

Аннотация

Качур Александр Николаевич. Технологический процесс изготовления втулки предохранительного гидравлического клапана. Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2020 г.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в разработке эффективного технологического процесса изготовления втулки предохранительного гидравлического клапана, который позволит обеспечить выполнение годовой программы выпуска деталей заданного качества с наилучшими экономическими показателями. Выполнение каждого раздела работы посвящено проведению конкретных мероприятий, которые в итоге позволяют обеспечить достижение поставленной цели работы. Результатом выполнения первого раздела является комплекс задач, сформулированных на основе анализа назначения, условий эксплуатации детали, а также ее технологических характеристик. Второй раздел рассматривает комплекс вопросов связанных с проектированием технологии изготовления втулки. В частности определены параметры технологического процесса, спроектирована заготовка, рассчитаны припуски на обработку, спроектирован план изготовления, определены средства технологического оснащения, рассчитаны режимы резания. Результатом выполнения третьего раздела является совершенствование операций базового технологического процесса, которые имеют технические недостатки. Решение этой задачи выполняется путем проектирования станочного приспособление и режущего инструмент для соответствующих операций. В четвертом разделе выполнен анализ безопасности и экологичности технологического процесса и предложены мероприятия по обеспечению устранения выявленных недостатков. Заключительный раздел содержит расчеты экономической эффективности работы.

Работа состоит из 66 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.....	7
1.4 Формулировка задач работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Проектирование заготовки.....	10
2.2 Проектирование плана изготовления.....	19
2.3 Определение средств оснащения техпроцесса.....	21
2.4 Разработка технологических операций.....	25
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	29
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	29
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.....	47
Заключение.....	51
Список используемых источников.....	52
Приложение А Технологическая документация.....	56
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	64

Введение

Современное технологическое оборудование имеет большую степень гидрофикации, что связано с широким применением автоматизированных рабочих органов и исполнительных механизмов. Управление потоком рабочей жидкости в системе осуществляется при помощи специальных комплектующих. Клапан давления осуществляет функции предохранения и защиты гидросистемы от перегрузок. В его конструкции предусмотрено наличие запорно-регулирующего элемента, который открывается при превышении давления рабочей среды. Использование предохранительного гидравлического клапана позволяет существенно увеличить срок службы трубопровода и предотвращает его выход из строя. По конструкции клапаны бывают импульсными и прямыми. Кроме того клапаны конструктивно отличаются характером подъема запорного элемента, высотой подъема запорного элемента, вид нагрузки на золотник, способ монтажа.

В случае если от одного источника давления питаются несколько потребителей с разными давлениями, то используются редуцирующие клапаны. Основное их назначение заключается в уменьшении давления в линии, которая отводится от основной, а также для поддержания заданного давления и его перепада на постоянном уровне. Базовым элементом одной из разновидностей данного клапана является втулка, в которую устанавливается исполнительный механизм, состоящий из золотника и пружины, а также регулировочный механизм.

В ходе выполнения работы необходимо разработать эффективный технологический процесс изготовления втулки предохранительного гидравлического клапана, который позволит обеспечить выполнение годовой программы выпуска деталей заданного качества с наилучшими экономическими показателями.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации

Втулка предохранительного гидравлического клапана предназначена для установки в ней золотника, пружины, регулирующего устройства и гидравлической арматуры.

Для установки втулки в корпусе используются наружная цилиндрическая поверхность и торец. В центральное отверстие устанавливается исполнительный и регулирующий механизмы. В радиальные отверстия вставляются соответствующие присоединительным размерам элементы гидравлической арматуры.

Эксплуатационные нагрузки зависят от величины и перепадов используемого давления в гидросистеме, а также интенсивности срабатывания механизма клапана. Существенное влияние оказывают используемые в процессе эксплуатации жидкости. Их влияние зависит от химического состава и активности по отношению к материалу втулки.

Воздействие внешних факторов на работу втулки может сильно отличаться в зависимости от условий эксплуатации технологического оборудования, в котором используется гидросистема. В основном влияние внешних факторов проявляется в виде возникновения нагрузок ударного характера и температурных колебаний под действием тепловых полей от работы других механизмов.

Влияние климатических факторов ограничено, так как втулка чаще всего устанавливается в закрытом корпусе. Однако, в ряде случаев возможен контакт с внешней средой, что может привести к появлению внешней коррозии и преждевременному выходу из строя элементов конструкции втулки. Чаще всего этому подвержены крепежные элементы втулки.

1.2 Технологические характеристики детали

Технологичность конструкции детали оценивается по рекомендациям [2].

«Согласно ГОСТ 4543-71 сталь 40Х имеет следующий химический состав: 0,36–0,44% углерода, 0,8-1,1% хрома, 0,5-0,8% марганца, 0,17-0,37% кремния, 0,3% никеля, не более 0,35% серы, не более 0,35% фосфора, не более 0,35% меди. Механические характеристики данной стали: предел текучести 245 МПа, предел прочности 470 МПа, относительное удлинение после разрыва 15%, относительное сужение 30%, твердость по Бринеллю 143-179» [26]. Анализируя данные характеристики можно сделать вывод о том, что сталь обеспечивает нормальную работу детали и хорошую обрабатываемость резанием, которая характеризуется коэффициентом обрабатываемости. Для твердосплавного инструмента коэффициент обрабатываемости в данном случае составляет 0,95, для инструмента из быстрорежущей стали 0,85.

Анализ материала детали позволяет считать его технологичным.

Получение заготовки, исходя из материала детали, а также применимых в условиях среднесерийного типа производства методов ее получения, наиболее рационально проводить способами получения штамповкой в открытых штампах и штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе [20].

Анализ заготовки детали позволяет считать ее технологичной.

Анализ конструкции детали позволяет сделать следующие выводы. Конфигурация втулки образуется поверхностями вращения с применением стандартизированных и унифицированных размеров и элементов детали типа фасок и канавок. Это позволяет получить данные поверхности путем применения типовой механической обработки.

Исходя из вышесказанного, конструкцию детали можно считать технологичной.

Параметры поверхностей данной детали подразумевают проведение механической обработки всех ее поверхностей. В ходе выполнения операций технологического процесса конфигурация детали позволяет выбрать базовые поверхности таким образом, что будет соблюдено условие обеспечения принципов единства и постоянства баз.

Сами операции механической обработки детали, исходя из ее конфигурации и требований к поверхностям, могут быть спроектированы на базе типовых операций и не потребуют применения специальных методов обработки. В связи с этим при изготовлении данной детали целесообразно применять универсальное оборудование и стандартизированные средства оснащения.

В целом деталь следует считать технологичной, так как она отвечает всем критериям технологичности и не требует дополнительной доработки конструкции.

1.3 Выбор параметров техпроцесса

Выбор параметров техпроцесса производится по типу производства согласно рекомендациям [22].

Тип производства определяем согласно данным [23]. При годовой программе 9000 штук в год, массе детали равной 7,81 кг выбираем тип производства среднесерийный.

Технологический процесс строится на основе последовательной и циклической стратегий. При соответствующем обосновании разветвленная, жесткая, в отдельных случаях адаптивная организация техпроцесса.

Форма организации техпроцесса при среднесерийном типе производства групповая с запуском деталей в производство периодически повторяющимися партиями.

Выбор метода получения заготовки определяется соответствующими свойствами материала и основан на экономической эффективности их

применения. Определения припусков на обработку поверхностей производится расчетно-аналитическим или статистическим методом. В зависимости от требуемой точности обработки поверхности. Проектирование заготовки ведется с использованием данных соответствующих стандартов.

Проектирование техпроцесса ведется на основе типовых технологических процессов изготовления деталей данного типа. Формирование маршрута обработки ведется с соблюдением экстенсивного принципа. Результаты проектирования техпроцесса оформляются в виде маршрутной карты и операционных карт.

Операции технологического процесса проектируются исходя из реализуемых методов обработки при условии обеспечения основных принципов базирования. Режимы резания определяются по общемашиностроительным нормативам и по эмпирическим формулам. Нормирование операций выполняется с применением расчетно-аналитического метода. В обоснованных случаях для отдельных операций возможно применение хронометрического метода нормирования.

Точность обработки обеспечивается путем предварительной настройки оборудования на размер по измерительным инструментам и приборам и применением средств активного контроля.

Средства технологического оснащения операций предпочтительны универсальные, стандартизированные, в случае обоснования специальные. Оборудование предпочтительно использовать оснащенное системами числового управления, полуавтоматическое. Допускается использование специализированного и универсального оборудования.

Участки формируются по групповому принципу с учетом типа и размеров станков. В обоснованных случаях допускается формирование участков по предметному принципу.

