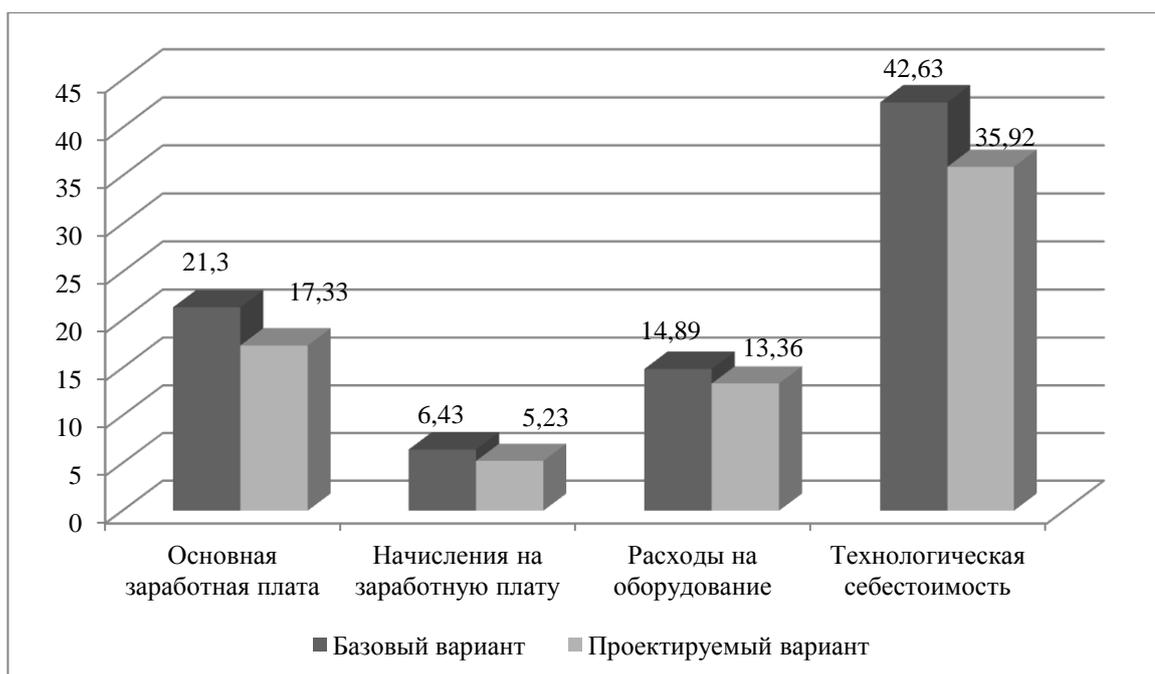


Рисунок 8 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 8), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается

основной заработной платой, с долевой величиной около 49% в обоих представленных вариантах.

После установления значения технологической себестоимости, следует выяснить значения такие показателей как: «срок окупаемости и интегральный экономический эффект» [8]. Чтобы их рассчитать, используется «методика расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [8]. Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 9.

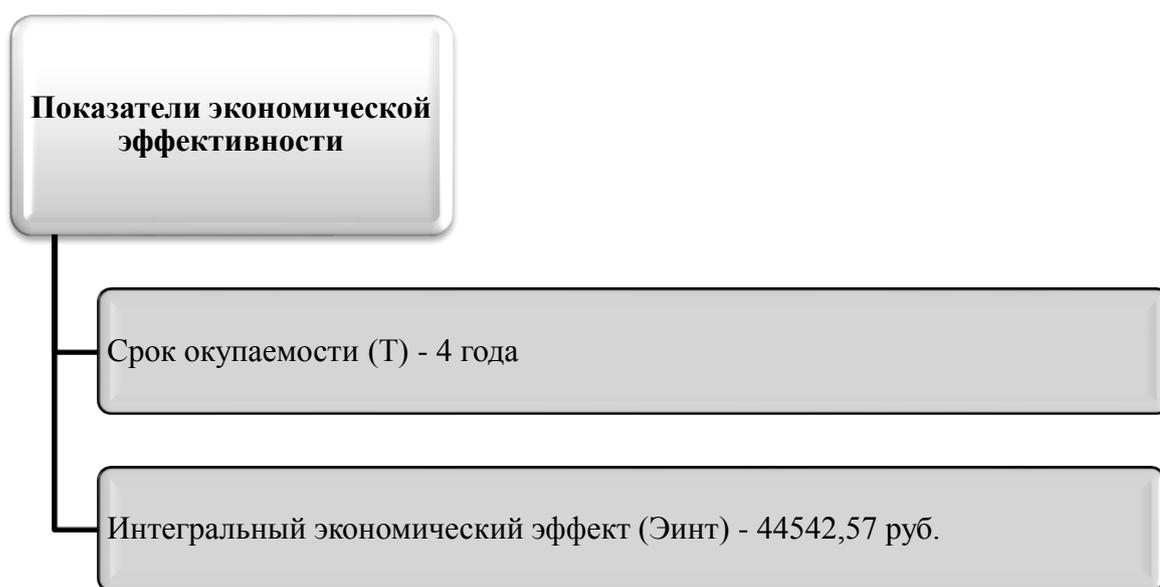


Рисунок 9 – Значения показателей экономической эффективности

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной модернизации технологии изготовления детали «Корпус». Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате ее внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 44542,57 рублей.

