

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 зажимного механизма

Обучающийся

Е.В. Громов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент В.А. Гуляев

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

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

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

ст. преподаватель И.В. Резникова

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

Тольятти 2023

Аннотация

Выпускная квалификационная работа рассматривает технологию изготовления корпуса зажимного механизма в годовом объеме выпуска 10000 деталей в год. Исходя из служебного назначения детали, показана возможность ее изготовления, которая доказана с помощью анализа технологичности. Выбран материал для заготовки, учитывая его физико-механические свойства, химический состав и возможность механической обработки. Определен материал – сталь 19ХГН ГОСТ-4543. Проведена систематизация всех поверхностей детали и назначена стратегия их обработки. Проведен сравнительный экономический анализ для выбора наиболее оптимального метода получения заготовки. Проведен расчет припусков для заготовки. Выбраны СТО в виде необходимого и подходящего оборудования; доступных и несложных приспособлений; режущего инструмента и средств контроля для получения требуемого качества, обработанных в результате их применения, поверхностей. Спроектированы операции. Назначены скорость резания и подачи. Режимы резания определены на основе табличных данных, учитывая тип материала и характеристики инструмента. Проведено нормирование после определения режимов резания. Спроектировано приспособление, которое обеспечило надежное закрепление при высокоскоростной обработке. Спроектировано захватное устройство для робототехнического комплекса РТК М20П.40.01. Доказана экономическая эффективность предлагаемых изменений технологического процесса относительно базового. Выполнен анализ технологии на опасные и вредные производственные факторы. Предусмотрены мероприятия по защите труда для обеспечения заданных условий обработки. Предложены мероприятия для достижения безопасности и экологичности рассматриваемого технического объекта. Даны рекомендации для внедрения разработанного нового технологического процесса на реальном производстве.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ объекта проектирования.....	6
1.1 Анализ технологичности объекта проектирования.....	6
1.2 Формулировка задач проектирования.....	9
2 Технология изготовления детали.....	11
2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения	11
2.2 Проектирование технологической операции	24
3 Проектирование специальных средств оснащения	27
3.1 Станочное приспособление.....	27
3.2 Захватное устройство.....	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	36
5 Экономическая эффективность работы.....	42
Заключение.....	47
Список используемых источников.....	48
Приложение А Технологическая документация.....	50

Введение

В предлагаемой выпускной квалификационной работе используется высокопроизводительное оборудование. Станки играют важную роль в промышленной металлообработке, и, как вид основного оборудования, потребление станков является сильным показателем общей производственной мощности [4]. Производство высоко концентрировано, и подавляющее большинство прецизионных станков, используемых в передовом производстве по всему миру, производится в небольшом числе стран [20]. Наиболее важными производителями станков являются Китай, Германия и Япония.

Китай уникален тем, что его массовое производство в подавляющем большинстве предназначено для его собственного внутреннего производственного сектора, в то время как все другие крупные производители экспортируют значительную часть своих станков [2]. Другими крупными производителями станков являются Италия, Южная Корея, Соединенные Штаты, Тайвань и Швейцария; за пределами этих стран почти все прецизионные станки должны импортироваться.

В России, США и Великобритании с момента их пика наблюдался спад производства станков в разной степени, в то время как несколько восточноазиатских экономик за тот же период построили или значительно расширили свою станкостроительную промышленность, а несколько европейских стран сохранили высокий уровень производства.

Это произошло потому, что производство станков требует существенной социальной инфраструктуры, такой как образованные работники, значительные капиталовложения и сильная клиентская база [19], которую компании на фрагментированном рынке станкостроения, как правило, не могут создать самостоятельно. Эти моменты требуют преднамеренных действий государства для создания и продолжения политики для поддержания. Все успешные страны придерживаются четкой политики,

помогающей производителям станков, в то время как те, которые пришли в упадок или вообще не смогли наладить значительное производство, этого не сделали. Эта политика была успешно реализована только государствами с сильной координацией между элитами в правительстве, бизнесе и финансах.

Продукты, начиная от автомобилей и заканчивая самолетами, военными кораблями и медицинскими приборами, мобильными телефонами и оборудованием для горнодобывающей промышленности, требуют скорости производства, качества и точности обработки, а также масштабируемости станков [9]. Квалифицированная рабочая сила необходима для производства станков.

В процессе проектирования требуются инженерные разработки в области механики, электротехники и программного обеспечения, опытные технические специалисты необходимы для сборки и тестирования, для соблюдения графика требуется отличное управление цепочками поставок и производством [1], а для поддержания отношений с клиентами необходимы глобальные команды технических продаж и поддержки [6]. Компании, находящиеся на переднем крае, должны постоянно инвестировать в НИОКР, которые для наиболее специализированных и передовых станков должны включать тесные отношения с ключевыми заказчиками, чтобы гарантировать, что расходы на НИОКР направлены на проекты, которые принесут реальную пользу [17].

Для реализации проектируемого технологического процесса в этой работе будем использовать высокопроизводительное оборудование с числовым программным управлением.

1 Анализ объекта проектирования

1.1 Анализ технологичности объекта проектирования

Рассматриваемая деталь «Корпус» используется как основная направляющая для движения рабочего органа зажимного механизма. Фрагмент такого зажимного устройства представлен на рисунке 1.

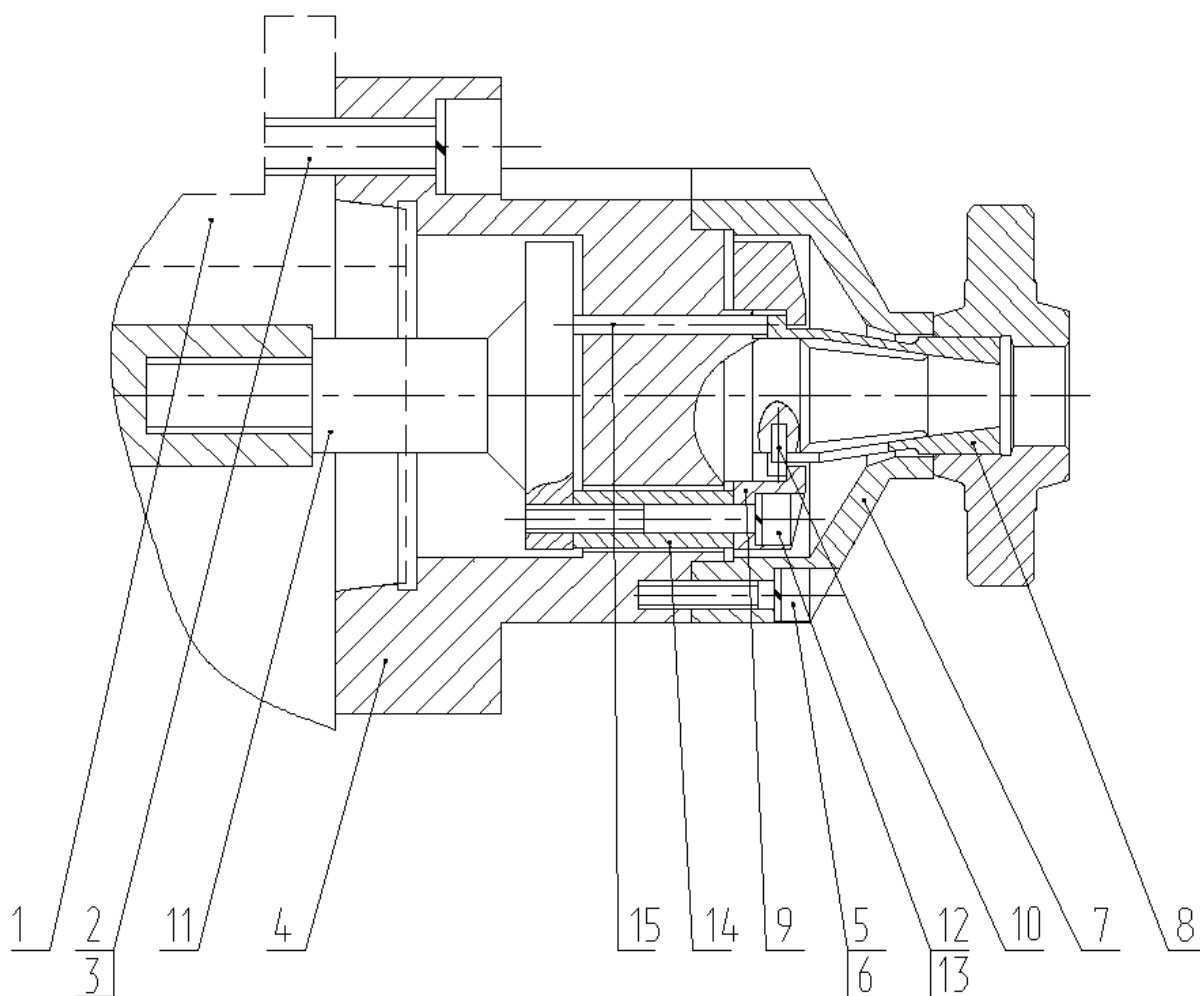


Рисунок 1 – Фрагмент зажимного устройства

Состоит зажимное устройство, которое представляет собой шпиндель станка (1) из установочных винтов (2), шайб (3), самого корпуса зажимного механизма (4), крепежных винтов (5), стопорных шайб (6), направляющей

опоры (7), цанги (8), кольца (9), штифта (10), рабочего штока (11), дополнительных крепежных винтов (12), дополнительных шайб (13), втулок (14) и плунжеров (14).

Корпусная деталь зажимного механизма является одним из главных компонентов привода станка, обеспечивающих надежное и точное закрепление обрабатываемых заготовок. Основное назначение детали – защита внутренних элементов зажимного механизма от повреждений и воздействия внешних факторов [15]. Также к задачам использования корпуса относится передача усилий и задание траекторий рабочего органа.

Требования к корпусной детали включают несколько параметров. Прочность и надежность конструкции. Корпусная деталь должна выдерживать значительные нагрузки и не подвергаться деформации или разрушению в процессе эксплуатации [18]. Устойчивость к износу материала корпуса и соответствующее качество поверхности. Корпусная деталь должна иметь достаточную износостойкость, чтобы обеспечить длительный срок службы привода зажима.

Поэтому для изготовления рассматриваемой детали, исходя из ее служебного назначения, наиболее подходит материал – сталь 19ХГН ГОСТ-4543, так как его физические и механические свойства полностью удовлетворяют тем требованиям, которые предъявляются для поддержания соответствующего напряженно-деформированного состояния детали при ее эксплуатации.

Химический состав материала также соответствует предъявляемым требованиям – содержание углерода от 0,16 до 0,21 процента, содержание кремния от 0,17 до 0,37 процента, содержание магния от 0,7 до 1,0 процента, содержание фосфора 0,035 процента, содержание серы 0,035 процента, содержание хрома от 0,8 до 1,1 процента, содержание молибдена 0,1 процента и содержание никеля от 0,8 до 1,1 процента.

Для определения технических требований на чертеже разделяем поверхности корпуса (рисунок 2) на четыре группы, для чего проведем

систематизацию всех поверхностей.