1.4 Формулировка задач работы

В результате анализа исходных данных были выявлены следующие задачи, которые необходимо решить в ходе выполнения работы:

- проанализировать возможные методы получения заготовки и выбрать наилучший вариант в условиях рассматриваемого типа производства;
- определить оптимальные методы обработки поверхностей;
- определить припуски на механическую обработку;
- спроектировать заготовку;
- разработать технологический процесс изготовления;
- спроектировать станочное приспособление с целью совершенствования технологической операции, определенной на базе анализа;
- спроектировать режущий инструмент с целью повышения эффективности технологических операций;
- проанализировать безопасность и экологичность выполнения проектируемого технологического процесса;
- определить экономические показатели спроектированного технологического процесса.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Проектирование заготовки

Успешное решение задачи проектирования заготовки основано на методике, описанной в литературе [24]. Данная методика предполагает использование поэтапного подхода к проектированию, который заключается в следующем. Сначала выбирается метод получения заготовки исходя из характеристик детали и экономических показателей эффективности применения метода в текущих производственных условиях. Затем на основе маршрутов обработки поверхностей определяются припуски на обработку. Далее определяются основные характеристики заготовки, к которым относятся напуски, допуски на размеры, отклонения форм и расположения поверхностей и ряд других.

Заготовку для детали данного типа из стали целесообразно получать штамповкой в открытых штампах и штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе [20]. Выбор конкретного метода получения заготовки производим сравнением экономических затрат на получение деталей из заготовок полученных предлагаемыми методами штамповки [2]. «Расчет затрат выполняется по формуле:

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

где $C_{ЗАГ}$ – стоимость получения заготовки данным методом, руб.;

$C_{МЕХ}$ – стоимость удаления стружки, руб.;

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

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг» [2].

Стоимость получения заготовки методами штамповки рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ЗАГ}} = C_{\text{ШТ}} \cdot h_{\text{T}} \cdot h_{\text{С}} \cdot h_{\text{В}} \cdot h_{\text{М}} \cdot h_{\text{П}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{ШТ}}$ – цена за 1 кг заготовки, выбранным методом, руб.;

h_{T} – коэффициент метода получения заготовки;

$h_{\text{С}}$ – коэффициент сложности метода получения заготовки;

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

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

$h_{\text{П}}$ – коэффициент годовой программы производства.

В данном случае рекомендуемые к применению методы получения заготовок близки технологически, поэтому стоимость получения заготовок будет равна для данных методов.

$$C_{\text{ЗАГ}} = 29,96 \cdot 0,9 \cdot 1,15 \cdot 0,8 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 29,27 \text{ р.}$$

«Стоимость удаления стружки рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{МЕХ}} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{С}}$ – текущие затраты на удаление одного кг стружки, руб.;

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

$E_{\text{Н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений» [2].

Вследствие родственности сравниваемых методов получения заготовок их механическая обработка будет производиться одинаковыми методами механической обработки, поэтому стоимость удаления стружки для данных методов будет равна.

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

Для определения массы заготовки используем формулу:

$$Q = q \cdot K_{\text{Р}}, \quad (4)$$

где $K_{\text{Р}}$ – коэффициент метода получения заготовки.

Расчеты выполняются для каждого из сравниваемых методов.

Для метода штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе получаем следующие результаты:

$$Q = 7,81 \cdot 1,45 = 11,34 \text{ кг.}$$

Для метода штамповкой в открытых штампах получаем следующие результаты:

$$Q = 7,81 \cdot 1,6 = 12,5 \text{ кг.}$$

Имея все необходимые данные производим расчет экономических затрат по формуле (1).

Для метода штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе получаем следующие результаты:

$$\begin{aligned} C_{T1} &= 29,27 \cdot 11,34 + 6,04 \cdot (11,34 - 7,81) - 1,4 \cdot (11,34 - 7,81) = \\ &= 348,3 \text{ р.} \end{aligned}$$

Для метода штамповкой в открытых штампах получаем следующие результаты:

$$\begin{aligned} C_{T2} &= 27,27 \cdot 12,5 + 6,04 \cdot (12,5 - 7,81) - 1,4 \cdot (12,5 - 7,81) = \\ &= 387,64 \text{ р.} \end{aligned}$$

Расчеты показали, что применение метода получения заготовки штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе экономически целесообразнее. При этом достигается экономический эффект, размер которого может быть рассчитан по формуле:

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

где N – годовая программа выпуска, шт.

$$\mathcal{E} = (387,64 - 348,3) \cdot 9000 = 354060 \text{ р.}$$

Экономический эффект достаточно существенный, что свидетельствует о правильности принятого решения.

Маршруты обработки поверхностей составляются исходя из характеристик, которые требуется обеспечить (точность размера и

шероховатость поверхности). В случае если возможно применение нескольких вариантов маршрутов обработки, то выбор делается из условия обеспечения минимальных удельных затрат [7]. Результаты определения маршрутов обработки поверхностей втулки представлены в таблице 1. Номера поверхностей детали приведены на рисунке 1.

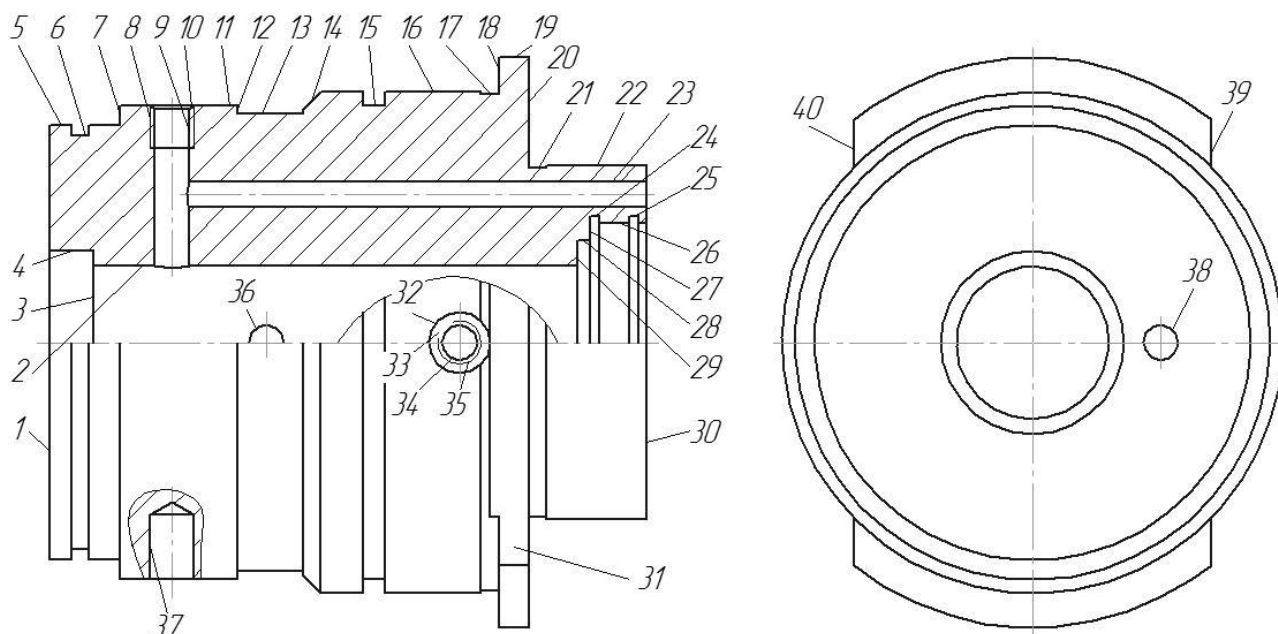


Рисунок 1 – Эскиз втулки

Таблица 1 – Результаты разработки маршрутов обработки поверхностей

Поверхность	Квалитет точности	Шероховатость Ra , мкм	Маршрут обработки
1	12	3,5	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование
2	7	0,63	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое
3	12	12,5	точение черновое, термическая обработка
4	12	12,5	точение черновое, термическая обработка
5	6	1,25	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое
6	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
7	12	12,5	точение черновое, термическая обработка
8	10	6,3	резьбонарезание, термическая обработка

Продолжение таблицы 1

Поверхность	Квалитет точности	Шероховатость Ra , мкм	Маршрут обработки
9	10	6,3	сверление, термическая обработка
10	12	12,5	сверление, термическая обработка
11	12	12,5	точение черновое, термическая обработка
12	12	12,5	точение черновое, термическая обработка
13	12	12,5	точение черновое, термическая обработка
14	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
15	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
16	6	0,63	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое
17	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
18	12	1,25	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое
19	12	12,5	точение черновое, термическая обработка
20	12	12,5	точение черновое, термическая обработка
21	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
22	12	12,5	точение черновое, термическая обработка
23	12	12,5	сверление, термическая обработка
24	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
25	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
26	7	1,25	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое
27	12	3,2	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование
28	12	12,5	точение черновое, термическая обработка
29	12	12,5	точение черновое, термическая обработка
30	12	3,5	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование
31	12	12,5	фрезерование, термическая обработка
32	12	12,5	зенкование, термическая обработка
33	12	12,5	зенкование, термическая обработка
34	10	6,3	сверление, термическая обработка
35	10	6,3	резьбонарезание, термическая обработка
36	12	12,5	сверление, термическая обработка
37	12	12,5	сверление, термическая обработка
38	12	12,5	сверление, термическая обработка
39	12	12,5	фрезерование, термическая обработка
40	12	12,5	фрезерование, термическая обработка

Полученные маршруты обработки поверхностей используем для определения припусков на обработку поверхностей. Возможно

использование нескольких подходов к решению данной задачи. Исходя из типа производства припуски на обработку самой точной поверхности диаметром $35H7(+0,025)$ целесообразно определить с применением расчетно-аналитической методики [17].