В данном разделе работы решена задача оценки эффективности спроектированного технологического процесса на основе анализа его экономических показателей. В результате чего он признан эффективным.

Заключение

Результатом выполнения работы стало проектирование технологического процесса изготовления корпуса клапана, обеспечивающего максимально эффективные экономические показатели при условии обеспечения требуемых показателей качества изготовления.

«На первом этапе была решена задача проведения комплексного анализа исходных данных, по результатам решения которой определяются основные особенности рассматриваемой детали, а также характеристики типа производства, в условиях которого предполагается ее изготавливать» [6].

«Далее решена задача разработки технологии изготовления. Для этого проведено проектирование заготовки, разработка плана изготовления детали, выбор технических средства оснащения, проектирование технологических операций, включая определение режимов резания и нормирование» [6].

«По результатам анализа полученной технологии изготовления проведена разработка специальной технологической оснастки и режущего инструмента» [6]. Это позволило увеличить эффективность токарной операции за счет механизации процесса закрепления устранения появления сливной стружки на высокопроизводительных режимах резания.

Решена задача обеспечения безопасности выполнения спроектированного технологического процесса. Для этого «проведен анализ безопасности выполнения, экологичности и пожарной безопасности технологического процесса, а также выработаны предложения по устранению, выявленных проблем» [6].

На заключительном этапе работы решена задача оценки эффективности спроектированного технологического процесса на основе анализа его экономических показателей. В результате чего он признан эффективным.

Список используемых источников

1. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб. –метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти.: Изд –во ТГУ, 2021. – 22 с.
2. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.
3. Григорьев С. Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента : учебник / С. Н. Григорьев. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 2023. – 368 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/307286> (дата обращения: 02.10.2024).
4. Зубарев Ю. М. Режущий инструмент: учебник для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Вебер, М. А. Афанасенков; Под общей редакцией Ю. М. Зубарева. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 432 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254675> (дата обращения: 11.10.2024).
5. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 18.09.2024).
6. Клепиков В. В. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 229 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081966> (дата обращения: 21.10.2024).
7. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА –М, 2019. – 269 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008022> (дата обращения: 22.10.2024).
8. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб. –метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти.: ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 09.11.2024).

9. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, В. В. Карпузов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 198 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/316970> (дата обращения: 26.10.2024).

10. Мещерякова В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учебное пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062069> (дата обращения: 12.10.2024).

11. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций: электрон. учеб. –метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва». – Тольятти : ТГУ, 2015. – 140 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 14.09.2024).

12. Скворцов В. Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2 –е изд. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 330 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088076> (дата обращения: 21.09.2024).

13. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х тт : справочник / В. И. Аверченков, А. В. Аверченков, Б. М. Базров [и др.] ; под редакцией А. С. Васильева, А. А. Кутина. – 7-е изд. испр. – Москва : Машиностроение, 2023. – 1574 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/307325> (дата обращения: 07.10.2024).

14. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1984. – 592 с.

15. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1984. – 655 с.

16. Тарабарин О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б.

Ступко. – 2 –е изд., испр. и доп. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 304 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211214> (дата обращения: 09.10.2024).

17. Технологические процессы в машиностроении. Назначение режимов резания и нормирование операций механической обработки заготовок в машиностроении : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев, В. Г. Юрьев, М. А. Афанасенков. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 248 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/197529> (дата обращения: 11.09.2024).

18. Технология машиностроения. Проектирование технологии изготовления деталей : учебное пособие / В. А. Лебедев, И. В. Давыдова, А. П. Шишкина, Е. Н. Колганова. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/346985> (дата обращения: 16.10.2024).

19. Трофимов А. В. Основы технологии машиностроения. Типовые технологические процессы в машиностроении : учебное пособие для студентов / А. В. Трофимов, И. А. Зверев ; под редакцией А. В. Трофимова. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2022. – 64 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/257828> (дата обращения: 22.10.2024).

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

21. Химический состав и физико –механические свойства стали 08X18H10T [Электронный ресурс]. – URL: <https://auremo.org/materials/stal-08h18n10t-ei914.html> (дата обращения: 29.08.2024).