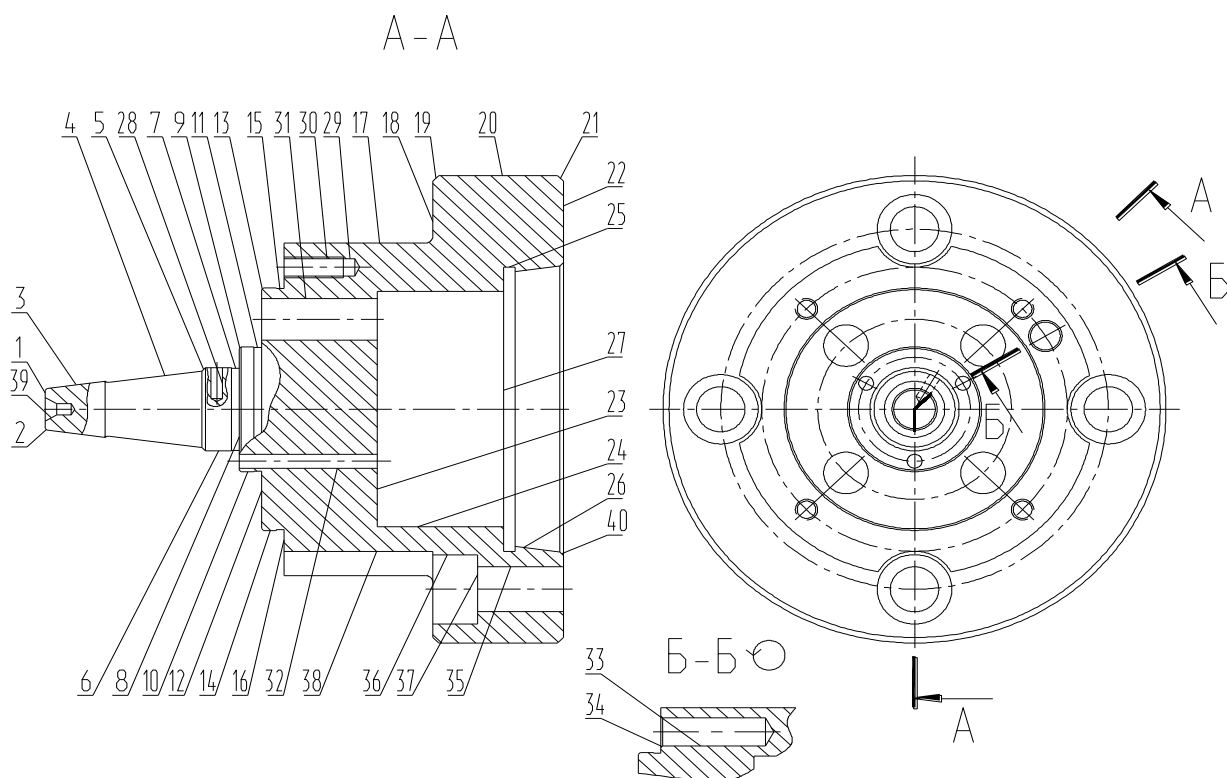


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей

Корпус симметричной ступенчатости. Он имеет среднюю жесткость. Конструктивные элементы являются типовыми. В качестве основных конструкторских баз определим поверхности 22 и 26, в качестве вспомогательных конструкторских баз определим поверхности 10, 12, 14, 16, 23, 28, 30-33, 35 и 37. Исполнительными поверхностями, исходя из служебного назначения детали, являются поверхности, направляющие движение рабочего органа зажимного механизма – это поверхности 3 и 6. Остальные поверхности характеризуем как свободные.

Проведем анализ детали на ее технологичность. Совершенство конструкции детали также определяется использованием наиболее экономических, экономичных и производительных технологических методов ее изготовления [15]. В значительной мере технологичность конструкции

детали определяется возможностью наиболее простой механической обработки. В начало технологического процесса относят процедуры, раскрывающие скрытые дефекты на начальной стадии обработки (пористость, коробление, трещины, и тому подобное), а также создаются оптимальные условия для перераспределения остаточных напряжений в заготовке. Осуществляется выбор технологических баз и обоснование этих выбранных баз. Задаётся очередность и способы обработки поверхностей заготовки. Исходя из требований к качеству детали, устанавливается количество переходов при обработке каждой поверхности, а также оборудование для выполнения данной операции. Выявляется индивидуальная технологическая оснастка для выполнения операции и разрабатываются условия, которым должен соответствовать каждый вид выбранной оснастки. При выборе установочных баз соблюдаются основные условия: постоянство баз и совмещение технологических баз с конструкторскими. Крайней производят обработку легкоповреждаемых поверхностей, например, наружной резьбы. Последовательность операций зависит от последующих термической и химико-термической обработки. Рабочие поверхности необходимо шлифовать и полировать. Деталь типовой конфигурации «втулка» или «фланец» и для нее может быть использован типовой технологический процесс. Из-за формы и материала детали можно применять заготовки простой формы, включая прокат. В нашем случае можно применить либо горячекатаный прокат, либо калиброванный. В этом случае необходимо провести экономическое сравнение заготовок между собой.

1.2 Формулировка задач проектирования

В работе планируется разработать новую технологию изготовления рассматриваемой детали. Для чего необходимо провести технологические, технические и экономические мероприятия, в ходе проведения которых решить следующие задачи. Исходя из служебного назначения детали, показать

возможность ее изготовления, которая доказывается с помощью анализа технологичности. Выбрать материал для заготовки, учитывая его физико-механические свойства, химический состав и возможность механической обработки этого материала. Определен материал – сталь 19ХГН ГОСТ-4543. Провести систематизацию всех поверхностей детали и назначить стратегию их обработки. Провести сравнительный экономический анализ для выбора наиболее оптимального метода получения заготовки. Провести расчет припусков для заготовки и переходы. Выбрать СТО в виде необходимого и подходящего оборудования; доступных и несложных приспособлений; режущего инструмента и средств контроля для получения требуемого качества, обработанных в результате их применения, поверхностей. Спроектировать операции. Назначить скорость резания и подачи. Режимы резания должны быть определены на основе табличных данных, учитывая тип материала и характеристики инструмента. Провести нормирование после определения режимов резания. Спроектировать приспособление, которое обеспечит надежное закрепление при высокоскоростной обработке. Сформировать технологический маршрут, соответствующий технологическому процессу изготовления фланцевых деталей для выбранного типа производства. Доказать экономическую эффективность предложенных изменений технологического процесса относительно базового. Спроектировано захватное устройство для робототехнического комплекса РТК М20П.40.01. Предусмотреть мероприятия по защите труда для обеспечения заданных условий обработки. Предложить мероприятия для достижения безопасности и экологичности рассматриваемого технического объекта. Дать рекомендации для внедрения разработанного нового технологического процесса на реальном производстве.

В разделе был проведен анализ исходных данных для реализации проектирования нового технологического процесса и поставлены задачи для достижения цели работы. В следующих разделах представлено решение этих задач.

2 Технология изготовления детали

2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения

Для заданного объема выпуска 10000 дет/год и массе детали 4,55 кг выбран среднесерийный тип производства. Перед производством изделия необходимо учитывать следующие параметры: форму заготовки, размеры заготовки, массу заготовки, материал заготовки; тип производства, припуск. Обоснованный экономический выбор заготовки для производства ведет: к снижению себестоимости детали, снижению трудоёмкости. На основании этих суждений сделаем вывод, что важной задачей при выборе заготовки является снижение затрат на основные материалы, то есть уменьшение расхода материалов. При выборе заготовки для производства [13] необходимо учитывать ряд факторов. Материал, подлежащий штамповке. Различные материалы имеют разную твердость, прочность и ударную вязкость, что может повлиять на способ получения заготовки. Необходимо учитывать диаметр и длину заготовки, ее ступенчатость. Ее размеры определяются возможным напуском для упрощения формы заготовки и потерями на дополнительную обработку. Для полый заготовки необходимо определиться с желаемым размером отверстия и возможностью его получения. Эти факторы должны быть приняты во внимание для эффективного проектирования заготовки и технологии ее изготовления. В нашем случае можно применить либо горячекатаный прокат на ГКМ, либо калиброванный на КГШП [13].

«Для определения массы заготовки M при штамповке будем пользоваться формулой

$$M = M_D \cdot K_P, \quad (1)$$

где M_D – масса детали, кг;

K_P равен 1,5.

Получим:

$$M = 4,55 \cdot 1,5 = 6,82 \text{ кг.}$$

Габариты заготовки:

$$D = 135 \cdot 1,05 = 142 \text{ мм.}$$

$$H = 139 \cdot 1,05 = 146 \text{ мм.}$$

Расчетная масса определяется по формуле:

$$m = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где V – объем заготовки, мм^3 ;

γ – плотность материала заготовки, кг/мм^3 » [14].

«Геометрический объем всех цилиндрических частей детали будет:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}} = \frac{3,14}{4} \cdot (142^2 \cdot 146) = 2310996 \text{ мм}^3.$$

Масса заготовки:

$$m = 2310996 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 18,10 \text{ кг.}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{6,82}{18,10} = 0,37 \text{» [14].}$$

«Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{З}}}. \quad (3)$$

Выбор в пользу того или иного способа получения заготовки будем определять по его себестоимости:

$$C_{\text{Д}} = C_{\text{З}} + C_{\text{МО}} - C_{\text{ОТХ}}, \quad (4)$$

где стоимость $C_{\text{З}}$ – заготовки;

$C_{\text{МО}}$ – механической обработки;

$C_{\text{ОТХ}}$ – стружки» [14].

«При штамповке стоимость заготовки:

$$C_3 = C_B \cdot M_{Ш} \cdot K_T \cdot K_{СЛ} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{П}, \quad (5)$$

где C_B – цена 1 кг заготовки, руб./кг;

$M_{Ш}$ – масса заготовки, кг;

Коэффициенты, которые учитывают:

K_T – точность;

$K_{СЛ}$ – сложность;

K_B – массу;

K_M – материал;

$K_{П}$ – серийность.

Примем C_B равным 0,315 руб./кг, K_T равным 1,05, $K_{СЛ}$ равным 1,00, K_B равным 0,89, K_M равным 1,21 и $K_{П}$ равным 1,0» [14].

Тогда

$$C_{31} = 0,315 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,21 \cdot 1,0 = 0,339 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 0,315 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,21 \cdot 1,0 = 0,356 \text{ руб.}$$

«Определим стоимость обработки:

$$C_{МО} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД}, \quad (6)$$

где $C_{УД}$ – цена 1 кг материала, руб./кг.

Удельные затраты:

$$C_{УД} = C_C + E_H \cdot C_K. \quad (7)$$

Себестоимость на ГКМ» [14]:

$$C_{Т1} = 3,609 \text{ руб.}$$

«На КГШП:

$C_{T2} = 0,356 \cdot 6,5 + 0,273 \cdot (6,5 - 4,55) - 0,0298 \cdot (6,5 - 4,55) = 2,788$
руб.

ГКМ: $K_{ИМ} = \frac{4,55}{8,1} = 0,56$.

КГШП: $K_{ИМ} = \frac{4,55}{6,5} = 0,70$.

Расчет показал, что штамповка на КГШП выгоднее чем на ГКМ.

Годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_Г = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N_Г \quad (8)$$

где C_{T1} – стоимость детали, если используется ГКМ;

C_{T2} – стоимость детали, если используется КГШП» [10].

Получим

$$\mathcal{E}_Г = (3,609 - 2,788) \cdot 10000 \cdot 60 = 492600 \text{ руб.}$$

Для выбора средства оснащения проведем анализ штампов. Доступны различные станки для изготовления штампов, используемых при штамповке. Прогрессивная, формовочная, компаундная и твердосплавная оснастка удовлетворяет специфическим требованиям штамповки. Прогрессивные штампы можно использовать для одновременного создания нескольких деталей на одном изделии. Прогрессивная штамповка использует последовательность станций штамповки. Металлический рулон подается в возвратно-поступательный штамповочный пресс с прогрессивными штамповочными матрицами. Матрица перемещается вместе с прессом, и когда пресс перемещается вниз, матрица закрывается, чтобы штамповать металл и формировать деталь. Когда пресс перемещается вверх, металл перемещается горизонтально к следующей станции. Эти перемещения должны быть точно выровнены, поскольку деталь все еще соединена с металлической полосой. Конечная станция отделяет только что изготовленную деталь от остального металла. Выбираем горизонтально-штамповочную машину (КГШП).

В таблицу 1 сведем результаты расчета припусков для заготовки. На рисунке 3 показана схема припусков.

Таблица 1 – Припуски на размер $82,563^{+0,004}_{-0,006}$

«Переходы»	Элементы, мкм			2Z min	IT	Размеры		Припуск	
	Rz ⁱ⁻¹	ε _{уст} ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹			d ⁱ min	d ⁱ max	2Z min	2Z max
первый	360	-	944	-	16	75,696	79,296	-	-
второй	90	120	56	-	13	81,379	81,919	6,223	2,083
третий	50	60	38	2,254	10	82,123	82,263	0,884	0,204
четвертый	30	30	19	0,397	7	82,424	82,459	0,336	0,161
пятый» [16]	15	15	9	0,197	4	82,557	82,567	0,143	0,098

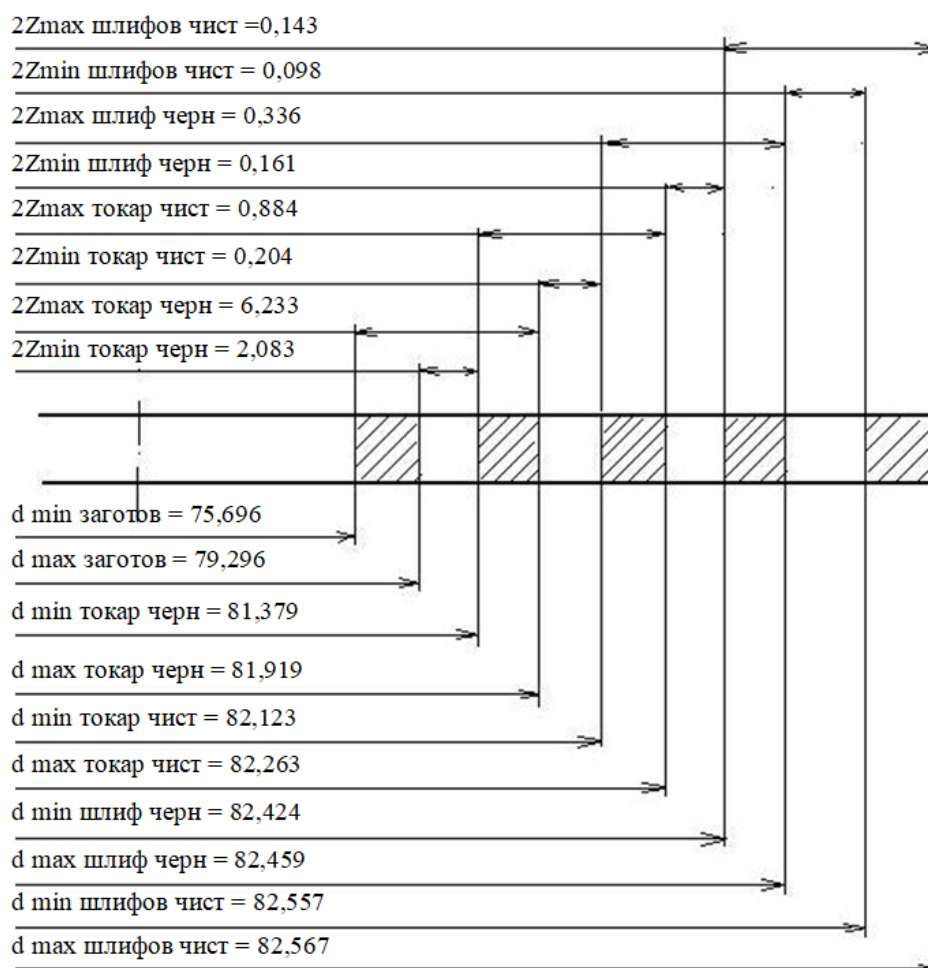


Рисунок 3 – Припуски на размер $82,563^{+0,004}_{-0,006}$

Выбор технологических переходов по обработке поверхностей корпуса фланцевого типа включает этапы:

На первом этапе: определение требований к изделию – необходимо определить геометрические параметры детали, требования к качеству поверхности, точности размеров и другие характеристики.

На втором этапе: анализ возможных вариантов технологии обработки. Необходимо проанализировать различные переходы, которые могут быть применены для изготовления. Это может включать разные комбинации токарной обработки, сверления, шлифования.

На третьем этапе: оценка влияющих факторов на выбор технологии обработки. К ним относятся стоимость оборудования, стоимость материалов, время обработки, требования к точности и качеству поверхности. Нужно учесть возможности переналадки оборудования для серийного производства.

На четвертом этапе: сравнение технологических переходов с учетом оценки влияющих факторов. Выбрать наиболее подходящие для конкретной ситуации по критерию минимальной себестоимости.

На пятом этапе: определение последовательности операций и параметры обработки для каждой операции. Это включает в себя выбор инструментов, режимов резания, скорости и подачи.

На шестом этапе: после определения последовательности переходов необходимо разработать управляющие программы для станка, которые будут использоваться для обработки заготовки.

Выбор методов обработки для каждой поверхности:

Поверхность 1 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 2 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности

необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 3 отличается 7 квалитетом точности с шероховатостью Ra0,63. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто, шлифовать начерно, провести термообработку и шлифовать начисто.

Поверхность 4 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 5 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 6 отличается 7 квалитетом точности с шероховатостью Ra0,63. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто, шлифовать начерно, провести термообработку и шлифовать начисто.

Поверхность 7 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 8 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 9 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности

необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 10 отличается 9 квалитетом точности с шероховатостью Ra1,25. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто, провести термообработку и шлифовать начисто.

Поверхность 11 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 12 отличается 9 квалитетом точности с шероховатостью Ra2,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто, провести термообработку и шлифовать начисто.

Поверхность 13 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 14 отличается 8 квалитетом точности с шероховатостью Ra1,25. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто, шлифовать начерно, провести термообработку и шлифовать начисто.

Поверхность 15 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 16 отличается 8 квалитетом точности с шероховатостью Ra1,25. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно,

точить начисто, шлифовать начерно, провести термообработку и шлифовать начисто.

Поверхность 17 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 18 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 19 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 20 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 21 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто и затем провести термообработку.

Поверхность 22 отличается 6 квалитетом точности с шероховатостью Ra0,63. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно, точить начисто, шлифовать начерно, провести термообработку и шлифовать начисто.

Поверхность 23 отличается 12 квалитетом точности с шероховатостью Ra2,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности

необходима следующая последовательность переходов: расточить начерно, расточить начисто и провести термообработку.

Поверхность 24 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: расточить начерно, расточить начисто и провести термообработку.

Поверхность 25 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: расточить начерно, расточить начисто и провести термообработку.

Поверхность 26 отличается 5 квалитетом точности с шероховатостью Ra0,63. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: расточить начерно, расточить начисто, шлифовать начерно, провести термообработку и шлифовать начисто.

Поверхность 28 отличается 7 квалитетом точности с шероховатостью Ra1,25. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверлить, зенкеровать, развертывать и провести термообработку.

Поверхность 29 отличается 10 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверлить, развертывать и провести термообработку.

Поверхность 30 отличается 10 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверлить, развертывать и провести термообработку.

Поверхность 31 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности

необходима следующая последовательность переходов: сверлить и провести термообработку.

Поверхность 32 отличается 9 квалитетом точности с шероховатостью Ra1,25. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверлить, зенкеровать и провести термообработку.

Поверхность 33 отличается 7 квалитетом точности с шероховатостью Ra1,25. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверлить, зенкеровать, развертывать и провести термообработку.

Поверхность 34 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверлить и провести термообработку.

Поверхность 35 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверлить и провести термообработку.

Поверхность 36 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверлить и провести термообработку.

Поверхность 37 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверлить и провести термообработку.

Поверхность 38 отличается 14 квалитетом точности с шероховатостью Ra12,5. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: фрезеровать и провести термообработку.

Поверхность 39 отличается 7 качеством точности с шероховатостью Ra1,25. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: цековать, провести термообработку и шлифовать начисто.

Поверхность 40 отличается 7 качеством точности с шероховатостью Ra1,25. При обработке такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: расточить начисто, провести термообработку и шлифовать начисто.

Выбор оборудования является критически важным для реализации эффективной технологии изготовления корпуса. Токарно-фрезерные станки являются новым направлением в станкостроении. Они очень универсальны и могут использоваться для самых разнообразных переходов, так как имеют широкие технологические возможности.

На основании проведенного анализа для повышения производительности механической обработки предлагается замена универсального оборудования на современные металлообрабатывающие центры с ЧПУ, которые позволят выполнять широкий спектр работ за один постанов детали, тем самым минимизируя время изготовления, производственные затраты с увеличением точности и качества обработки. Из проведенного анализа современных научных исследований в области повышения производительности механической обработки с минимизацией затрат можно сделать вывод, что необходимо совершить выбор не только высокопроизводительного и современного оборудования и инструмента, но и средств программного обеспечения и правильность построения самого технологического процесса с обеспечением всех требований, предъявляемых к производству детали.

Для выполнения токарных работ (операции 010, 015 и 020) по обработке общего контура детали принимаем токарно-винторезный с ЧПУ 16A20Ф3 который позволит совместить операции 005-020 в базовом варианте за счет

последовательного выполнения всех переходов по данным операциям на одном станке за один постанок детали.

Для сверления цилиндрических поверхностей (операция 035) принимаем специализированный станок марки 6906ВМФ2 с ЧПУ, который предназначен для операций шлифования как профиля, так и шлицевых и прямых пазов произвольной формы с помощью червячных, дисковых и различных профильных шлифовальных кругов. Обработка производится с использованием системы ЧПУ в диалоговом режиме, правка и профилирование детали и абразивного инструмента осуществляется силами станка в процессе операции.

В таблицу 2 сведем выбранные средства технологического оснащения: к каждой технологической операции определим необходимое оборудование, приспособление, инструмент с его характеристиками и средства контроля.