«Расчеты выполняются в следующем порядке:

- определяем качества точности на каждом переходе;
- определяем величину допуска для каждого качества;
- определяем составляющие припуска;
- определяем значения минимальных, максимальных и средних припусков на обработку для каждого перехода;
- определяем операционные размеры для каждого перехода;
- определяем суммарные припуски» [17].

«Значения минимальных припусков по переходам определяется по формуле:

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

где a_{i-1} – глубина дефектного слоя после выполнения предыдущего перехода, мм;

Δ_{i-1} – величина суммарных пространственных отклонений поверхности на предыдущем переходе, мм;

ε_i – величина погрешности установки заготовки на текущем переходе, мм» [17].

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

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

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

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

«Значения максимальных припусков по переходам определяется по

формуле:

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

где TD_i – операционный допуск размера текущего перехода, мм;

TD_{i-1} – операционный допуск размера предыдущего перехода, мм»

[17].

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

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

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

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

Значения средних припусков по переходам определяется по формуле:

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

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

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

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

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

Припуски используются для расчета операционных размеров.

Максимальные операционные размеры рассчитываются с использованием формулы:

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

Минимальные операционные размеры рассчитываются с

использованием формулы:

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

Средние операционные размеры рассчитываются с использованием формулы:

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

Проводим соответствующие расчеты.

$$D_{4\text{ max}} = 35,025 \text{ мм.}$$

$$D_{4\text{ min}} = 35,000 \text{ мм.}$$

$$D_{4\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{4\text{ max}} + D_{4\text{ min}}) = 0,5 \cdot (35,025 + 35,000) = 35,012 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ max}} = D_{4\text{ max}} - 2 \cdot z_{4\text{ min}} = 35,025 - 2 \cdot 0,242 = 34,580 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ min}} = D_{3\text{ max}} - TD_3 = 34,580 - 0,039 = 34,541 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{3\text{ max}} + D_{3\text{ min}}) = 0,5 \cdot (34,580 + 34,541) = 34,561 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО max}} = D_{3\text{ max}} - 2 \cdot z_{3\text{ min}} = 33,738 - 2 \cdot 0,421 = 33,738 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО min}} = D_{\text{ТО max}} - TD_3 = 33,738 - 0,039 = 33,699 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО ср}} = 0,5 \cdot (D_{\text{ТО max}} + D_{\text{ТО min}}) = 0,5 \cdot (33,738 + 33,699) = \\ = 33,719 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ max}} = D_{3\text{ max}} \cdot 0,999 = 33,738 \cdot 0,999 = 33,701 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ min}} = D_{2\text{ max}} - TD_2 = 33,701 - 0,250 = 33,451 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2\text{ max}} + D_{2\text{ min}}) = 0,5 \cdot (33,701 + 33,451) = 33,576 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ max}} = D_{2\text{ max}} - 2 \cdot z_{2\text{ min}} = 33,701 - 2 \cdot 0,125 = 33,449 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ min}} = D_{1\text{ max}} - TD_1 = 33,449 - 0,100 = 33,023 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{1\text{ max}} + D_{1\text{ min}}) = 0,5 \cdot (33,449 + 33,023) = 33,073 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ max}} = D_{1\text{ max}} - 2 \cdot z_{1\text{ min}} = 33,023 - 2 \cdot 0,691 = 31,641 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ min}} = D_{0\text{ max}} - TD_0 = 31,641 - 0,62 = 31,021 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{0\text{ max}} + D_{0\text{ min}}) = 0,5 \cdot (31,641 + 31,021) = 31,331 \text{ мм.}$$

Значение минимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{min} = D_{4 max} - D_{0 min}. \quad (12)$$

$$2z_{min} = 35,025 - 31,021 = 4,004 \text{ мм.}$$

Значение максимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + TD_0 + TD_4. \quad (13)$$

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

Значение среднего общего припуска определяется по формуле:

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

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

Определение припусков на обработку оставшихся поверхностей производится табличным методом [9, 13]. Порядок определения припуска в данном случае следующий. При помощи табличных статистических данных определяется минимальный припуск для каждого перехода обработки поверхности. Максимальный припуск рассчитывается с использованием выражения (7) и данных о технологических допусках для каждого перехода обработки поверхности. Средний припуск рассчитывается исходя из значений минимального и максимального припусков с использованием выражения (8).

Суммируя полученные значения припусков, формируется контур заготовки путем их прибавления к соответствующим поверхностям детали.

После определения припусков на обработку, по данным [20] определяются характеристики проектируемой заготовки, включая допуски и напуски.

Для проектируемой заготовки группа материала М2, степень точности

T4, степень сложности C2. Исходя из данных параметров исходный индекс И11. По индексу определяются отклонения размеров заготовки, величины которых представлены на рабочем чертеже заготовки.

Величины напусков для проектируемой заготовки составят: «смещение по поверхности разъема штампов 0,5 мм, плоскостность поверхностей 0,8 мм, величина остаточного обля 1,0 мм, concentricность отверстий 1,0 мм, уклоны наружные 5°, уклоны внутренние 7°, радиусы скруглений 4,0 мм» [20].

Величины напусков прибавляются к контуру заготовки и отражаются на ее рабочем чертеже.

2.2 Проектирование плана изготовления

Проектирование плана изготовления производится на основе маршрута изготовления, выбора схем базирования, определения операционных размеров и их допусков.

В ходе выполнения выбора параметров технологического процесса было установлено, что для среднесерийного типа производства технологический маршрут изготовления формируется на основе типовых маршрутов, представленных в литературе [10, 25].

Процедура формирования маршрута изготовления следующая. Сначала принимается за базовый маршрут наиболее подходящий типовой маршрут обработки схожей по конструктивно-технологическим характеристикам детали.

Затем производится анализ достаточности и избыточности технологических операций применительно к рассматриваемой детали. В случае необходимости лишние операции исключаются из маршрута, а недостающие включаются в маршрут.

Далее формируется содержание технологических операций. Для этого все поверхности, требующие для их получения применения односторонних

методов обработки, объединяются в операции обеспечивающие выполнение определенного метода обработки. При этом учитываются формы поверхностей, их взаимное расположение, особенности структуры операций, технологические особенности предполагаемого к применению технологического оборудования. Так же могут учитываться и другие особенности предлагаемой к применению технологии изготовления.

Полученные результаты разработки технологического маршрута изготовления приведены ниже.

Операция 005 Токарная реализует метод обработки точением, содержит обработку поверхностей 1, 3, 4, 5, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 18.

Операция 010 Токарная реализует метод обработки точением, содержит обработку поверхностей 2, 19, 20, 22, 26, 27, 28, 29, 30.

Операция 015 Токарная реализует метод обработки точением, содержит обработку поверхностей 1, 5, 6, 15, 16, 17, 18.

Операция 020 Токарная реализует метод обработки точением, содержит обработку поверхностей 2, 21, 24, 25, 26, 27, 30.

Операция 025 Фрезерная реализует метод обработки фрезерованием, содержит обработку поверхностей 39, 40.

Операция 030 Сверлильная реализует методы обработки сверлением, зенкерованием, развертыванием, резьбонарезанием, содержит обработку поверхностей 8, 9, 32, 33, 34, 35, 36, 37.

Операция 035 Сверлильная реализует методы обработки сверлением, содержит обработку поверхности 23.

Операция 040 Сверлильная реализует методы обработки сверлением, содержит обработку поверхности 38.

Операция 045 Термическая содержит методы термической обработки всех поверхностей детали.

Операция 050 Плоскошлифовальная реализует методы обработки шлифованием, содержит обработку поверхностей 1, 30.

Операция 055 Круглошлифовальная реализует методы обработки

шлифованием, содержит обработку поверхностей 5, 16, 18.

Операция 060 Внутршлифовальная реализует методы обработки шлифованием, содержит обработку поверхностей 2, 26, 27.

Операция 065 Круглошлифовальная реализует методы обработки шлифованием, содержит обработку поверхностей 5, 16, 18.

Операция 070 Внутршлифовальная реализует методы обработки шлифованием, содержит обработку поверхностей 2, 26, 27.

Операция 075 Моечная содержит мойку и сушку всех поверхностей детали.

Операция 080 Контрольная содержит комплексный контроль всех поверхностей детали.

Выбор схем базирования производится исходя из типа детали, ее конструктивных особенностей, возможности реализации схемы, соблюдения принципов единства и постоянства баз и других рекомендаций [28].

«Полученные результаты представляются в виде плана изготовления детали, который представляет собой графическое отображение маршрута изготовления с указанием используемого оборудования, эскиза обработки, схем базирования, операционных размеров и технических требований на выполнения операций. Более подробно принципы формирования плана изготовления и основные требования, предъявляемые к нему, представлены в литературе» [12].

Результаты проектирования плана изготовления отражены на соответствующем листе графической части работы и в приложении А.