22. Ямников А. С. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / А. С. Ямников, А. А. Маликов; под ред. А. С. Ямникова. – Москва; Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 252 с [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168516> (дата обращения: 04.10.2024).

Приложение А
Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

<i>Длина</i>																						
<i>Взам</i>																						
<i>Подп</i>																						
<i>Разработал</i>	<i>Савельева</i>					ТГУ Кафедра ОТМП																
<i>Проверил</i>	<i>Козлов</i>					Корпус клапана																
<i>Утвердил</i>																						
<i>Н. контр</i>																						
М01	Сталь 08Х18Н10Т ГОСТ 5632-72																					
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КММ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ									
М02		166	3,08	1		Q64	412003	φ84,2x185,1				1	4,84									
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции						Обозначение документа											
Б	Код наименования оборудования						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тпоз	Тшт					
А03	XX XX XX 000 Заготовительная																					
Б04	Горизонтально-ковачная машина																					
О5																						
А06	XX XX XX 005 4269 Фрезерно-центральная																					
Б07	381825 Фрезерно-центральный МР-71МЗ 18632 312 1Р 1 1 1 1500 1 1,35																					
О 08	Фрезеровать поверхности 1, 21 в размер 1815 ^{+0,40} , сверлить центробое отверстие φ4 ^{+0,048}																					
Т 09	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ 21167-75; 391855 Фреза торцовая φ80 ГОСТ 26595-85 Т5К10;																					
Т 10	391242 Сверло центробачное А4 ГОСТ 14952-75 Р6М5; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-80;																					
Т 11	393110 Калибры																					
12																						
А13	XX XX XX 010 4114 Токарная																					
Б14	381148 Токарный с ЧПУ САМАТ135NC 3 18219 312 1Р 1 1 1 1500 1 3,26																					
О15	Точить поверхности 8, 14 в размер φ60,7 _{рз} 315 _{р21}																					
Т16	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392841 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 392101																					
МК																						