Таблица 2 – Выбор СТО

«Операция	Оборудование	Оснастка	Инструмент	Контроль
005 010 015 020	16А20Ф3 с ЧПУ	патрон токарный ГОСТ 2675-80.	проходной резец. пластина Т5К10 ОСТ. расточной резец. канавочный резец. центровочное сверло	калибр-скоба ГОСТ 18355-73. калибр-пробка ГОСТ 14807-69. шаблон ГОСТ 2534-79.
025	3Б153Т	патрон поводковый ГОСТ 18259-72.	шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.	калибр-скоба ГОСТ 18355-73. шаблон ГОСТ 2534-79.
030	3К227В	патрон цанговый	шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.	мерительное приспособление с индикатором ГОСТ 5584-61.
035	6906ВМФ2 с ЧПУ	СНП ГОСТ 12195-66	Концевая фреза. Центровочной сверло. Спиральные сверла. Машинный метчик. Зенкер. Развертка.	Калибр-пробка ГОСТ 18355-73. Шаблон ГОСТ 2534-79. Пробка резьбовая ГОСТ 17756-72» [3].

Продолжение таблицы 2

«Операция	Оборудование	Оснастка	Инструмент	Контроль
060	3925	СНП ГОСТ 12195-66.	Шлифовальный круг ГОСТ 8027-86.	Калибр-скоба ГОСТ18355-73.
065 070	ЗБ153Т	Поводковый патрон ГОСТ 18259-72.	Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.	Шаблон ГОСТ 2534-79. Микроинтерферометр МИИ-6. Приспособление мерительное с индикатором ГОСТ 5584-61» [3].

Более подробно технология изготовления детали представлена в графической части в виде плана обработки.

2.2 Проектирование технологической операции

На 015 токарной операции применяется оборудование – станок модели 16А20Ф3 токарно-винторезный с ЧПУ. Инструмент выбираем из таблицы 2 – проходной резец с механическим креплением ОСТ 2.И.10.1-83, пластина Т5К10. Припуск – 0,4 мм. Перемещение инструмента – 0,25 мм/об. «Тогда скорость резания будем рассчитывать по формуле:

$$V = \frac{C_U}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_U, \quad (9)$$

где выберем базовую величину C_U равную 420;

время работы одной пластины T равное 60 мин;

табличные величины степеней: m равно 0,2, x равно 0,15, y равно 0,20;

коэффициент, обеспечивающий условия обработки K_U примем равным 0,77» [16].

Тогда «для точения:

$$V_T = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,77 = 215,9 \text{ м/мин.}$$

Для расточки:

$$V_P = V_T \cdot 0,9 = 194 \text{ м/мин.}$$

Частота:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (10) \gg [8]$$

Диаметр 135 мм «на первом переходе:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 215,9}{3,14 \cdot 135} = 509 \text{ мин}^{-1}.$$

Диаметр 82,1 мм на втором переходе:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 194}{3,14 \cdot 82,1} = 752 \text{ мин}^{-1}.$$

Диаметр 68 мм на третьем переходе:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 194}{3,14 \cdot 68} = 908 \text{ мин}^{-1} \gg [11].$$

«Определим составляющие силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (11)$$

где C_P – коэффициент обработки равный 300;

x, y, n – табличные значения соответственно равные 1,0, 0,75, 0,15;

K_P – коэффициент коррекции.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

где $K_{MP}, K_{\phi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}$ и K_{rP} равны 1,4, 0,89, 1,0, 1,0 и 1,0» [16].

Тогда

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0,4^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 211,9^{-0,15} \cdot 1,4 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = \\ = 236 \text{ Н.}$$

«Определим требуемую мощность по формуле:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (13)$$

Тогда

$$N = \frac{236 \cdot 211,9}{1020 \cdot 60} = 0,82 \text{ кВт.}$$

У станка 16К20Ф3 мощность намного выше и равна 6 кВт, то есть использование выбранного оборудования оправдано» [16].

Нормы времени сведем в таблице 3.

Таблица 3 – Нормы времени

«Операция	T_0	T_B	$T_{ОП}$	$T_{ОБ,О-Т}$	$T_{П-3}$	$T_{ШТ}$	n	$T_{ШТ-К}$
005	0,517	0,362	0,879	0,053	17	0,932	236	1,004
010	0,809	0,318	1,127	0,068	20	1,195	236	1,279
015	0,750	0,481	1,231	0,074	20	1,305	236	1,390
020	1,210	0,425	1,635	0,098	23	1,733	236	1,830
025	0,278	0,388	0,666	0,076	14	0,742	236	0,801
030	0,223	0,329	0,552	0,062	10	0,614	236	0,656
035	6,456	0,684	7,14	0,428	49	7,568	236	7,775
060	0,24	0,407	0,647	0,071	7	0,718	236	0,747
065	0,310	0,573	0,883	0,152	14	1,035	236	1,094
070	0,265	0,407	0,672	0,075	7	0,747	236	0,777
075» [7]	0,451	0,490	0,941	0,112	10	1,053	236	1,095

В разделе на основе типового технологического процесса для выбранного типа производства проведено проектирование технологии изготовления детали. На основе технико-экономического сравнения выбрана исходная заготовка и проведено ее проектирование с назначением припусков и определением размеров на операции. Для сформированных технологических переходов выбраны операции, оборудование и оснащение. Выявлена лимитирующая технологическая операция. Для нее проведен расчет режимов резания и нормирование. Подробно результаты показаны в Приложении А (таблица А.1).

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Станочное приспособление

Виды зажимных патронов для закрепления цилиндрических деталей отличаются видом зажимных механизмов. Механические зажимные патроны включают в себя винтовые, рычажные, клиновые, комбинированные механизмы. Приводы зажима тоже различаются по принципу работы. Гидравлические зажимные патроны используются для обеспечения закрепления заготовок с большим усилием передачей давления рабочих жидкостей. Пневматические зажимные патроны закрепляют путем передачи давления воздуха, что обеспечивает надежное закрепление детали. Исходные данные для проектирования самоцентрирующего переналаживаемого патрона необходимо обеспечить в следующем объеме. Диапазон размеров зажимаемой заготовки: от 60 мм до 200 мм. Требуется возможность быстрой переналадки на новый диаметр за несколько секунд путем смены или перестановки сменного кулачка. Максимальная нагрузка на заготовку до 10000 Н. Наличие механизма самоцентрирования для обеспечения высокой точности зажима. Переналаживаемый патрон должен быть совместим со шпинделями станков с различными конусами и креплениями. Рабочая поверхность патрона должна иметь высокую твердость и износостойкость для увеличения срока службы. Требования к точности зажима: не менее 0,02 мм для диаметров зажимаемых деталей до 100 мм и не менее 0,05 мм для диаметров до 200 мм. Патрон должен быть легким и компактным для удобства переналадки и смены оснастки при запуске другой заготовки. Требуется механизм быстрой фиксации зажимаемых деталей для экономии времени на ручной зажим за счет механизации. Проведем «расчет силы зажима заготовки с помощью трех кулачков. Зависимость этой силы от составляющей силы резания определяется формулой:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (14)$$

где K – запас;

P_z – составляющая силы резания;

R_0 – радиус зажимаемой поверхности;

R – радиус обрабатываемой поверхности [21];

f – параметр подвижности для кулачков с гладкой поверхностью, который равен 0,16» [7].

«Коэффициент запаса K определим согласно [21] равным 2,5. Тогда сила зажима» [21]:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 99 \cdot 119}{0,16 \cdot 119} = 1547 \text{ Н.}$$

Для «определения силы зажима, которая осуществляется сменными кулачками, в отличие от постоянных кулачков, используем выражение:

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (15)$$

где f_1 – коэффициент трения равен 0,1 [7];

L – вылет кулачка равен 45 мм;

H – длина направляющей кулачка равна 92 мм» [14].

Тогда получим

$$W_1 = \frac{1547}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (45/92)} = 1994 \text{ Н.}$$

Далее «определим усилие, которое должен обеспечивать силовой привод для реализации такой силы зажима заготовки, схема которой приведена на рисунке 4:

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \quad (16)$$

где l_1 и l – плечи рычага соответственно равны 22 мм и 55 мм» [16].

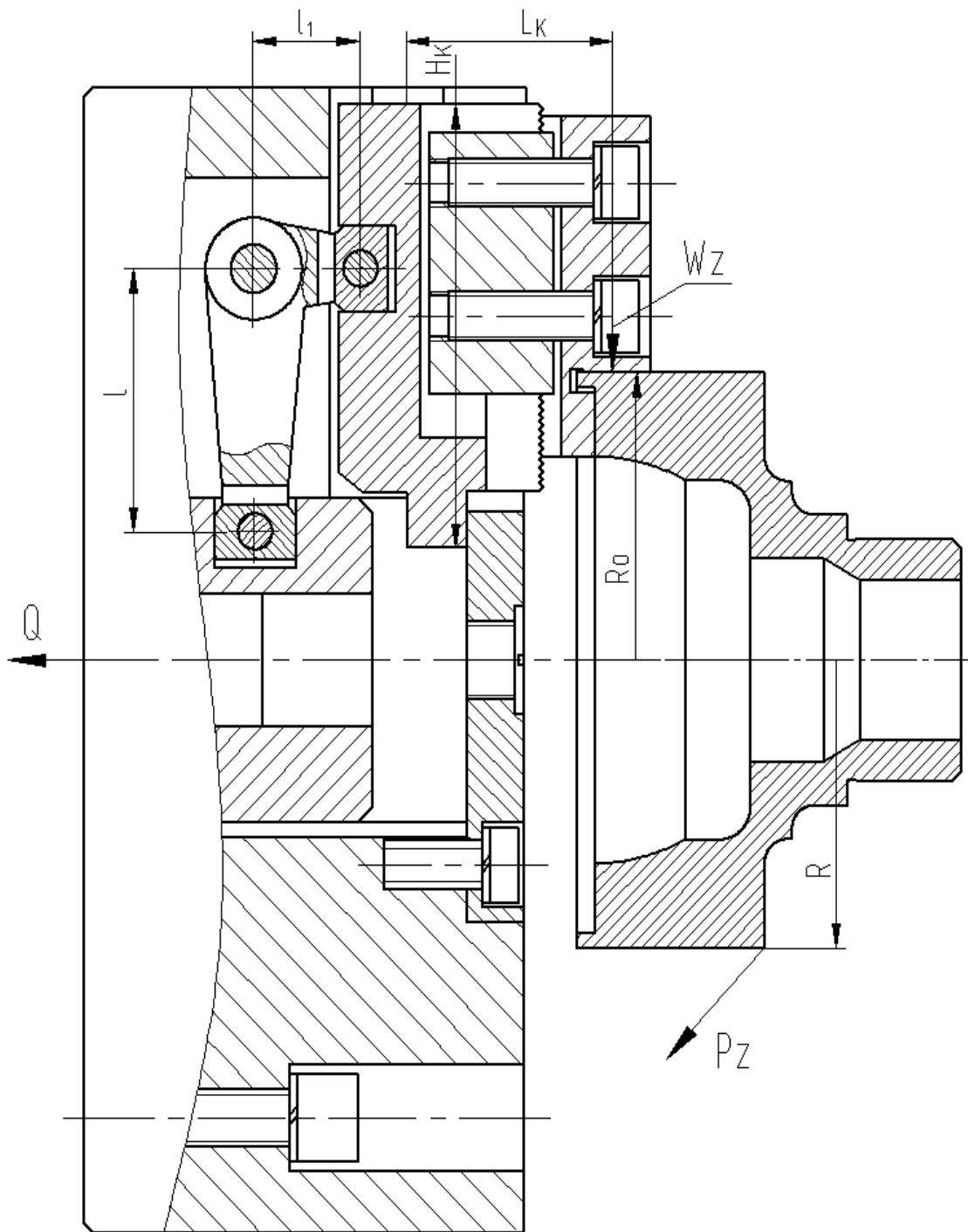


Рисунок 4 – Схема действия сил

При расчете получим:

$$Q = 1994 \cdot \frac{22}{55} = 798 \text{ Н.}$$

«Для обеспечения усилия в 798 Н можно использовать как пневматический привод, так и гидравлический привод [8]. Выбор вида

привода согласно условиям обработки отдадим в пользу пневматического привода двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа» [8].