2.3 Определение средств оснащения техпроцесса

Оборудование, станочные приспособления, режущий инструмент, средства контроля и другие средства технологического оснащения, применяемые в технологическом процессе, оказывают значительное влияние на его технические и экономические показатели. Средства оснащения,

прежде всего, должны соответствовать типу производства и его характеристикам. Выбор конкретного вида средств оснащения выполняется в соответствии с рекомендациями [2].

Выбор оборудования производится с учетом структуры операции, принятого уровня концентрации технологических переходов, требуемой гибкости оборудования, точности обрабатываемых поверхностей и производительности. Модели станков выбираем по данным [5].

Выбор станочного оснащения производится с учетом структуры технологической операции, требуемых технических характеристик приспособления, теоретической схемы базирования на операции, необходимого уровня механизации и автоматизации. Группу и тип станочного приспособления выбираем по данным [4, 6].

Выбор режущего инструмента производится с учетом реализуемой схемы и концентрации переходов на операции, требуемой стойкости инструментального материала, характеристик шероховатости и точности обрабатываемой поверхности, требуемого на операции уровня автоматизации. Наименование и типоразмер режущего инструмента выбираем по данным [16, 18].

Выбор средств контроля производится с учетом характеристик контролируемых поверхностей, вида контроля, необходимой степени автоматизации контрольных операций, типа получаемой в ходе контроля операций. Тип и модели средств контроля выбираем по данным [1].

Результаты выбора средств оснащения технологического процесса изготовления втулки предохранительного гидравлического клапана представлены в таблице 2. В данной таблице приведены только основные средства оснащения без учета дополнительных средств оснащения, таких как инструментальные оправки, вспомогательный инструмент, настроечные калибры и приборы и так далее.

Таблица 2 – Средства оснащения технологического процесса

Операция	Оборудование	Металлорежущий инструмент	Станочное приспособление	Измерительное средство
005 Токарная	токарный 16К20Ф3	резец токарный канавочный Т5К10 ГОСТ 188874-73, резец контурный Т5К10 ГОСТ 18879-73, резец расточной Т5К10 специальный	патрон трехкулачковый специальный	штангенцир кули ШЦ-I ГОСТ 166-80
010 Токарная	токарный 16К20Ф3	резец контурный Т5К10 ГОСТ 18879-73, резец расточной Т5К10 специальный	патрон трехкулачковый специальный	штангенцир кули ШЦ-I ГОСТ 166-80
015 Токарная	токарный 16К20Ф3	резец токарный канавочный Т15К6 ГОСТ 188874-73, резец контурный Т15К6 ГОСТ 18879-73	оправка цанговая	штангенцир кули ШЦ-I ГОСТ 166-80
020 Токарная	токарный 16К20Ф3	резец токарный канавочный Т15К6 ГОСТ 188874-73, резец контурный Т15К6 ГОСТ 18879-73, резец расточной Т15К6 специальный, резец токарный расточной канавочный Т15К6 ГОСТ 188874-73	патрон трехкулачковый специальный	штангенцир кули ШЦ-I ГОСТ 166-80
025 Фрезерная	горизонтально-фрезерный 6Т12	фреза концевая Р6М5 ГОСТ 17025-71	универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ 8615-89	штангенцир кули ШЦ-I ГОСТ 166-80
030 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2Н135Ф2	сверло спиральное ГОСТ 19544-74Р6М5 специальное, метчик М10 Р6М5 ГОСТ 3266-81, сверло спиральное Р6М5	универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ 8615-89	штангенцир кули ШЦ-I ГОСТ 166-80, калибры

Продолжение таблицы 2

Операция	Оборудование	Металлорежущий инструмент	Станочное приспособление	Измерительное средство
		ГОСТ 19544-74, зенковка Р6М5 ГОСТ 26258-87		
035 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2Н125	сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 19544-74	приспособление специальная	калибры
040 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2Н125	сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 19544-74	приспособление специальная	калибры
050 Плоскошлифовальная	плоскошлифовальный 3Е711	круг шлифовальный 1-500×45×305 23А46N8V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	плита магнитная ГОСТ16528-87	скоба рычажная СР150 ГОСТ11098-75
055 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М151	круг шлифовальный 1-500×45×305 23А46N8V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	оправка цанговая специальная	микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90
060 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К227В	круг шлифовальный 1-32×40×10 23А50N8V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	патрон цанговый специальный	нутромер НМ-50 ГОСТ 9244-75
065 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М151	круг шлифовальный 1-500×45×305 24А60М5V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	оправка цанговая специальная	микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90
070 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К227В	круг шлифовальный 1-32×40×13 24А46К6V40м/с1А	патрон цанговый специальный	нутромер НМ-50 ГОСТ 9244-75
075 Моечная	моечная машина			

Результаты выбора средств технологического оснащения отражаются в графической части работы на плане изготовления и технологических

наладках, а также в маршрутной и операционных картах, представленных в приложении А.

2.4 Разработка технологических операций

Основой для разработки технологических операций является определение режимов резания и норм времени на их проведение. В условиях среднесерийного производства режимы резания могут быть определены расчетно-аналитическим [18] и статистическим [14] методами. Первый метод более точный, но при этом требует большого количества справочных данных. Второй метод менее точный, но при этом более простой. В данном случае для всех операций возможно применение расчетно-аналитического метода.

Использование расчетно-аналитического метода подразумевает использование следующего алгоритма:

- по глубине резания и напускам назначаются глубины резания для каждого перехода;
- по справочным данным выбирается подача;
- рассчитывается скорость резания;
- определяется частота вращения шпинделя;
- уточняется скорость резания исходя из действительной частоты вращения шпинделя.

Определение скорости резания производится по формуле:

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

где V_T – скорость резания по нормативам, м/мин;

K_1 – коэффициент материала детали;

K_2 – коэффициент материала инструмента;

K_3 – коэффициент вида обработки.

«Определение частоты вращения производится по формуле:

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

где d – размер поверхности обработки, мм» [18].

«Определение действительной скорости резания производится по формуле:

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

где n_d – действительная частота вращения шпинделя, об/мин» [18].

Нормирование операций технологического процесса выполняется с применением расчетного метода [11].

Нормы времени устанавливаются для каждой операции техпроцесса.

«Штучное время рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}, \quad (18)$$

где $T_{оп}$ – оперативное время, мин;

$T_{об}$ – время обслуживания, мин;

$T_{пер}$ – время перерывов в работе, мин» [11].

«Оперативное время рассчитывается по формуле:

$$T_{оп} = T_o + T_b, \quad (19)$$

где T_o – основное время обработки, мин;

T_b – вспомогательное время обработки, мин» [11].

«Время обслуживания рассчитывается по формуле:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \quad (20)$$

где $T_{тех}$ – время на техническое обслуживание, мин;

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин» [11].

Все составляющие для определения норм времени назначаются исходя из конфигурации детали, структуры операции, режимов резания и статистических данных [11, 14].

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

Таблица 3 – Результаты определения режимов резания и нормирования

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
005 Токарная					
1	0,15	92	250	5	0,13
2	0,32	161	360	151	1,31
3	0,25	138	980	16	0,07
010 Токарная					
1	0,32	161	360	73	0,63
2	0,25	141	820	140	0,68
015 Токарная					
1	0,25	201	480	99	0,83
2	0,1	115	360	4	0,11
3	0,08	121	360	4,5	0,16
020 Токарная					
1	0,25	214	860	18	0,08
2	0,15	176	980	113	0,77
3	0,08	118	630	6	0,12
025 Фрезерная					
1	0,05	41	630	308	2,45
2	0,05	41	630	308	2,45
030 Сверлильная					
1	0,08	36	1400	40	0,36
2	1,0	4,0	125	22	0,18
3	0,08	36	1400	38	0,34
4	0,08	36	1400	17	0,15
5	0,1	28	630	5	0,18
6	1,0	4,0	125	22	0,18
7	0,08	38	1250	40	0,4
035 Сверлильная					

Продолжение таблицы 3

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
1	0,04	30	1600	110	1,72
040 Сверлильная					
1	0,06	33	1250	97	1,29
050 Плоскошлифовальная					
1	25	0,07		543	3,25
055 Круглошлифовальная					
1	30	0,017	120	62	1,28
060 Внутришлифовальная					
1	25	5,6	0,011	127	2,45
065 Круглошлифовальная					
1	35	0,011	160	62	2,01
070 Внутришлифовальная					
1	30	0,003	280	0,65	0,77
2	30	3,0	0,008	127	1,83

«По результатам расчетов формируется комплект технологической документации, состоящий из маршрутной карты технологического процесса, операционных карт и карт эскизов на наиболее сложные и усовершенствованные по сравнению с базовым технологическим процессом операции» [2]. Комплект технологической документации для проектируемого технологического процесса представлен в приложении А. Также результаты проектирования операций отражаются в графической части работы в виде соответствующих технологических наладок.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

В ходе анализа базового технологического процесса было установлено, что на токарной операции 005 используется приспособление, не отвечающее принятой схеме базирования и не обеспечивающее механизацию процесса закрепления. Это приводит к увеличению припусков на обработку, снижению точности обработки и увеличению вспомогательного времени на данной операции. Проведем проектирование станочного приспособления, позволяющего устранить данные недостатки, то есть реализующее схему базирования и обладающее механизированным приводом.