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 19	<i>Резец контурный специальный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.</i>														
20															
А 21	<i>XX XX XX 015 4114 Токарная</i>														
Б 22	<i>38114.8 Токарный с ЧПУ SAMAT135NC 3 18219 312 1Р 1 1 1 1500 1 3,4</i>														
О 23	<i>Точить поверхности 12, 13, 18, 19, 21, 22 в размер $\phi 80_{0,3}$, $\phi 55,8_{0,3}$, $\phi 40_{+0,25}$, $\phi 36,7_{+0,25}$, 123,5^{+0,4}, 158^{+0,4}</i>														
О 24	<i>160^{+0,4}, 179,5^{+0,4}</i>														
Т 25	<i>396190 Патрон цанговый; 392101 Резец контурный специальный Т5К10; 392152 Резец расточной</i>														
Т 26	<i>ГОСТ18063-72 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.</i>														
27															
А 28	<i>XX XX XX 020 4223 Сверлильная</i>														
Б 29	<i>381263Сверлильный с ЧПУ 2P135Ф2 3 15292 312 1Р 1 1 1 1500 1 3,89</i>														
О 30	<i>Сверлить поверхности 9, 10, 11 в размер $\phi 23_{-0,21}$, $\phi 12_{+0,10}$, 80^{+0,3}, 32^{+0,25}</i>														
Т 31	<i>396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ21167-75; 391266 Сверло ступенчатое Т5К10; 394253 Нутромер</i>														
Т 32	<i>НМ-50 ГОСТ 10-88; 393400 Калибры.</i>														
33															
А 34	<i>XX XX XX 025 4114 Токарная</i>														
Б 35	<i>38114.8 Токарный с ЧПУ SAMAT135NC 3 18219 312 1Р 1 1 1 1500 1 2,51</i>														
О 36	<i>Точить поверхности 8, 15 в размер $\phi 60,4_{0,3}$, 29,5_{0,21}, 1^{+0,1} х45°.</i>														
Т 37	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392841 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 392101</i>														
Т 38	<i>Резец контурный специальный Т15К6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.</i>														
39															
А 40	<i>XX XX XX 030 4114 Токарная</i>														
Б 41	<i>38114.8 Токарный с ЧПУ SAMAT135NC 3 18219 312 1Р 1 1 1 1500 1 2,13</i>														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	PM	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
0 69	Точить поверхности 10, 11, 13, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 в размер $\phi 55,5^{+0,12}$, $\phi 40^{+0,1}$, $\phi 36,49^{+0,1}$														
0 70	$\phi 24,5^{+0,004}$; M4x1,5; $176,5^{+0,10}$; $158^{+0,10}$; $148^{+0,10}$; $156^{+0,10}$; $78^{+0,12}$														
T 71	396190 Патрон цанговый; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т15К6; 392152 Резец расточной														
T 72	ГОСТ20874-75 Т15К6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88														
73															
A 74	XX XX XX 035 4223 Сверлильная														
Б 75	381263Сверлильный с ЧПУ Knuth Mark 3 15292 312 1P 1 1 1 1500 1 3,02														
0 76	Обрабатывать поверхности 2, 3, 4, 5, 6, 7, 30, 31, 32, 33 в размеры $\phi 20^{+0,21}$; $\phi 30,7^{+0,25}$; $45^{+0,25}$; $25^{+0,004}$;														
0 77	$130^{+0,4}$; K1/4.														
T 78	396171 Универсальная делительная головка УДГ; 392841 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 391290														
T 79	Сверла R840-2000-30-A0A GC1220 "Sandvik"; 391290 Сверла R840-1000-30-A0A GC1220 "Sandvik";														
T 80	391721 Развертка 435-T-1000-A1-XF H10F "Sandvik"; 391311 Метчик EP401/4 C110 "Sandvik"; 391855														
T 81	Фреза торцевая R390-054C5-11M060 GC4230 "Sandvik"; 391852 Фреза концевая R215.36-16050-AC32L														
T 82	GC1620 "Sandvik"; 391857 Фреза канавочная 327R12-22 40002-GM GC1025; 391818 Фреза резьбовая														
T 83	327R12-22 150MM-TH GC1025 "Sandvik"; 393400 Калибры; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80;														
T 84	394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.														
85															
A 86	XX XX XX 040 Термическая														
87															
A 88	XX XX XX 045 4142 Центрошлифовальная														
Б 89	381317 Центрошлифовальный 3922 3 18873 312 1P 1 1 1 1500 1 0,75														
0 90	Шлифовать центровое отверстие размер $\phi 4^{+0,006}$.														
T 91	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ21167-75; 397120 Круг шлифовальный АГК ГОСТ2447-82;														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	PM	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 94	<i>393120 Калибры.</i>														
95															
A 96	<i>XX XX XX 050 4131 Круглошлифовальная</i>														
Б 97	<i>381311 Круглошлифовальный ЗМ151 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 4,0</i>														
О 98	<i>Шлифовать поверхность 8 в размер $\phi 60_{-0,016}$.</i>														
Т 99	<i>396171 Патрон цанговый; 392841 Центр цпорный ГОСТ 13214-79; 39810 Круг шлифовальный; 392123</i>														
Т 100	<i>Скоба рычажная СР-75 ГОСТ11098-75.</i>														
101															
A 102	<i>XX XX XX 055 4131 Круглошлифовальная</i>														
Б 103	<i>381311 Круглошлифовальный ЗМ151 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 1,34</i>														
О 104	<i>Шлифовать поверхность 19 в размер $\phi 55_{-0,016}$.</i>														
Т 105	<i>396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 392123 Скоба рычажная СР-75 ГОСТ11098-75.</i>														
106															
A 107	<i>XX XX XX 060 4132 Внутришлифовальная</i>														
Б 108	<i>381312 Внутришлифовальный ЗК227В 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 3,0</i>														
О 109	<i>Шлифовать поверхности 11, 13, 21 в размеры $\phi 37,541_{+0,033}$; $\phi 24,5_{+0,033}$; 176_{+0,063}</i>														
Т 110	<i>396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 9244-75.</i>														
111															
A 112	<i>XX XX XX 065 4131 Круглошлифовальная</i>														
Б 113	<i>381311 Круглошлифовальный ЗМ151 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 1,75</i>														
О 114	<i>Шлифовать поверхность 19 в размер $\phi 55_{-0,013}$.</i>														
Т 115	<i>396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 392123 Скоба рычажная СР-75 ГОСТ11098-75.</i>														
116															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
А 117	XX	XX	XX	060	4132	Внутришлифовальная									
Б 118	381312	Внутришлифовальный ЗК227В				3	18873	312	1Р	1	1	1	1500	1	3,34
О 119	Шлифовать поверхности 11, 13 в размеры $\phi 38^{+0,025}$; $\phi 25^{+0,021}$.														
Т 120	396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 9244-75.														
121															
А 122	XX	XX	XX	075	Моечная.										
123															
А 124	XX	XX	XX	080	Контрольная.										
125															
126															
127															
128															
129															
130															
131															
132															
133															
134															
135															
136															
137															
138															
139															
МК															