«Диаметр штока привода, который будет обеспечивать исходную силу определяется, согласно выражению:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (17)$$

где p – необходимое давление;

η – КПД привода равное 0,9» [21].

Тогда получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{798}{0,4 \cdot 0,9}} = 55,1 \text{ мм.}$$

Приспособление состоит из корпуса 1, присоединительные размеры посадочного отверстия которого соответствует параметрам шпинделя станка А6. В центральном отверстии корпуса 1 по скользящей посадке перемещается клиновой привод 2. По резьбе он соединяется со штоком гидравлического привода зажима. При помощи винта 3 происходит фиксация штока по резьбовому отверстию. В Т-образных наклонных пазах клинового привода 2 по скользящей посадке перемещаются постоянные кулачки 4. Они соединяются со сменными кулачками 5, которые имеют возможность перемещаться в радиальном направлении от регулировочного винта 7. Этот винт 7 через промежуточные втулки 6 и 8 зацепляется как с постоянными кулачками 4, так и со сменными кулачками 5. Фиксация регулировочного винта 7 в определенном угловом положении, соответствующем определенному радиальному размеру зажимаемой заготовки, обеспечивается шариковым упором 9, который упирается в пружину 10. Для обеспечения соосности движения клинового привода 2, а также защиты внутренних механизмов от попадания грязи и стружки, отверстие в корпусе 1 со стороны

заготовки закрывается ступенчатой крышкой 11, которая фиксируется при помощи винтов 12.

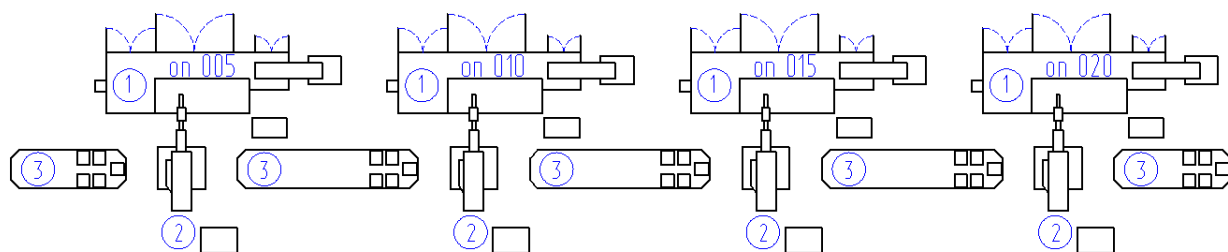
Патрон работает следующим образом. Перед обработкой заготовки на заданный диаметр выставляются сменные кулачки 5 путем вращения регулировочных винтов 7. При достижении определенного расстояния происходит защелкивание фиксатора 9 в соответствующей сферической выемке на цилиндрической поверхности регулировочных винтов 7. После этого происходит обработка заготовки. При подаче давления в привод зажима и перемещении клинового привода 2 влево происходит смещение кулачков 4 и 5 к осевой линии и происходит закрепления заготовки. При подаче давления в противоположную полость рабочего цилиндра и перемещении клинового привода 2 происходит подъем кулачков 5 от заготовки ее раскрепление.

3.2 Захватное устройство

Для токарных операций «при загрузке и выгрузке деталей принимаем робототехнический комплекс (РТК) М20П.40.01., технические характеристики которого показаны в таблице 4, а эскиз на рисунке 5» [7].

Таблица 4 – Характеристики РТК М20П.40.01

«Грузоподъемность, кг		Число степеней подвижности		Число манипуляторов		Наибольший вылет R, мм		
20		5		1		1100		
Линейные перемещения, мм			Угловые перемещения, град					
по оси Z		по оси R		по α		по β		по θ
500		1100		-90...180		$\pm 3,5$		300
Скорость перемещения, м/с			Скорость угловых перемещений, град/с					
по оси Z		по оси R		по α		по β		по θ
0,008...0,5		0,008...1,0		60		30		0,001...0,06



1 – токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3; 2 – промышленный робот М20П.40.01; 3 – тактовый стол СТ-220

Рисунок 5 – Эскиз автоматизированного-технического комплекса» [7]

«Проведем разработку нового захватного устройства, которое от базового отличается малыми габаритами, надежностью и простотой конструкции.

В процессе перемещения заготовки требуются определенные силы захвата, которые будем определять по формуле:

$$W = K_1 \cdot K_2 \cdot m \cdot g, \quad (18)$$

где K_1 – страховочный коэффициент равен 3;

K_2 – передаточный коэффициент» [7].

В «формуле (18) $m = 0,13$ кг масса заготовки, рассчитанная ранее. g – ускорение свободного падения ($9,8 \text{ м/с}^2$). Передаточный коэффициент K_2 рассчитаем по формуле:

$$K_2 = \frac{\sin\alpha}{2 \cdot \mu}, \quad (19)$$

где μ – коэффициент трения губок в месте контакта равен 0,16;

α – максимальный угол смыкания губок манипулятора 45° » [7].

Тогда «получим:

$$K_2 = \frac{\sin 45^\circ}{2 \cdot 0,16} = 2,2.$$

Окончательно сила захвата:

$$W = 3 \cdot 2,2 \cdot 2,71 \cdot 9,8 = 190 \text{ Н.}$$

Расчетная схема захватного устройства представлена на рисунке 6.

Определим необходимое усилие привода Q из условия статического равновесия:

$$Q \cdot \eta = \frac{1}{m_c \cdot r_c} \cdot 2 \cdot M, \quad (20)$$

где η – КПД реечной передачи;

M – максимальный момент сил;

m_c – модуль зубчатой передачи сектора равен 2;

r_c – число зубьев сектора равно 11» [7].

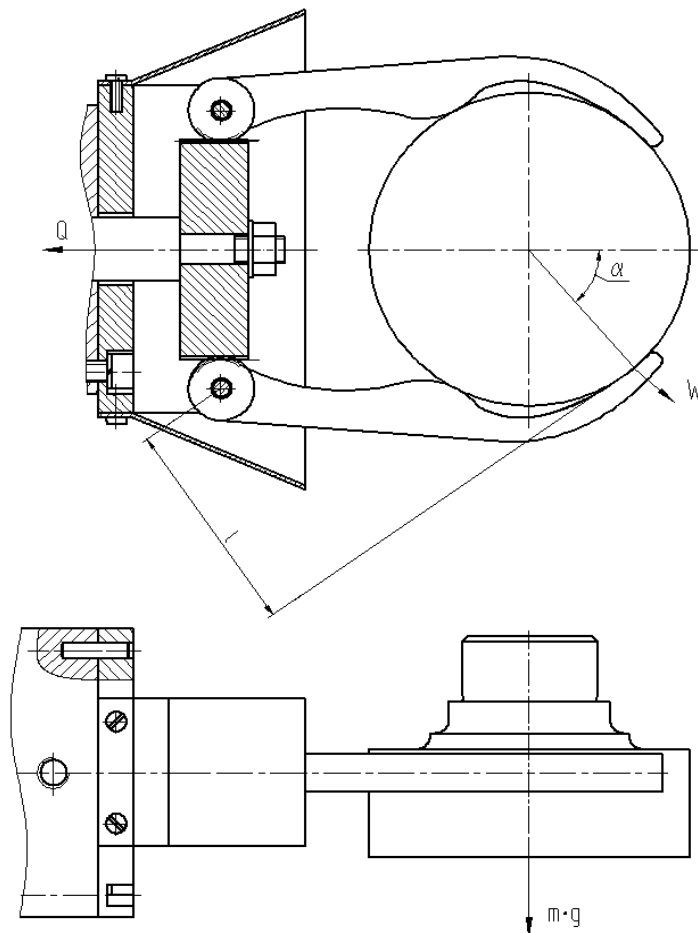


Рисунок 6 – Схема захватного устройства

«Максимальный момент определим по формуле:

$$M = W \cdot l, \quad (21)$$

где l – плечо (на рисунке 6) равно 82 мм» [14].

Тогда получим:

$$Q = \frac{2 \cdot 190 \cdot 82}{0,75 \cdot 20 \cdot 0,9} = 2308 \text{ Н.}$$

«Значением рабочего давления привода будем считать 0,63 МПа. Тогда диаметр поршня пневматического цилиндра определим по формуле:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (22)$$

Тогда получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{2308}{0,63 \cdot 0,9}} = 74,6 \text{ мм.}$$

По ГОСТу 15608-81 примем ближайшее к расчетному значению для диаметра штока 75 мм, ход губок 22 мм и ход штока цилиндра 4 мм» [14].

«Расчет режимов резания проведен с помощью эмпирических зависимостей (рассчитаны припуски на цилиндрическую поверхность) для обработки самой точной поверхности. Для рассматриваемой операции было определено оборудование. Захватное устройство используется при обработке на станке токарном с ЧПУ 16А20Ф3, который полностью обеспечивает необходимые режимы резания для получения требуемого качества обрабатываемой поверхности» [11].

В графической части представлен чертеж разработанного захватного устройства. Для зажима заготовки служат губки 2. «Губки 3 установлены во фланце 11 с помощью осей 8, зафиксированных кольцами 6. Фланец 11 крепится к корпусу 5 с помощью винтов 16 с шайбами 24 и штифтов 25. Губки 3 своим зубчатым сектором входят в зацепление с зубчатой рейкой 10.

Захватное устройство содержит губки 3, служащие для зажима заготовки. Для защиты зубчатого механизма от грязи к фланцу 11 винтами 15 крепится кожух 1. Рейка 10 установлена на конце штока 13 и зафиксирована гайкой 16 с шайбой 24. Через отверстие корпуса 5 проходит шток 13, на конце которого с помощью гайки 17 со стопорной шайбой 22 крепится поршень 9. Пневматический цилиндр состоит из корпуса 5, к которому с помощью винтов 14 с шайбами 23 крепится крышка 7. Давление в цилиндр подается через два отверстия с резьбой R1/4. Для предотвращения ударов поршня 9 о стенки цилиндра, на поршне установлены демпферы 4. Для уплотнения в пневматическом цилиндре установлены резиновые кольца 18-21» [11].