Схему приспособления и проведение его расчета принимаем по рекомендациям [19, 21].

Определение расчетного усилия зажима производится из условия обеспечения равновесия системы под действием моментов сил закрепления и резания в процессе обработки.

«Расчет основных составляющих силы резания выполняется по формуле:

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

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» [21].

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,32^{0,6} \cdot 161^{-0,3} \cdot 0,9 = 549 \text{ Н.}$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,32^{0,75} \cdot 161^{-0,15} \cdot 0,9 = 1341 \text{ Н.}$$

Исходя из схемы закрепления, момент от составляющей силы резания P_Z определяется по формуле:

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

где d_o – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Момент от силы закрепления также определяется исходя из схемы закрепления по формуле:

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

где W – расчетное усилие зажима, Н;

f – коэффициент;

d_3 – диаметр за который происходит закрепление, мм.

В соответствии с условием равновесия системы в процессе обработки приравниваем моменты сил закрепления и резания и выводим формулу для определения расчетного усилия зажима:

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

где K – коэффициент условий выполнения операции.

«Коэффициента условий выполнения операции рассчитывается по формуле:

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

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» [19].

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

Из рекомендаций принятой методики проектирования следует, что коэффициент по условиям выполнения операции следует принять равным 2,5.

Подставляем значения в формулу (24) и выполняем расчет.

$$W = \frac{1341 \cdot 131}{3 \cdot 0,2 \cdot 81} \cdot 2,5 = 11106 \text{ Н.}$$

Составляющая силы резания P_Y создает момент равный:

$$M_{P_Y} = P_Y \cdot l, \quad (26)$$

где l – плечо приложения силы, мм.

Уравновешивающий его момент силы зажима равен:

$$M_{3_{P_Y}} = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{3}. \quad (27)$$

Из условия необходимости обеспечения равенства данных моментов определяем силу зажима:

$$W = \frac{3 \cdot P_Y \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K. \quad (28)$$

По формуле (28) определяем силу зажима.

$$W = \frac{2 \cdot 549 \cdot 65,5}{3 \cdot 0,3 \cdot 81} \cdot 2,52 = 5594 \text{ Н.}$$

Дальнейшие расчеты выполняем по наибольшей силе зажима, которая составляет 11106 Н.

«Усилие зажима на постоянных кулачках рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} f_1}, \quad (29)$$

где l – вылет кулачка, мм;

H – длина направляющей постоянного кулачка, мм;

f_1 – коэффициент трения в направляющих» [19].

$$W_1 = \frac{11106}{1 - \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1} = 14470 \text{ Н.}$$

Усилие, которое необходимо развить силовому приводу определяется по уравнению:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (30)$$

где i_c – передаточное отношение зажимного механизма.

В конструкции приспособления предлагается применять клиновой зажимной механизм, передаточное отношение которого рассчитывается по формуле:

$$i_c = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1}, \quad (31)$$

где α – угол клина, град;

φ – угол трения наклонной поверхности клина, град;

φ_1 – угол трения плоской поверхности клина, град

$$i_c = \frac{1}{\text{tg}(20^\circ + 6^\circ) + \text{tg}6^\circ} = 1,1.$$

По формуле (32) определяем усилие, которое необходимо развить

силовому приводу.

$$Q = \frac{14470}{1,1} = 13155 \text{ Н.}$$

Для создания данного усилия в конструкции приспособления предусмотрено применение гидроцилиндра, диаметр поршня которого рассчитывается по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (32)$$

где d – диаметр штока поршня, мм;

P – давление в гидросистеме, МПа.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 13155}{2,5} + 25^2} = 86 \text{ мм.}$$

Проведение расчета приспособления на точность производим на основе расчетной размерной схемы приспособления, представленной на рисунке 2.

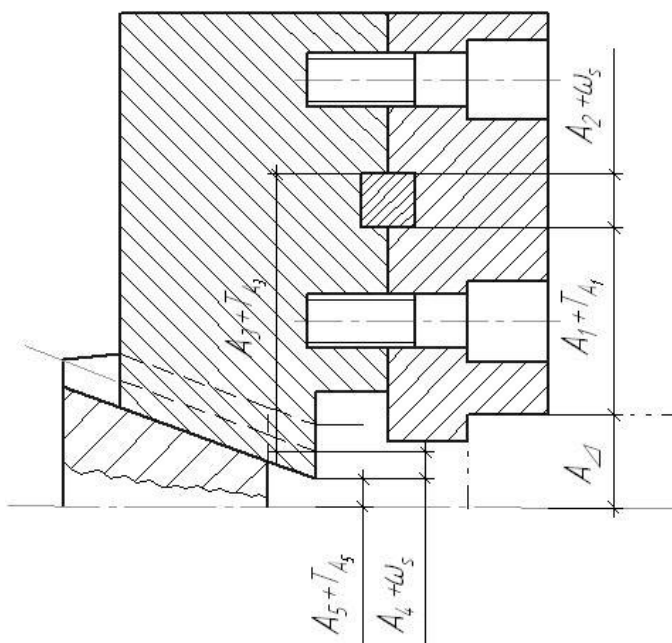


Рисунок 2 – Расчетная размерная схема приспособления

Исходя из представленной схемы, погрешность установки в приспособлении составит:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (33)$$

где Δ_1 – погрешность изготовления размера A_1 , мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении A_2 , мм;

Δ_3 – погрешность изготовления размера A_3 , мм;

Δ_4 – колебание зазора в сопряжении A_4 , мм;

Δ_5 – погрешность изготовления размера A_5 , мм.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,025^2 + 0,030^2 + 0,015^2 + 0,010^2 + 0,010^2} = 0,021 \text{ мм.}$$

Расчетное значение погрешности установки должно быть меньше, чем допускаемое, которое в данном случае составляет 0,075 мм. Условие выполняется, следовательно, приспособление отвечает заданной точности установки и может быть использовано на токарной черновой операции.

Патрон состоит из корпуса, в котором устанавливаются постоянные кулачки с прикрепленными к ним при помощи шпонки и винтов сменными кулачками. Радиальное перемещение кулачков осуществляется при помощи клинового зажимного механизма установленного в корпусе и связанного с приводом через втулку. Корпус монтируется на выходном конце шпинделя. Привод состоит из неподвижного корпуса, в котором расположен поршень со штоком. Подвод рабочей жидкости обеспечивается через вращающуюся муфту.

Для закрепления заготовка устанавливается до упора в кулачок. Далее рабочая жидкость подается в штоковую полость гидроцилиндра, тем самым перемещая шток и прикрепленную к нему тягу влево. Тяга воздействует на клин, который передает поступательное движение на кулачки, тем самым обеспечивая закрепление и центрирование заготовки. Для раскрепления

заготовки рабочая жидкость подается в бесштоковую полость гидроцилиндра и система возвращается в исходное положение.

Конструкция станочного приспособления представлена на листе графической части работы. Спецификация на приспособление представлена в приложении Б.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Проектирование режущего инструмента с целью обеспечения заданного качества обработки на переходе растачивания 005 токарной черновой операции будем производить по методике [15].

Режущая пластина трехгранная из сплава Т5К10. Крепление пластины к корпусу осуществляется через опорную пластину механическим способом при помощи прихвата. Для обеспечения заданных режимов резания, а также качества обрабатываемых поверхностей принимаем главный угол в плане φ равным 91° .

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

$$F = t \cdot S, \quad (34)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [15].

$$F = 2,5 \cdot 0,32 = 0,8 \text{ мм}^2.$$

«Данному сечению резца соответствуют следующие конструктивные параметры: диаметр державки 20 мм, рабочая высота 25 мм, длина 170 мм» [15].

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (35)$$

где « Q_1 – сила, действующая на винт в процессе обработки, Н;
 σ_d – допустимое материалом винта напряжение, МПа» [15].

«Сила, действующая на винт в процессе обработки, определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (36)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение составляющей силы резания, возникающей в процессе обработки, Н» [15].

Подставляя соответствующие значения, выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{1341}{0,7} = 1916 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1916}{\pi \cdot 650}} = 1,9 \text{ мм.}$$

Из конструктивных соображений принимаем диаметр винта М5.

Резец состоит из державки, к которой винтом крепится опорная пластина. К опорной пластине при помощи прихвата крепится режущая пластина. Прихват крепится к корпусу при помощи винта, что обеспечивает быстроту смены режущей пластины и заданную надежность ее крепления.

Подробно конструкция резца представлена в графической части работы и в приложении Б.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Выполнение данного раздела позволит обеспечить безопасность выполнения спроектированного технологического процесса изготовления втулки предохранительного гидравлического клапана, обеспечить пожарную безопасность производства и минимизировать его влияние на экологию. Решение данных задач будем выполнять по данным [3].

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

Согласно принятой методике необходимо составить паспорт рассматриваемого технологического процесса (таблица 4). В данном паспорте необходимо описать краткую характеристику технологического процесса включая необходимых для его осуществления работников, оборудование, средства оснащения, материала и другие применяемые в ходе его выполнения вещества.