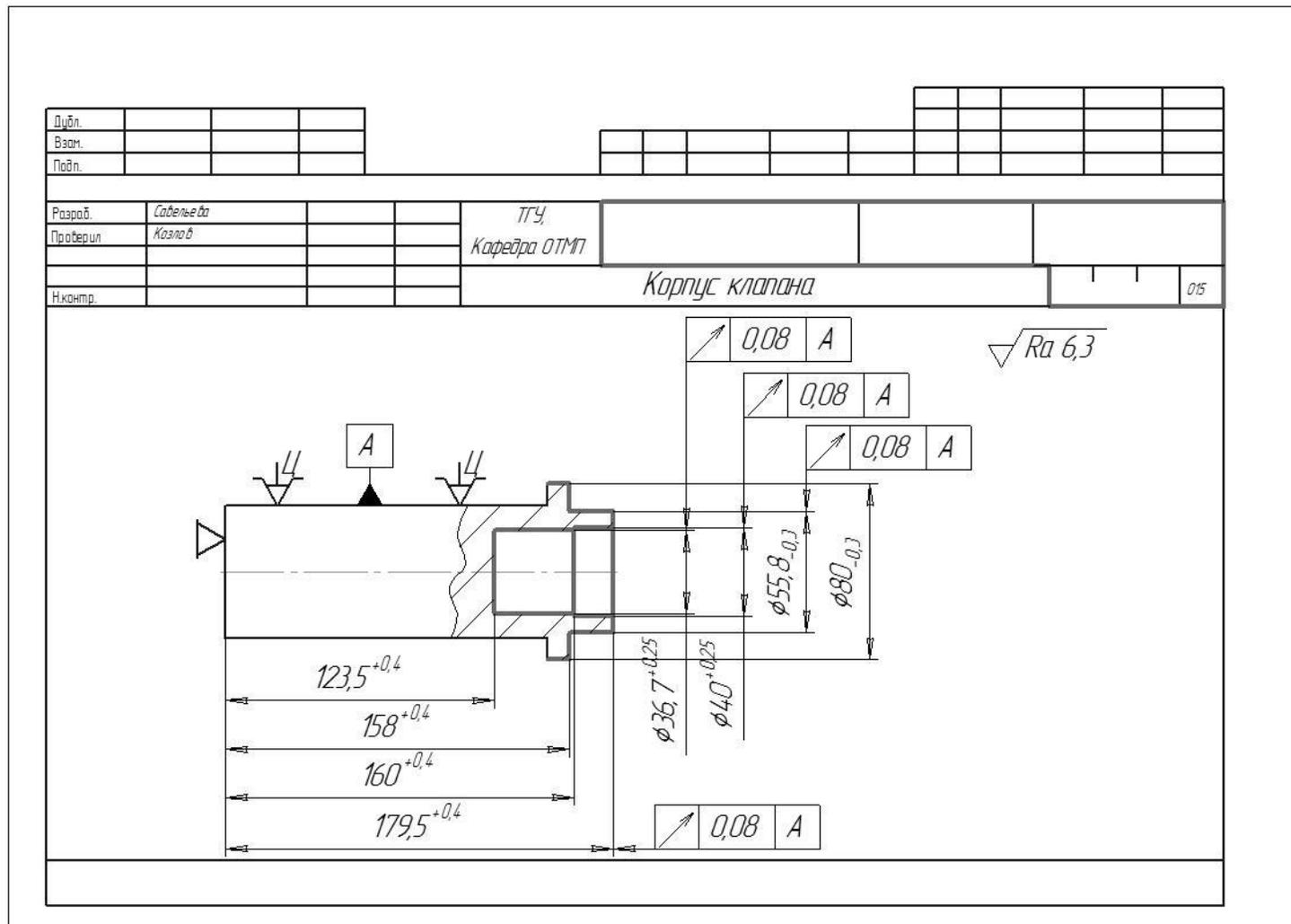
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1				
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	<i>Сидельцева</i>			<i>ТГУ,</i>										
Проверил	<i>Козлов</i>			<i>Кафедра ОТМП</i>										
Исполн.	<i>Корпус клапана</i>										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД		
<i>Токарная</i>		<i>Сталь 08Х18Н10Т ГОСТ5632-72</i>			<i>HВ 185</i>	<i>166</i>	<i>3,08</i>	<i>№84,2x185,1</i>			<i>4,84</i>	<i>1</i>		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			то	тв	тгв	тип	сож					
<i>SAMAT 135 NC</i>					<i>2,61</i>			<i>34</i>	<i>Ужирнал-1</i>					
		пи	о или в	L	r	i	s	п	v					
<i>0_01</i>	<i>1. Установить заготовку</i>													
<i>T_02</i>	<i>396190 Патрон цанговый; 392101 Резец контурный специальный T5K10; 392152 Резец расточной</i>													
<i>T_03</i>	<i>ГОСТ18063-72 T5K10.</i>													
<i>0_04</i>	<i>2. Точить поверхности 12, 13, 18, 19, 21, 22 выдерживая размеры согласно эскиза</i>													
<i>P_05</i>		<i>1</i>				<i>2,725</i>		<i>0,25</i>	<i>450</i>	<i>31</i>				
<i>P_06</i>		<i>2</i>				<i>1,8</i>		<i>0,1</i>	<i>250</i>	<i>63</i>				
<i>0_07</i>	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>													
<i>08</i>														
<i>09</i>														
<i>10</i>														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Сидельева			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Исполн.				Корпус клапана					Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
											035	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МВ	КОИД		
Сверлильная		Сталь 08Х18Н10Т ГОСТ5632-72		НВ 185	166	3,08	№84,2x185,1		4,84	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Т _о	Т _в	Т _{гв}	Т _{шт}	Сокж				
Knuth Mark Super				2,41			3,02	Уклон-1				