«Устройство работает следующим образом. При подаче сжатого воздуха в штоковую полость заготовка зажимается губками 2 посредством их поворота зацеплением с зубьями рейки 10. Рейка 10 движется за штоком 12, который тянется поршнем. При подаче сжатого воздуха в поршневую полость шток с рейкой движутся в обратном направлении, и заготовка разжимается.

В разделе проведен соответствующий расчет и необходимые мероприятия по проектированию основного и вспомогательного приспособления для реализации лимитирующей технологической операции с минимальными затратами времени и мощностей выбранного оборудования. Предложены к использованию станочное приспособление и устройство для перемещения заготовки по ходу ее обработки. Все представленные вычисления соответствуют известным методикам и проведены с помощью использования самых современных средств автоматизации» [11] инженерных расчетов. Детальные характеристики спроектированных приспособлений приведены в технологической документации в Приложении А в таблице А.1.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Техническим объектом, в отношении которого будут решаться вопросы безопасности, экологичности и охраны труда в этом разделе и в работе в целом является технологический процесс изготовления корпуса зажимного механизма.

Технологические операции: заготовительная, токарная, сверлильная, внутришлифовальная.

Рабочие места: оператор станков с ЧПУ, шлифовщик, оператор моечной установки.

Оборудование: горизонтально-ковочная машина, токарный станок 16А20Ф3, внутришлифовальный станок 3К227В, сверлильный станок 6906ВМФ2 с ЧПУ.

Материалы: сталь 19ХГН, вода, смазывающая охлаждающая жидкость, масло, керосин, поверхностно активные вещества, электролит.

Ключевым моментом является процесс изготовления, то есть условия, порядок механической обработки, а также средства технологического оснащения. Рассматривая технологическое оборудование и его значение в технологическом процессе, в обязательном порядке необходимо соблюдать некоторые условия:

- необходимость в формировании качества поверхностей детали в соответствии с техническими требованиями;
- соблюдение технических и документальных требований к оснащённости процесса;
- соразмерность между крупным оборудованием и мелкими составляющими;
- обеспечение более качественных методов для обработки поверхностей.

При выборе критериев выбора технологической оснастки, необходимо с помощью анализа учитывать все возможности реализации технологических и технических процессов и требований к деталям.

Выбранные средства технологического оснащения технологического процесса указаны в таблице 2, а расчет режимов резания детально расписан в пункте 2.2 раздела 2, а также в Приложении А в таблице А.1. В составлении технологической документации учитываются графические схемы, чертежи и текстовые документы, эти документы в своей совокупности могут определять ход и порядок различных технологических операций.

Для идентификации опасностей, а также экологических аспектов на производственном участке обычно руководствуются локальными нормативными документами, устанавливающими порядок этой процедуры.

На производственном участке возможно возникновение травмирующих воздействий на человека. Это травма, поражение электрическим током, пожар, шум и так далее.

«Источниками возникновения или получения травмы могут потенциально быть движущиеся части производственного оборудования, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.2.012–75; разрыв шлифовального круга, вырыв обрабатываемой детали, вращающийся инструмент при обработке детали, приспособления для закрепления инструмента, перемещение шлифовальной бабки, слесарно-монтажный инструмент и так далее, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.2.033–78 2.

Источниками поражения электрическим током могут быть потенциально пробой фазы на корпус, нарушение изоляции токоведущих частей, перегрузка электрооборудования, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.1.038–82 3» [5].

«Источниками возникновения пожара могут выступать действия, возникающие при нарушении изоляции токоведущих частей; перегрузке электрооборудования; нарушении технологического процесса; наличии

промасленной ветоши; открытом огне и наличии искр; повышенной температуре воздуха и окружающих предметов; наличии токсичных продуктов горения; дыма; негерметичности системы питания; подаче топлива самотёком, курении в непосредственной близости от системы питания; применении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при мойке двигателя и так далее, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.1.038–82.

Источниками возникновения шума является вибрация поверхностей оборудования, электродвигатель, зубчатая, клиноременная и др. передачи, периодические соударения в сочлененных деталях, непосредственно обработка резанием, компрессоры, двигатели автомобилей, электрические двигатели технологического оборудования, механические передачи, воздухопроводы, технологическое оборудование и механизированный инструмент, уровень которого по ГОСТ 12.1.003–83 не может превышать 80 дБА» [5].

«Для снижения уровня профессиональных рисков разрабатываются инструкции по охране труда для каждой профессии, занятой на техническом объекте [12].

Обязательно применение средств индивидуальной защиты и технических средств защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и вредного производственного фактора.

Так при защите от повышенной или пониженной температуры поверхностей оборудования, материалов применяется специальная одежда, защитные щитки, очки, перчатки и рукавицы, специальная обувь и ограждение опасной зоны» [5].

«При защите от поражения электрическим током применяются защитное заземление зануление, ограждение токопроводящих частей, применение УЗО, выравнивание потенциалов, спец одежда, защитные очки, перчатки и спец обувь.

Для защиты от движущихся машин и механизмов подвижных частей производственного оборудования; передвигающиеся изделий и заготовок применяются спец одежда, защитные очки, перчатки, головной убор (каска или каскетка) и спец обувь, зонирование территории цехов (обозначение безопасных проходов), сигнализация и защитные ограждения.

При защите от повышенного уровня шума на рабочем месте и повышенного уровня вибрации на объекте применяется спец одежда, спец обувь, перчатки, наушники, беруши, наладка оборудования, увеличение жёсткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания» [5].

Сотрудники соблюдают требования охраны труда, пожарной безопасности, электробезопасности. Для достижения данной задачи ежедневно перед каждой рабочей сменой проводятся следующие мероприятия:

- на участках проведения огневых работ (сварочных и прочих работ с открытым пламенем) предусмотрены первичные средства пожаротушения: огнетушители ОП-5, баки с песком. Места, где находятся первичные средства пожаротушения отмечены плакатами;
- электрооборудование проходит регулярные испытания согласно действующей нормативно-технической документации, что подтверждается соответствующей биркой на электрооборудовании;
- на предприятии предусмотрены места для курения, обозначенные соответствующими плакатами;
- сварочные провода, удлинители и прочие переносные кабели защищены от механических повреждений и находятся на специальных подвесках над полом;
- персонал имеет удостоверения о проверке знаний в области охраны труда, пожарной безопасности, электробезопасности и

квалификационные удостоверения по тем видам работ, которые выполняют работники;

- в зоне проведения сварочных работ отсутствует мусор, горючие и взрывопожароопасные вещества и материалы;
- сотрудники охраны труда каждую смену осматривают рабочие места на предмет соответствия требованиям охраны труда и техники безопасности.

На предприятии необходимо ходить в специальной одежде, обуви и каске. Для сварщиков предусмотрена одежда из плотного негорючего материала, сварочных краг, сварочной маски для проведения работ. Вся спецодежда должна иметь сертификат завода-изготовителя.

Исходя из всего вышперечисленного следует сделать вывод о том, что на предприятии выполняются основные требования охраны труда и техники безопасности, работники предприятия обучены основным первичным методам борьбы с пожароопасными ситуациями и оказания первой помощи пострадавшим.

«Негативное экологические воздействие, влияющие на атмосферу на операции 020 токарной – это испарение технических жидкостей, металлическая пылевая и водно-аэрозольная взвесь.

Негативное экологические воздействие, влияющие на гидросферу – это проливы загрязнённой воды и технических жидкостей при проведении профилактики и очистке оборудования в сточные воды.

Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу - проливы технических жидкостей (масла, СОЖ) при проведении профилактики и ремонта, а также в аварийных ситуациях, внесение частиц металлической стружки частиц окалины на поверхность полов» [5].

«Для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду на рассматриваемой операции проводятся следующие мероприятия - применение защитных щитков препятствующих распространению паров, взвеси и

разбрызгиванию СОЖ, подвод приточно-вытяжной вентиляции, оборудованной фильтрами.

В разделе выработаны мероприятия и средства по снижению профессиональных рисков, которые позволяют снизить их общий уровень, сократить производственный травматизм и уровень производственной заболеваемости» [5]. Приведенные в разделе результаты показывают необходимые и достаточные условия для реализации рассматриваемого технологического процесса при осуществлении мероприятий поддержания требуемой промышленной и экологической безопасности.

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенных в технологический процесс изменений.

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнительный анализ технических и экономических параметров, двух вариантов технологического процесса, описанных в предыдущих разделах.

Основное изменение технологического процесса предполагает замену инструмента и оснастки. Предлагаемый инструмент имеет большую износостойкость, а оснастка – более быстрое реагирование на выполнение действий. Все эти изменения обеспечивают снижение трудоемкости операции, как за счет увеличения режимов резания, так и за счет уменьшения вспомогательного времени выполнения операции.

Результаты технических изменений после совершенствований операций, а именно замены инструмента и оснастки:

- сокращение основного времени выполнения операций на 30,6%;
- сокращение вспомогательного времени – на 30,9%;
- увеличение стойкости применяемого инструмента на 33,3 %.

Описанные результаты достаточно существенны для того, чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 7 представлены методики, которые позволяют грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.

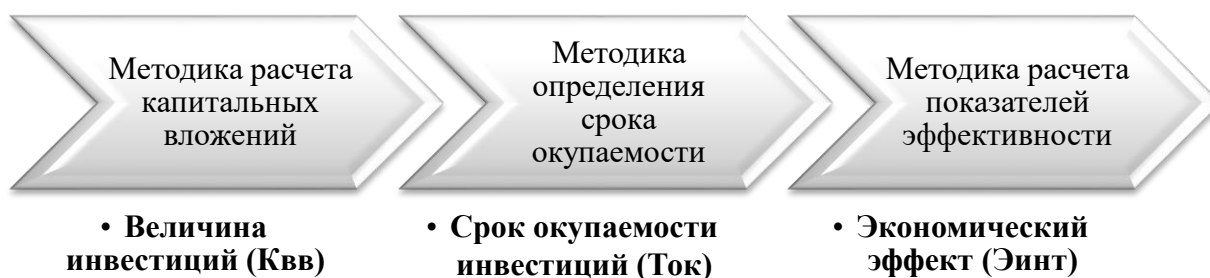


Рисунок 7 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [6]

Используя, описанную на рисунке 7, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций (К_{ВВ}), которая составила 67232,29 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование технологии. На рисунке 8 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

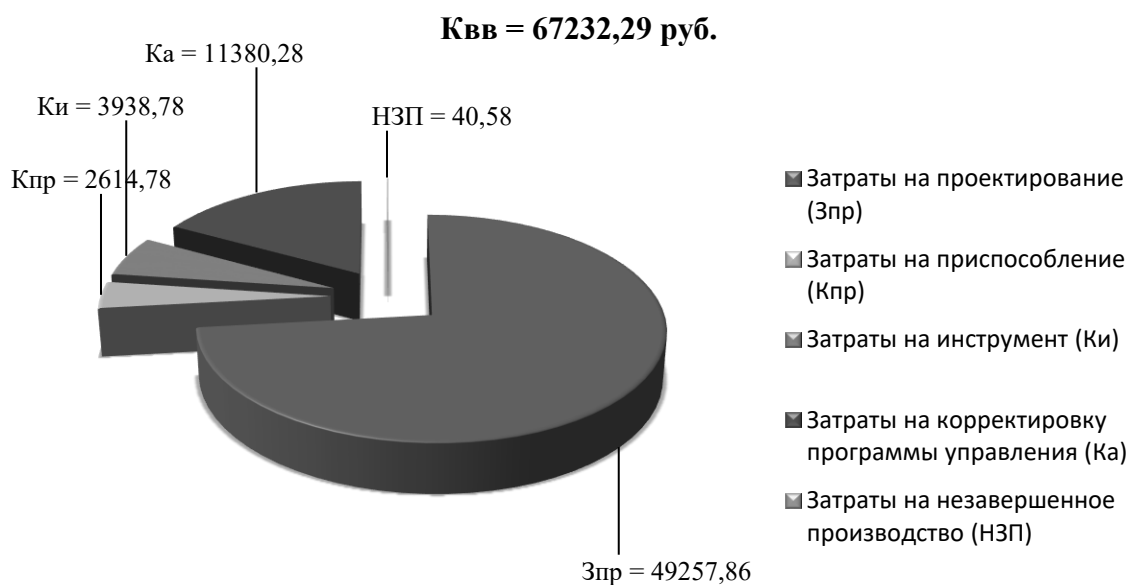


Рисунок 8 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

Анализируя рисунок 8, можно сказать, что затраты на проектирование

являются самыми существенными, так как их доля составила 73,3% в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 9.