Таблица 4 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [3]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [3]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [3]	«Материалы, вещества» [3]
технологический процесс изготовления втулки предохранительного гидравлического клапана	токарная операция	оператор станков с числовым управлением	станок токарно-винторезный 16К20Ф3, патрон трехлачковый, резец токарный канавочный, резец контурный, резец расточной	40Х ГОСТ 4543-71, смазочно-охлаждающая жидкость, обтирочная ветошь

Основываясь на полученных данных, производится дальнейшее рассмотрение технологического процесса на наличие профессиональных рисков, обеспечение пожарной безопасности и соответствие экологическим нормам.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Оценка профессиональных рисков в соответствии с рекомендациями [3] заключается в выявлении опасных и вредных факторов, возникающих в ходе выполнения технологического процесса и источников их возникновения. Следует отметить, что опасные и вредные факторы выбираются исходя из списка государственного стандарта и рекомендаций [3]. В таблице 5 приведены результаты идентификации профессиональных рисков.

Таблица 5 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [3]
токарная операция	неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент, межоперационный транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих	заготовка, режущий инструмент

Продолжение таблицы 5

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [3]
	вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент, межоперационный транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент, межоперационный 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	металлорежущий станок
	отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент
	вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	смазочно-охлаждающая жидкость
	стереотипные рабочие движения	металлорежущий станок

Основываясь на представленных данных по наличию профессиональных рисков и их источниках проводится разработка

мероприятий и выбор средств для снижения или полного устранения влияния данных рисков на работников принимающих участие в выполнении спроектированного технологического процесса.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В таблице 6 приведены результаты разработки соответствующих методов и средств, которые позволят снизить влияние профессиональных рисков.

Таблица 6 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [3]	«Средства индивидуальной защиты работника» [3]
неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных ограждающих устройств, зачистка заусенцев	нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды,	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение ограждающих устройств	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат

Продолжение таблицы 6

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [3]	«Средства индивидуальной защиты работника» [3]
могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека		для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием
опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных виброгасящих приспособлений и устройств	ботинки кожаные с защитным подноском
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение средств поглощения шума» [3]	наушники противошумные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, систем аварийного отключения оборудования» [3]	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной	

Продолжение таблицы 6

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [3]	«Средства индивидуальной защиты работника» [3]
	документации, применение местного освещения	
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение ограждающих устройств	«костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, респиратор, фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с нагрудником» [3]
стереотипные рабочие движения	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, соблюдение периодичности регламентируемых перерывов	

Представленные в таблице средства и методы позволят эффективно снизить влияние профессиональных рисков на работников.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность участка выполняющего данный техпроцесс обеспечивается в зависимости от характеристик возможного пожара, то есть его класса и возникающих опасных факторов. В таблице 7 приведены полученные по результатам анализа в соответствии с рекомендациями [3] данные.

Таблица 7 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
участок изготовления втулки предохранительного гидравлического клапана	станок токарно-винторезный 16К20Ф3, патрон трехкулачковый, резец токарный канавочный, резец контурный, резец расточной	«пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)» [3]	«пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму» [3]	«осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ» [3]

На основе данных таблицы 7 определяем рекомендованные к применению в данном случае технические средства обеспечения пожарной безопасности. Результаты представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические средства пожарной безопасности

«Первичные средства пожаротушения» [3]	«Мобильные средства пожаротушения» [3]	«Стационарные установки и системы пожаротушения» [3]	«Средства пожарной автоматики» [3]	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	«Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)» [3]	«Пожарные сигнализация, связь и оповещение» [3]
«ведра, бочки с водой, лопаты, ящики с песком, асбестовые полотна кошмы, ломы, пилы, топоры» [3]	«пожарные автомобили, мотопомпы, передвижные огнетушители» [3]	«автоматическая газовая система пожаротушения» [3]	«извещатели и пожарные приборы управления пожарные, системы передачи извещений о пожаре» [3]	гидранты, колонки, стволы, рукава, соединительные колонки, гидрозеловаторы	противогазы, самоспасатели	конусные ведра, ломы, багры с деревянной ручкой, полотно, лопаты, тележка, экран защитного действия	оповещатели звуковые автоматические, световые оповещатели «Выход»

Исходя из данных таблицы 7, определяем организационные мероприятия, направленные на обеспечение пожарной безопасности. Результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [3]	«Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий» [3]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [3]
технологический процесс изготовления втулки предохранительного гидравлического клапана	«разработка приказов и распоряжений для организации проведения работы по пожарной безопасности» [3]	«пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации» [3],

Продолжение таблицы 9

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [3]	«Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий» [3]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [3]
	«разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара, обучение работников объекта мерам пожарной безопасности, применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [3]	«автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения» [3]

Предложенный комплекс технических средств и организационных мероприятий, в полной мере обеспечит пожарную безопасность на участке изготовления рассматриваемой детали.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Экологическая безопасность производственного процесса обеспечивается исходя из тех негативных факторов, действие которых необходимо нейтрализовать или уменьшить. В связи с этим, сначала необходимо определить какие именно негативные факторы будут воздействовать на окружающую среду в результате выполнения данного технологического процесса. Результаты определения негативных факторов представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса» [3]	«Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [3]
техпроцесс изготовления втулки предохранительного гидравлического клапана	станок токарно-винторезный 16К20Ф3, патрон трехкулачковый, резец токарный канавочный, резец контурный, резец расточной	аэрозоль от смазочно-охлаждающей жидкости, масляный туман	смазочно-охлаждающая жидкость, стружка, пыль, технические жидкости	металлическая стружка, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость

На основе полученных данных, разработаем комплекс организационных и технических мероприятий, которые позволят снизить это влияние. Полученные данные представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

«Наименование технического объекта» [3]	технологический процесс изготовления втулки предохранительного гидравлического клапана
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	«использование систем фильтрации воздуха на основе электрофильтров и абсорберов» [3]
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	«использование отстойников, решеток, аэраторов» [3]
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	«использование отдельной переработки отходов, повторная переработка металлического лома» [3]

В результате выполнения данного раздела обеспечена безопасность выполнения спроектированного технологического процесса изготовления втулки предохранительного гидравлического клапана, обеспечена пожарная безопасность производства и минимизировано его влияние на экологию.

5 Экономическая эффективность работы

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

Основанием для определения экономической эффективности служат предложенные изменения в технологическом процессе изготовления детали «Втулка». Эти изменения касаются только одной операций, на которой предложено в качестве оснастки использовать трех кулачковый специальный патрон механизированный, вместо трех кулачкового патрона с ручным зажимом. А в качестве инструмента – резец токарный расточный Т5К10 специальный, вместо резца токарного расточного Т5К10 ГОСТ 20872-80.

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 [8] и программным обеспечением Microsoft Excel.

Для определения себестоимости, в частности технологической себестоимости, необходимы последовательно определить основную заработную плату, социальные отчисления и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Значения этих параметров, по сравниваемым вариантам выполнения описанных операций показано на рисунке 3.

Как видно из рисунка 3, все параметры имеют тенденцию к снижению, то есть проектируемый вариант предполагает снижение технологической себестоимости изготовления детали «Втулка» на 2,39 руб., что составит 19,9%.

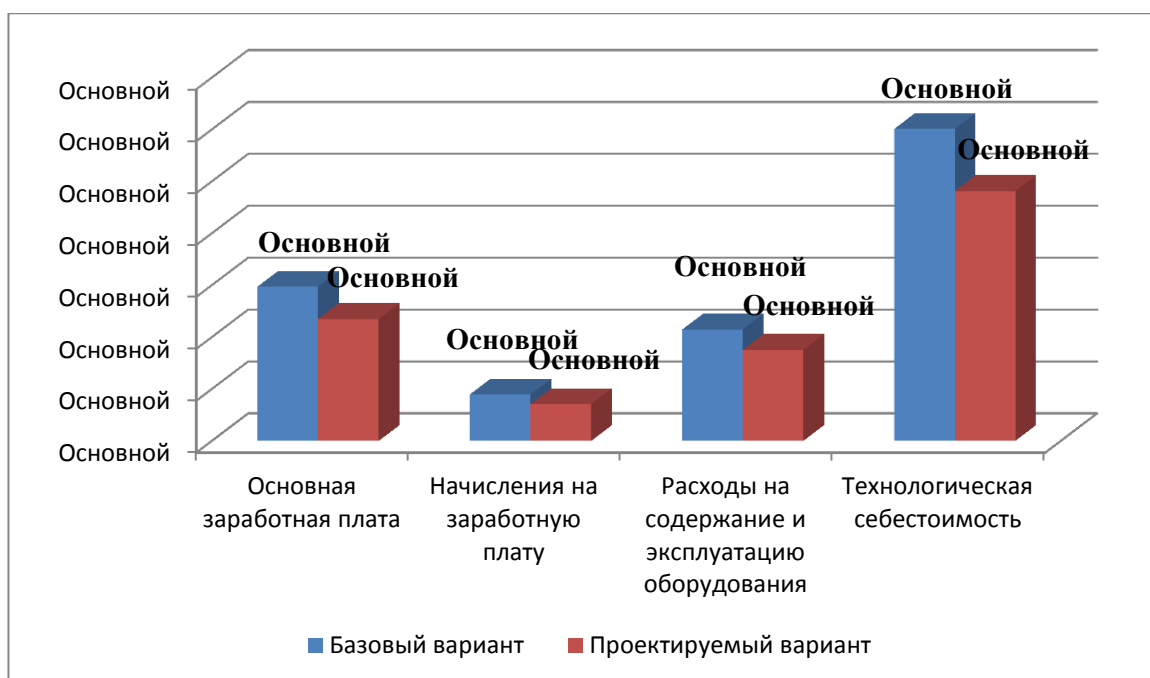


Рисунок 3 – Сравнительная характеристика параметров технологической себестоимости по вариантам, руб.