		пи	о или в	L	t	i	s	p	v			
О _{ст}	1. Установить заготовку											
Т _{за}	396171 Универсальная делительная головка УДГ; 392841 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 391290											
Т _{за}	Сверло R840-2000-30-A0A GC1220 "Sandvik"; 391290 Сверло R840-1000-30-A0A GC1220 "Sandvik";											
Т _{за}	391721 Развертка 435.T-1000-A1-XF H10F "Sandvik"; 391311 Метчик EP401/4 C110 "Sandvik"; 391855											
Т _{за}	Фреза торцевая R390-054C5-11M060 GC4230 "Sandvik"; 391852 Фреза концевая R215.36-16050-AC32L											
Т _{за}	GC1620 "Sandvik"; 391857 Фреза канавочная 327R12-22 40002-GM GC1025; 391818 Фреза резьбовая											
Т _{ст}	327R12-22 150MM-TH GC1025 "Sandvik"; 393400 Калибры.											
О _{за}	2. Обрабатывать поверхности 2, 3, 4, 5, 6, 7, 30, 31, 32, 33 выдерживая размеры согласно эскиза.											
Р _{ст}		1			5,0		0,1	1250	218			
Р _{ст}		2			10,0		0,25	1750	110			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 2118-82				Форм 1	
Дубл.															
Взам.															
Подп.															
Разраб.	Сидельцева			ТГУ											
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП											
Исполн.	Корпус клапана										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД			
		Сталь 08Х18Н10Т ГОСТ 5632-72			НВ 185	166	3,08	№84,2x185,1			4,84	1			
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			то	тЪ	тгв	тип	сок						
					2,8			3,5	Угловая-1						
		пи	о или в	L	r	i	s	п	v						
P ₁₁		3			4,0		0,05	2380	120						
P ₁₂		4			1,35		0,15	1950	135						
P ₁₃		5			1,5		0,012	2500	173						
P ₁₄		6			5,2		0,15	1600	51						
P ₁₅		7			1,0		0,9	360	11						
P ₁₆		8			1,0		1,0	160	5						
P ₁₇		9			5,0		0,1	1250	218						
P ₁₈		10			4,0		0,05	2380	120						
P ₁₉		11			1,35		0,15	1950	135						
P ₂₂		12			1,5		0,012	2500	173						