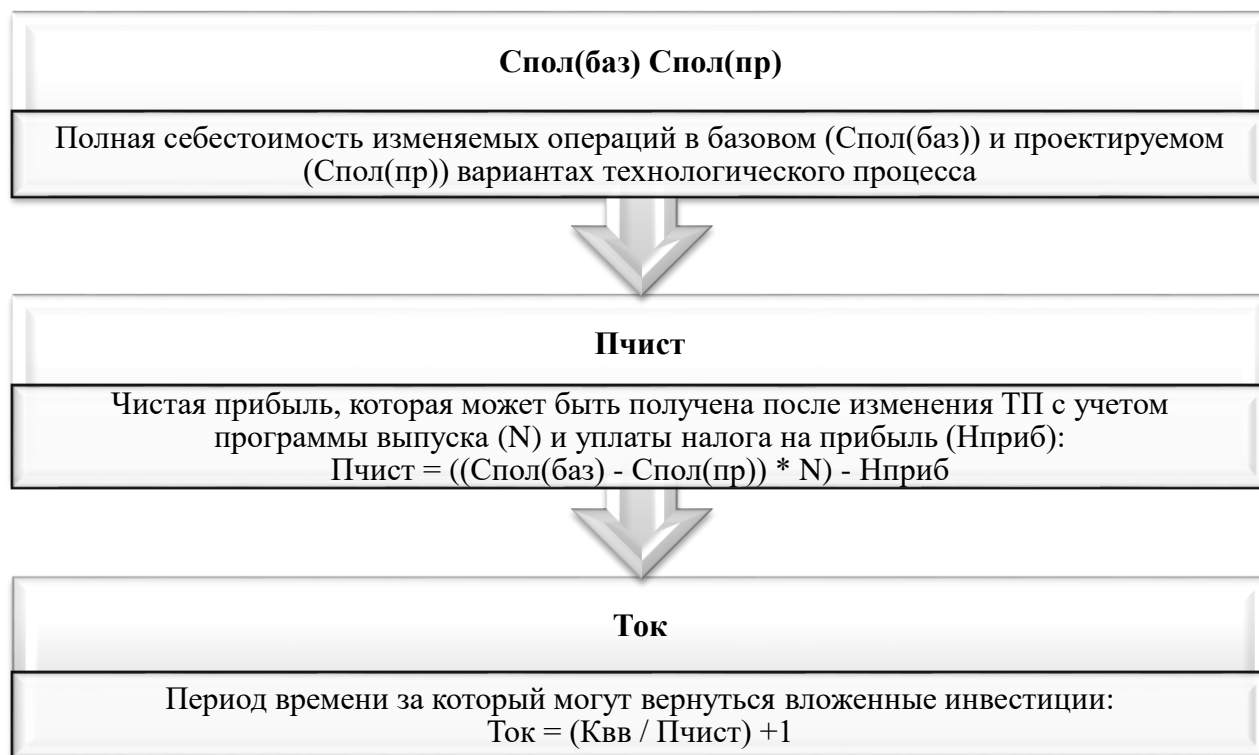


Рисунок 9 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 9, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам, базовому и проектируемому. Это необходимо для того, чтобы можно было определить изменения, то есть посмотреть на сколько снизится или увеличится себестоимость выполнения этих операций. Чтобы окупить вложенные инвестиции себестоимость проектируемого варианта должна снижаться. Также важно, на сколько она снизится, потому что чем

больше будет разница у полной себестоимости, тем быстрее окупятся вложенные инвестиции.

Результаты расчета полной себестоимости по вариантам технологического процесса представлены на рисунке 10.

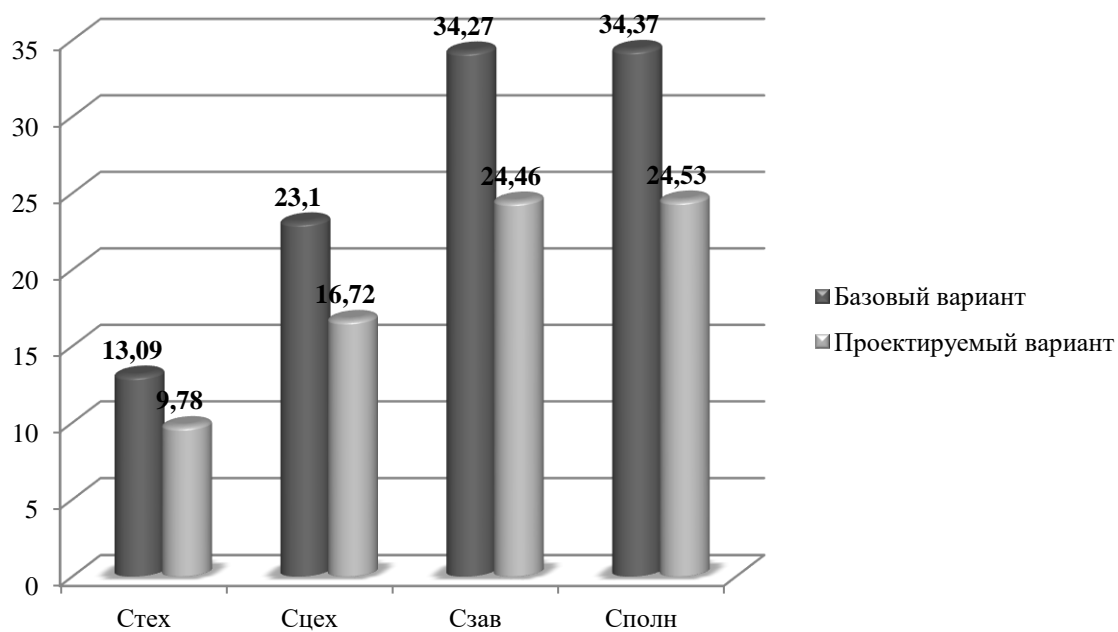


Рисунок 10 – Результаты расчета полной себестоимости по вариантам, руб.

Из рисунка 10 видно, что полная себестоимость в проектируемом варианте снижается, это изменение составляет около 28,7 %.

Далее, благодаря значениям полной себестоимости базового и проектируемого варианта операций, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения совершенствований.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года.

Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный экономический эффект ($\Delta_{\text{инт}}$) путем расчета через сложные проценты. Они

позволят максимально учесть потерю стоимости денежных средств и показать максимально реалистичное значение экономического эффекта. Данный способ расчета экономического эффекта основывается на расчетном сроке окупаемости инвестиций, величине чистой прибыли и процентной ставке на капитал.

На рисунке 11 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.

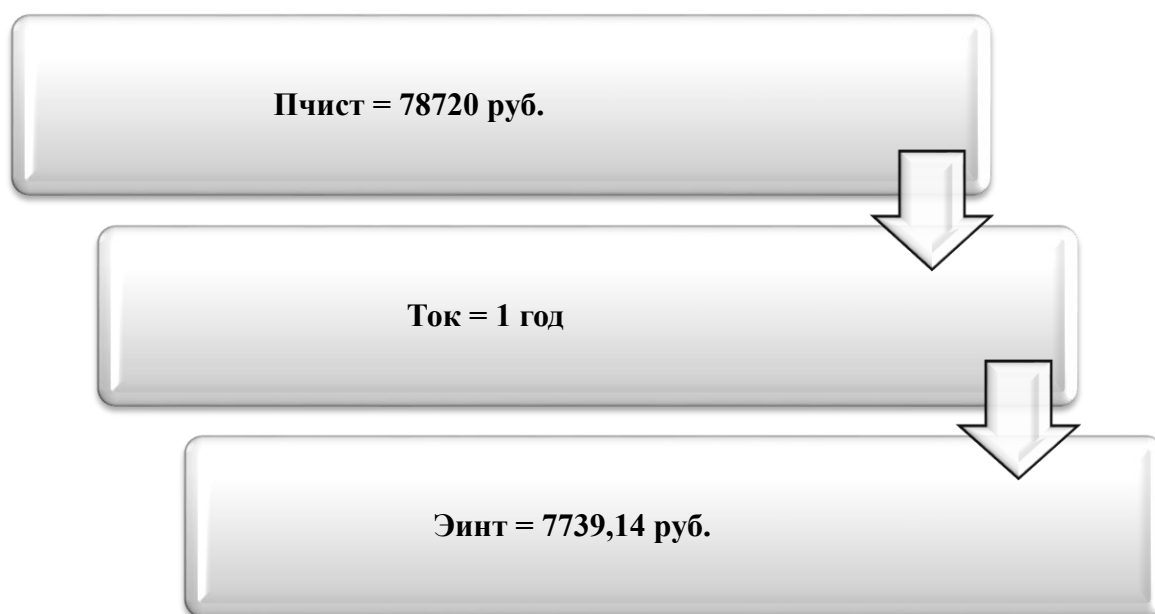


Рисунок 11 – Значения показателей чистой прибыли ($P_{\text{чист}}$), срока окупаемости ($T_{\text{ок}}$) и экономического эффекта (Эинт)

В представленном разделе проведен экономический анализ применения новшеств в базовую технологию и, как показано на рисунке 11, полученный экономический эффект является положительной величиной, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

Заключение

В результате выполнения работы получена новая технология изготовления корпуса зажимного механизма в годовом объеме выпуска 10000 деталей в год, исходя из служебного назначения детали, показана возможность ее изготовления, которая доказана с помощью анализа технологичности. Выбран материал для заготовки, учитывая его физико-механические свойства, химический состав и возможность механической обработки. Определен материал – сталь 19ХГН ГОСТ-4543. Проведена систематизация всех поверхностей детали и назначена стратегия их обработки. Проведен сравнительный экономический анализ для выбора наиболее оптимального метода получения заготовки. Проведен расчет припусков для заготовки. Выбраны СТО в виде необходимого и подходящего оборудования; доступных и несложных приспособлений; режущего инструмента и средств контроля для получения требуемого качества, обработанных в результате их применения, поверхностей. Спроектированы операции. Назначены скорость резания и подачи. Режимы резания определены на основе табличных данных, учитывая тип материала и характеристики инструмента. Проведено нормирование после определения режимов резания. Спроектировано приспособление, которое обеспечило надежное закрепление при высокоскоростной обработке. Спроектировано захватное устройство для робототехнического комплекса РТК М20П.40.01. Доказана экономическая эффективность предлагаемых изменений технологического процесса относительно базового. Выполнен анализ технологии на опасные и вредные производственные факторы. Предусмотрены мероприятия по защите труда для обеспечения заданных условий обработки. Предложены мероприятия для достижения безопасности и экологичности рассматриваемого технического объекта. Даны рекомендации для внедрения разработанной технологии изготовления детали в производство.