Полученные значения основной заработной платы и технологической себестоимости по сравниваемым вариантам служат необходимыми данными для определения такого параметра как полная себестоимость. В результате проведенных расчетов полная себестоимость для базового варианта составит 33,74 рублей, а для проектируемого – 26,8 рублей. По полученным значениям можно сделать вывод о том, что полная себестоимость проектируемого варианта меньше чем в базового. Эта разница составляет 20,6% или 6,94 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 49968 рублей.

Чтобы определить будут ли эффективны предложенные изменения, необходимо рассчитать инвестиции или капитальные вложение в проект. Учитывая то, что изменения технологического процесса изготовления детали

«Втулка» затрагивают замену инструмента и оснастки, то капитальные вложения будут складываться из затрат на инструмент, приспособление и затрат на проектирование нового технологического процесса, поэтому общая сумма инвестиций составит 49968 рублей. На рисунке 4 представлена структура капитальных вложений в долевом соотношении.

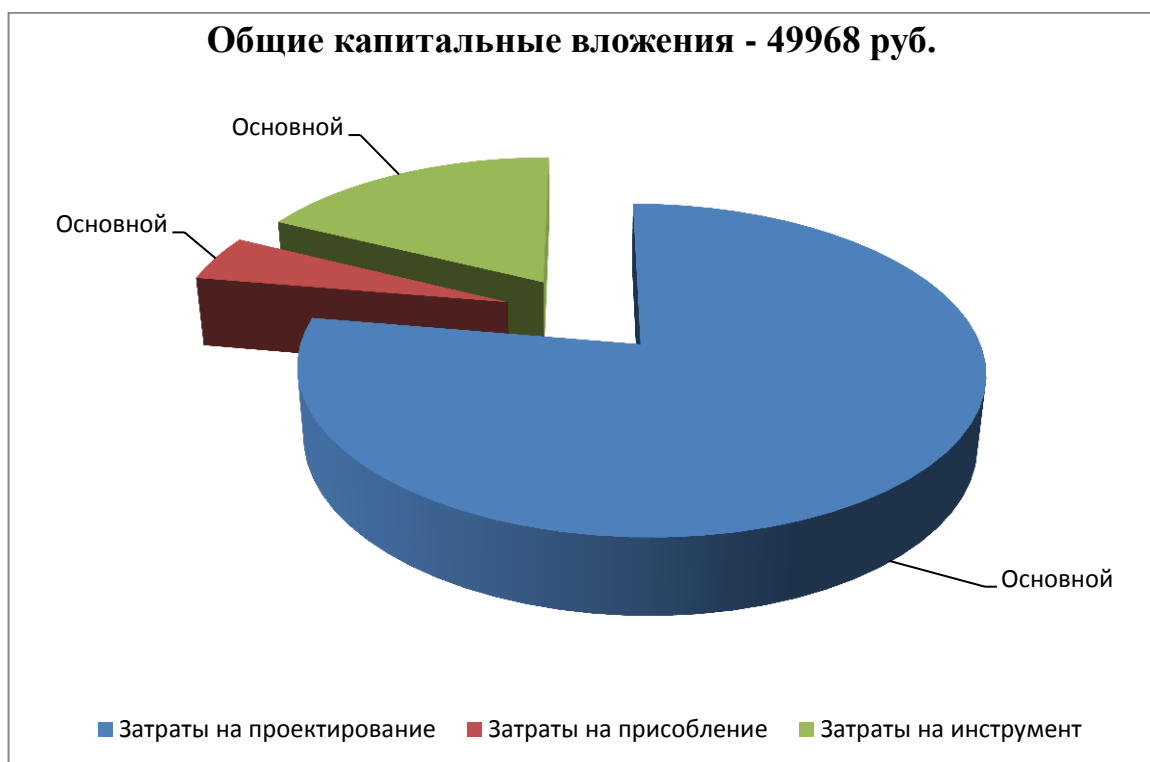


Рисунок 4 – Структура капитальных вложений в долях к общей величине

Анализируя структуру параметров инвестиций, представленную на рисунке 4, видно, что затраты на проектирование составляют большую долю в общей величине капитальных вложений, их величина равна 77,7 %.

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 12.

Таблица 12 – Показатели экономической эффективности проекта

Наименование параметра	Величина параметра
Срок окупаемости, года	2
Общий дисконтируемый доход, руб.	55598,51
Интегральный экономический эффект, руб.	9612,64
Индекс доходности, руб. / руб.	1,21

Анализируя, представленные в таблице 12, данные можно сделать вывод о том, что проект является эффективным, так как интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 9612,64 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 0,21 рублей, что может обеспечить рентабельность в размере 21 %.

Заключение

Выполнение квалификационной работы потребовало решения следующих основных задач.

Проведено проектирование заготовки, выбор которой обоснован экономическими расчетами. Выбраны методы обработки поверхностей исходя из технических требований, предъявляемых к ним. Сделаны расчеты припусков и определены основные характеристики заготовки.

Разработана технология изготовления на основе применения метода проектирования с использованием типовых технологических процессов в виде маршрутного технологического процесса. Произведен выбор основных средств технологического оснащения техпроцесса с учетом серийности производства. Выполнен расчет режимов резания и проведено нормирование операций технологического процесса на основе наиболее эффективных для среднесерийного типа производства методик с учетом особенностей применяемых средств технологического оснащения.

Проведена глубокая модернизация токарной черновой операции, имеющей в базовом техпроцессе существенные недостатки. В частности проведено проектирование специального механизированного станочного приспособления, что позволило сократить вспомогательное время на данной операции. Спроектирован расточной резец, что позволило обеспечить выполнение всех необходимых требований, предъявляемых к качеству обработанной поверхности.

Проведен анализ опасных и вредных факторов технологического процесса, а также разработка мероприятий по снижению их влияния на производственный процесс и производственный персонал.

Перечисленные выше решения позволили достичь цели квалификационной работы сформулированной во введении, что подтверждено экономическими показателями техпроцесса.

Список используемых источников

1. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
2. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М. : ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
3. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 01.05.2020).
4. Иванов В.П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия: учеб. для студентов вузов по специальности "Оборудование и технологии высокоэффектив. процессов обработки материалов" / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. – Минск. : Новое знание, 2016. – 234 с.
5. Каталог оборудования. [Электронный ресурс]. – URL: <https://stanok-kro.ru/> (дата обращения: 15.04.2020).
6. 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: 15.04.2020).
7. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: учебник / А.Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 320 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/86015> (дата обращения: 10.04.2020).
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: 05.05.2020).
9. Михайлов А.В. Основы проектирования технологических процессов

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

10. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 05.04.2020).

11. Подготовительно-заключительное время. [Электронный ресурс]. – URL: <http://osntm.ru/spravochnik.html> (дата обращения: 20.04.2020).

12. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 13.04.2020).

13. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

14. Режимы резания металлов : справочник / Ю.В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60989> (дата обращения: 20.04.2020).

15. Режущий инструмент: учебник для вузов / Д.В. Кожевников [и др.] ; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва. : Машиностроение, 2014. – 520 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/63256> (дата обращения: 22.04.2020).

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

17.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.

18.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.

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

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

21.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.

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

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

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

25. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 387 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545572> (дата обращения: 06.04.2020).

26. Химический состав и физико-механические свойства стали 40Х [Электронный ресурс] – URL: <http://enginiger.ru/materials/legirovannaya/konstruktsionnaya-legirovannaya-stal-40h/> (дата обращения: 05.04.2020).