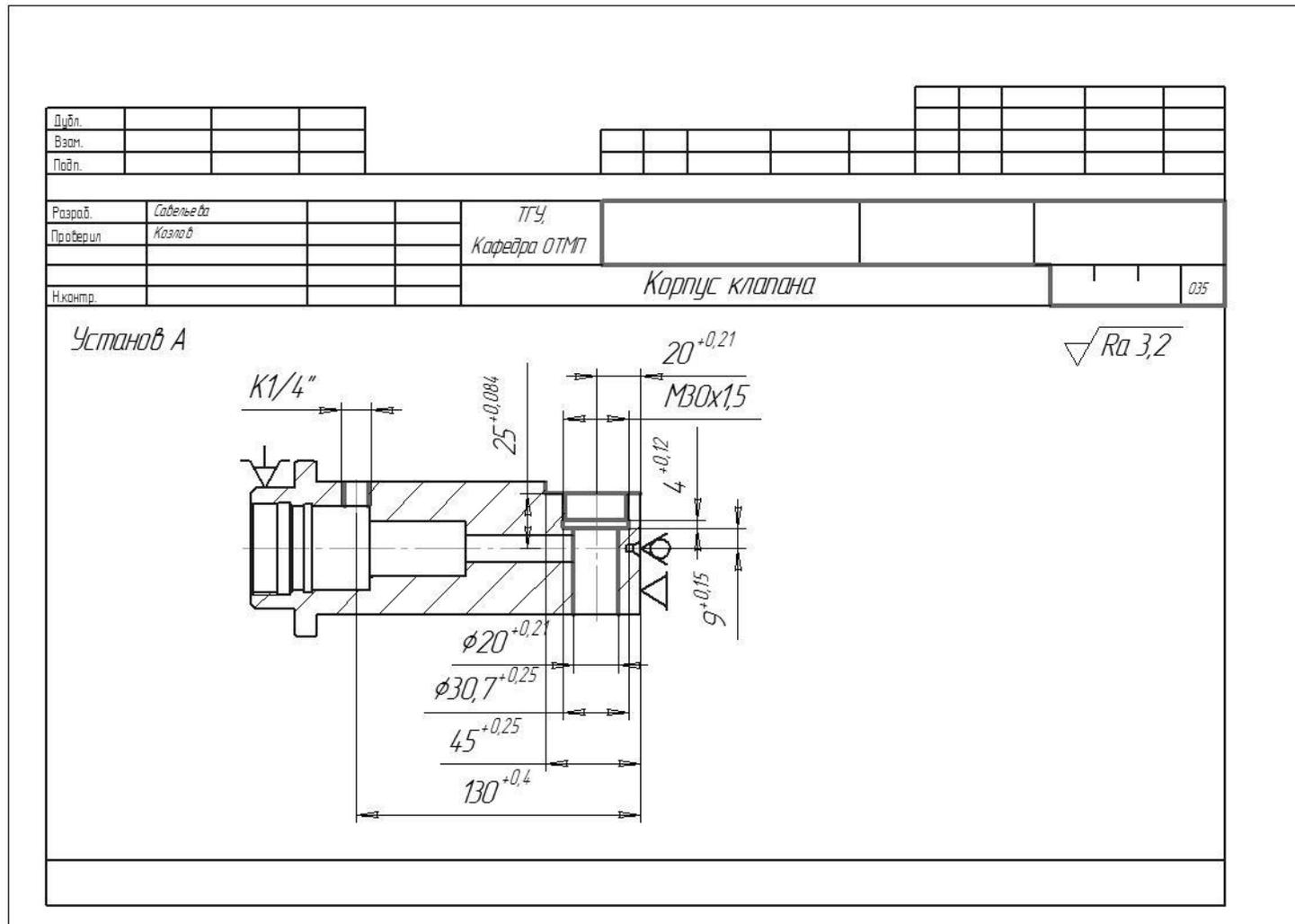
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1				
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	<i>Сидельцева</i>			<i>ТГУ,</i>										
Проверил	<i>Козлов</i>			<i>Кафедра ОТМП</i>										
Исполн.	<i>Корпус клапана</i>										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД			
		<i>Сталь 08Х18Н10Т ГОСТ 5632-72</i>		<i>НВ 185</i>	<i>166</i>	<i>3,08</i>	<i>№84,2x185,1</i>			<i>4,84</i>	<i>1</i>			
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тЪ	тне	тип	сож						
				<i>2,8</i>			<i>3,5</i>	<i>Ужконт-1</i>						
		пи	о или в	L	r	i	s	п	v					
<i>P₂₁</i>		<i>13</i>			<i>5,2</i>		<i>0,15</i>	<i>1600</i>	<i>51</i>					
<i>P₂₂</i>		<i>14</i>			<i>1,0</i>		<i>0,9</i>	<i>360</i>	<i>11</i>					
<i>P₂₃</i>		<i>15</i>			<i>1,0</i>		<i>1,0</i>	<i>160</i>	<i>5</i>					
<i>Q₂₄</i>	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>													
<i>25</i>														
<i>26</i>														
<i>27</i>														
<i>28</i>														
<i>29</i>														
<i>30</i>														