Список используемых источников

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
2. Байкалова В.Н. Основы технического нормирования труда в машиностроении: учебное пособие / В.Н. Байкалова, И.Л. Приходько, А.М. Колокатов. – М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. 105 с.
3. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М. : Альянс, 2015. 256 с.
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебно- методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2018. 41 с.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. 46 с.
7. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
8. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.
9. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
10. Клепиков В.В. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. 860 с.
11. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.

12. Косов Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учебное пособие / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М. : Машиностроение, 2005. 304 с.
13. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.
14. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
15. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2 / А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. 944 с.
16. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.
17. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб. : Издательство «Лань», 2016. 352 с.
18. Филонов И.П. Инновации в технологии машиностроения: учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. – Минск : Вышэйшая школа, 2009. 110 с.
19. Bertsche B. Reliability in Automotive and Mechanical Engineering: Determination of Component and System Reliability / B. Bertsche, A. Schanz, K. Pickard. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2015. 502 p.
20. Nee A. Y. C. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee. – London : Springer Reference, 2015. 3491 p.
21. Rösler J. Mechanical Behaviour of Engineering Materials: Metals, Ceramics, Polymers, and Composites / J. Rösler, H. Harders, M. Bäker. – Berlin Heidelberg New York : Springer, 2007. 540 p.

Приложение А
Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.																						
Взам.																						
Подп.																						
Разраб.	Громов																					
Пров.	Гуляев																					
Н. Контр.	Гуляев																					
М01	Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71																					
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры				КД	МЗ									
	-	166	4,55			0,70	41211XXX	Ø140,2x144,5				1	6,5									
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа											
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.					
01А	XXXXXX	005	4110	Токарная ИОТ И 37.101.7034-93																		
02Б	391148XXX		16А20Ф3				2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	17	0,932					
03																						
04А	XXXXXX	010	4110	Токарная ИОТ И 37.101.7034-93																		
05Б	391148XXX		16А20Ф3				2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	20	1,195					
06																						
07А	XXXXXX	015	4110	Токарная ИОТ И 37.101.7034-93																		
08Б	391148XXX		16А20Ф3				2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	20	1,305					
09																						
10А	XXXXXX	020	4110	Токарная ИОТ И 37.101.7034-93																		
11Б	391148XXX		16А20Ф3				2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	23	1,733					
12																						
13А	XXXXXX	025	4131	Шлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																		
14Б	38132XXX		3Б153Т				2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	14	0,742					
МК																						

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
01А	XXXXXX	030	4132	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85										
02Б	38132XXX			ЗК227В		2	18873	411	1Р	1	1	236	1	10	0,614
03															
04А	XXXXXX	035	4121	Сверлильная	ИОТ И 37.101.7111-89										
05Б	391213XXX			2Р135Ф2-1		2	17335	411	1Р	1	1	236	1	49	7,568
06															
07А	XXXXXX	040	0190	Слесарная											
08Б	XXXXXX			4407											
09															
10А	XXXXXX	045	0100	Моечная											
11Б	XXXXXXXX			КММ											
12															
13А	XXXXXX	050	0200	Контрольная											
14															
15А	XXXXXX	055	0511	Термическая											
16															
17А	XXXXXX	060	4130	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85										
18Б	38132XXX			3925		2	18873	411	1Р	1	1	236	1	7	0,718
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

А		цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа							
Б		Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.	
01А	XXXXXX	065	4131	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85													
02Б	38132XXX			ЗБ153Т		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	14		1,035	
03																		
04А	XXXXXX	070	4131	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85													
05Б	38132XXX			ЗБ153Т		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	7		0,747	
06																		
07А	XXXXXX	075	4132	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85													
08Б	38132XXX			ЗК227В		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	10		1,053	
09																		
10А	XXXXXX	080	0100	Моечная														
11Б	XXXXXX			КММ														
12																		
13А	XXXXXX	085	0200	Контрольная														
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
МК																		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																									
Взам.																									
Подп.																									
Разраб.	Громов																								
Пров.	Гуляев																								
Н. Контр.	Гуляев																								
ТГУ																									
Корпус																									
													Цех	Уч.	РМ	Опер									
																020									
Наименование операции		Материал			твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры					МЗ	КОИД											
4110 Токарная		Сталь 19ХГН			220 НВ	166	4,55	∅140,2x144,5					6,5	1											
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			To	Te	Tпз	Tшт	СОЖ																
16А20Ф3		XXXXXX			1,210	0,425	23	1,733	Укринол- 1																
Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V																
01			мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин																
O02	1. Установить и снять заготовку																								
T03	396111XXX- патрон 3-х кулачковый																								
O04	2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-3																								
T05	392110XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																								
T06	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																								
P07		XX	135	61	0,4	1	0,25	500	211,9																
O08	3. Расточить канавку, выдерж. разм. 4-6																								
T09	392110XXX- резец-вставка канавочный 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																								
P10		XX	82	7	1,4	1	0,15	500	128,7																
O11	4. Расточить отв., выдерж. разм. 7-12																								
T12	392110XXX- резец-вставка канавочный 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																								
ОКП																									

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

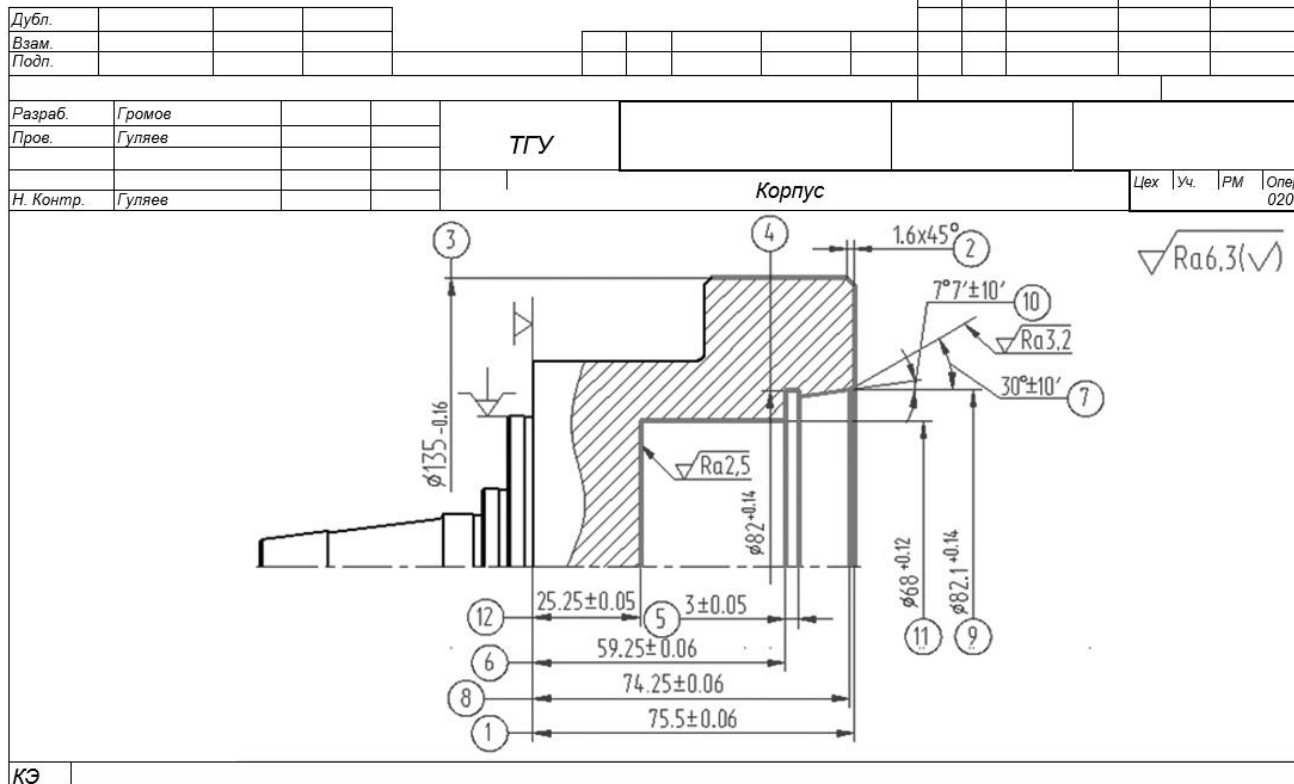
ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
01		мм	мм	мм		мм/об	об/мин	л/мин
T02	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69							
P03	XX	82,1	1,25	1,25	1	0,15	800	206,2
P04	XX	82,1	12,0	0,40	1	0,25	800	206,2
P05	XX	68,0	34,0	0,40	1	0,25	800	170,8
P06	XX	68,0	34,0	0,40	1	0,15	800	170,8
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
11								
19								
ОКП								

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																
Взам.																
Подп.																
Разраб.	Громов			ТГУ												
Прое.	Гуляев															
Н. Контр.	Гуляев			Корпус								Цех	Уч.	PM	Опер	
															075	
Наименование операции		Материал		твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД					
4132 Шлифовальная		Сталь 19ХГН		220 НВ	166	4,55	Ø140,2х144,5			6,5	1					
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Те	Тпз	Тшт	СОЖ								
ЗК227В		XXXXXX		0,451	0,490	10	1,053	Укринол- 1								
Р	ПИ		Д или В	L	t	r	S	n	V							
01			мм	мм	мм	мм/ход			об/мин	м/мин						
002	1. Установить и снять заготовку															
T03	396111XXX- патрон мембранный															
004	2. Шлифовать отв., выдерж. разм. 1-2															
T05	391810XXX- 391810XXX- шлифовальный круг ПВ 50х25х12 91А16НСТ16К7К26 ГОСТ 2424-83; 393120XXX- калибр-пробка															
T06	393126XXX- приспособление мерительное с индикатором															
Р00	XX		82,56	12,1	0,08	1	0,003	173	45							
008	3. Шлифовать торец, выдерж. разм. 3															
T09	391810XXX- шлифовальный круг ЧК 60х25х18 91А16НСТ16К7 ГОСТ 2424-83; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;															
T10	393126XXX- приспособление мерительное с индикатором															
Р11	XX		135/82	26,5	0,08	1	0,005	106	45							
12																
ОКП																