Приложение А

Технологическая документация

Дцкл.	Взм.	Подп.																
			ТГУ Кафедра ОТМП															
			Втулка															
			Сталь 40Х ГОСТ 4543-71															
Разработал	Качко		Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КММ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ						
Проверил	Козлов			166	7,81	1		0,69	412003	φ136,6x146,4	1	11,34						
Утвердил			Обозначение документа															
Н. контр.			Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Гроз	Тшт
			XX XX XX 000 Заготовительная															
			Кривошипный горячештамповочный пресс															
			XX XX XX 005 4114 Токарная															
A06	381148 Токарный с ЧПУ 16К20Ф3 3 18219 312 1P 1 1 1 1500 1 1,89																	
0.08	Точить поверхности 1, 3, 4, 5, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19 размер φ42 ^{+0,25} , φ100,72 ^{-0,35} , φ109 ^{-0,35} , φ105 ^{-0,35} ,																	
0.09	φ115,72 ^{-0,35} , 143 ^{+0,4} , 123,5 ^{+0,4} , 95,5 ^{+0,55} , 80,5 ^{+0,3} , 35,5 ^{+0,22}																	
T 10	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 392152																	
T 11	Резец расточной специальный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.																	
12																		
A13	XX XX XX 010 4114 Токарная																	
B14	381148 Токарный с ЧПУ 16К20Ф3 3 18219 312 1P 1 1 1 1500 1 1,64																	
015	Точить поверхности 2, 19, 20, 22, 26, 27, 28, 29, 30 в размер φ33,023 ^{+0,22} , φ4,7 ^{+0,3} , φ53,5 ^{+0,3} , φ81 ^{-0,35} ,																	
016	φ131 ^{+0,4} , 141 ^{+0,4} , 128 ^{+0,4} , 125 ^{+0,4} , 114 ^{+0,55}																	
МК																		

Продолжение Приложения А

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН
Б	Код, наименование обработки											
0 19	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т15К10; 392152											
0 20	Резец расточной специальный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.											
21												
А 22	XX XX XX 015 4114 Токарная											
Б 23	381148 Токарный с ЧПУ 16К20Ф3 3 18219 312 1Р 1 1 1500 1 134											
0 24	Точить поверхность 1,5, 6, 15, 16, 17, 18 в размер $\phi 95_{-0,35}^{+0,1}$, $\phi 100,42_{-0,14}^{+0,1}$, $\phi 109_{-0,35}^{+0,1}$, $\phi 115,42_{-0,35}^{+0,1}$											
0 25	129,5 $_{+0,10}^{+0,4}$, 14,3 $_{+0,12}^{+0,4}$, 35 $_{+0,1}^{+0,1}$, 4 $_{+0,1}^{+0,1}$, 5 $_{+0,1}^{+0,1}$											
Т 26	396171 Оправка цанговая; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т15К6; 392115 Резец канавочный											
Т 27	ГОСТ 188874-73 Т15К6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.											
28												
А 29	XX XX XX 020 4114 Токарная											
Б 30	381148 Токарный с ЧПУ 16К20Ф3 3 18219 312 1Р 1 1 1500 1 122											
0 31	Точить поверхность 2, 21, 24, 25, 26, 27, 30 в размер $\phi 33,49_{+0,1}^{+0,1}$, $\phi 58_{+0,04}^{+0,12}$, $\phi 54,2_{+0,12}^{+0,12}$, $\phi 80,5_{-0,35}^{+0,10}$											
0 32	136,5 $_{+0,10}^{+0,14}$, 125,5 $_{+0,1}^{+0,14}$, 115 $_{+0,1}^{+0,14}$, 2 $_{+0,1}^{+0,1}$											
Т 33	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т15К6; 392115											
Т 34	Резец канавочный ГОСТ 188874-73 Т15К6; ; 392152 Резец расточной специальный Т15К6; 393311											
Т 35	Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.											
36												
А 37	XX XX XX 025 4262 Фрезерная											
Б 38	381631 Горизонтально-фрезерный 6Т12 3 18632 312 1Р 1 1 1500 1 613											
0 39	Фрезеровать поверхность 39, 40 в размеры 82 $_{+0,14}^{+0,14}$, 104,5 $_{+0,14}^{+0,14}$											
Т 40	396141 Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ 8615-89; 391821 Фреза канцевая $\phi 20$											
Т 41	ГОСТ 17025-71 Р6М5; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.											
МК												

Продолжение Приложения А

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшп	Тпоз
Б	Код, наименование оборудования														
Т 94	ГОСТ11098-75.														
95															
А 96	XX XX XX 055 4131 Круглошлифовальная														
Б 97	381311 Круглошлифовальный 3М151 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 1,6														
0 98	Шлифовать поверхность 5, 16, 18 в размеры $\phi 100,06_{-0,054}^{+0,1}$, $\phi 115,06_{-0,054}^{+0,1}$, 34														
Т 99	396171 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 393413 Микрометр МК-100 ГОСТ6507-90.														
100															
А 101	XX XX XX 060 4132 Внутршлифовальная														
Б 102	381312 Внутршлифовальный 3К227В 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 3,06														
0 103	Шлифовать поверхность 2, 26, 27 в размер $\phi 34,541_{-0,039}^{+0,046}$, $\phi 54,7_{-0,046}^{+0,4}$, 125														
Т 104	396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 394253 Циркуляр НМ-50 ГОСТ 9244-75.														
105															
А 106	XX XX XX 065 4131 Круглошлифовальная														
Б 107	381311 Круглошлифовальный 3М151 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 2,51														
0 108	Шлифовать поверхность 5, 16, 18 в размеры $\phi 100_{-0,022}^{+0,025}$, $\phi 115_{-0,022}^{+0,025}$, 34														
Т 109	396171 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 393413 Микрометр МК-100 ГОСТ6507-90.														
110															
А 111	XX XX XX 070 4132 Внутршлифовальная														
Б 112	381312 Внутршлифовальный 3К227В 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 3,25														
0 113	Шлифовать поверхность 2, 26 в размер $\phi 35_{-0,025}^{+0,025}$, $\phi 55_{-0,025}^{+0,025}$														
Т 114	396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 394253 Циркуляр НМ-50 ГОСТ 9244-75.														
А 115	XX XX XX 075 Моечная.														
А 116	XX XX XX 080 Контрольная.														
МК															

Продолжение Приложения А

Детл.		Взам.		Подп.		Цех		Уч	Р.М.	Опер.
										070
Разроб.	Ка-чур	ПУ,				Втулка				
Проверил	Ка-элоб	Кафедра ОТМП								
Исполн.										
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД	Профиль и размеры	
Внутрншлифовальная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		2,6		166		7,81	Ø136,6х14,64	
Обработка инструментом ЧПУ		Обозначение программы		То		Тф		Тшп		СОЖ
ЗК227В				2,6				3,25		Жирол-1
0.01	1. Установить заготовку									
T.02	396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный.									
0.03	2. Шлифовать поверхность: 3 выдерживая размеры согласно эскизу.									
P.04	1									
P.05	2									
0.06	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.									
07										
08										
09										
10										

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			20.БР.ОТМП.764.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
A3	1		20.БР.ОТМП.764.65.00.001	Корпус	1	
A4	2		20.БР.ОТМП.764.65.00.002	Муфта	1	
A4	3		20.БР.ОТМП.764.65.00.003	Крышка гидроцилиндра	1	
A4	4		20.БР.ОТМП.764.65.00.004	Корпус гидроцилиндра	1	
A4	5		20.БР.ОТМП.764.65.00.005	Шток	1	
A4	6		20.БР.ОТМП.764.65.00.006	Поршень	1	
A4	7		20.БР.ОТМП.764.65.00.007	Клин	3	
A4	8		20.БР.ОТМП.764.65.00.008	Постоянный кулачек	3	
A4	9		20.БР.ОТМП.764.65.00.009	Тяга	1	
A4	10		20.БР.ОТМП.764.65.00.010	Сменный кулачек	3	
<i>Стандартные изделия</i>						
		11		Гайка М14 ГОСТ8918-69	1	
		12		Винт М8х35 ГОСТ11738-84	5	
		13		Винт стопорный М5х10 ГОСТ14 79-93	1	
		14		Винт М10х30 ГОСТ11738-84	6	
		15		Винт М4х12 ГОСТ14 79-93	3	
		16		Кольцо ГОСТ 1567-68	3	
		17		Демпфер ГОСТ 8754-79	2	
			20.БР.ОТМП.764.65.00.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Качур				Лит.	Лист
Пров.	Козлов					1
Нконтр.						2
Утв.					ТГУ, ИМ, зр. ТМдд-1502а	
Патрон						
трехкулачковый						
<i>Копировал</i>				<i>Формат А4</i>		

Продолжение Приложения Б

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
							Изм.	Лист	
				<u>Документация</u>					
A2			20.БР.ОТМП.764.70.00.000СБ	Сборочный чертеж					
				<u>Детали</u>					
A3	1		20.БР.ОТМП.764.70.00.001	Державка резца	1				
A4	2		20.БР.ОТМП.764.70.00.002	Пластина опорная	1				
A4	3		20.БР.ОТМП.764.70.00.003	Штифт цилиндрический	1				
A4	4		20.БР.ОТМП.764.70.00.004	Прихват	1				
				<u>Стандартные изделия</u>					
	5			Пластина режущая трехгранная 01124 ГОСТ 19046-80	1				
	6			Винт зажимной ГОСТ 17475-80	1				
			20.БР.ОТМП.764.70.00.000						
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
			Разраб.	Качур				Лит.	Лист
			Пров.	Козлов					Листов
			Н.контр.						1
			Утв.					ТГУ, ИМ, гр. ТМдд-1502а	
			Резец расточной					Формат А4	
			Копировал						