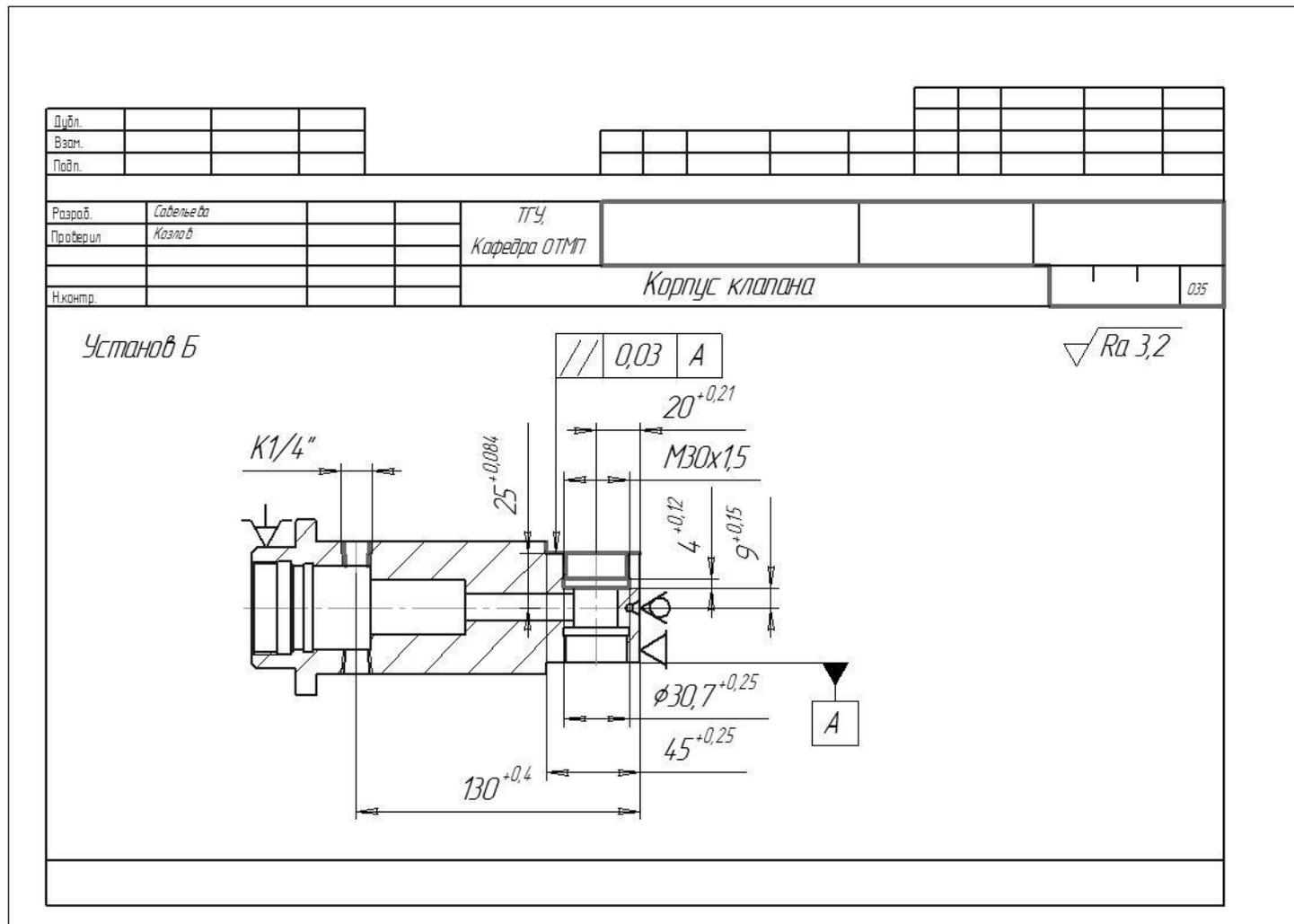
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. №	Взам. инв. №	Изм. №	Подп. и дата	Стр. №	Лист	Листов	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
												А4						
<u>Документация</u>																		
<u>Детали</u>																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.000СБ																		
Сборочный чертеж																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.001																		
Муфта																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.002																		
Корпус патрона																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.003																		
Корпус муфты																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.004																		
Корпус привода																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.005																		
Крышка																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.006																		
Крышка задняя																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.007																		
Крышка привода																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.008																		
Поршень																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.009																		
Стакан																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.010																		
Упор																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.011																		
Цанга																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.012																		
Шток																		
<u>Стандартные изделия</u>																		
13																		
Винт М8х30																		
ГОСТ 11738-72																		
6																		
14																		
Винт М8х25																		
ГОСТ 11738-72																		
6																		
15																		
Винт М8х30																		
ГОСТ 14738-72																		
3																		
24.БР.ОТМП.052.65.00.000																		
Изм. Лист № докум. Подп. Дата																		
Разработ. Савельева																		
Проб. Козлов																		
Исполн. Козлов																		
Утв. Логинов																		
Лит. Лист Листов																		
1 2																		
Патрон																		
цанговый																		
ТГУ, ИМ																		
зр. ТМдд-1901ас																		
Копировал																		
Формат А4																		

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Инд. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	
												Лист	№ докум.
		16		Гайка М20х1,5 ГОСТ 11871-80	2								
		17		Кольцо ОСТ 92-8969-78	1								
		18		Кольцо ГОСТ 9833-73	3								
		19		Кольцо ГОСТ 9833-73	3								
		20		Кольцо ГОСТ 9833-73	3								
		21		Подшипник 206 ГОСТ 831-75	2								
24.БР.0ТМП.052.65.00.000								Лист					
								2					

