

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 формы для литья

Обучающийся

Г.Д. Сергеева

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент В.А. Гуляев

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

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.А. Боргардт

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

М.А. Кривова

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

Аннотация

Техническим объектом настоящей работы является технологический процесс изготовления детали корпуса формы для литья, включающий в себя комплекс операций по обработке заготовки на металлорежущих станках с использованием специализированного режущего инструмента, станочных и контрольных приспособлений. В качестве основного направления проведенных в работе исследования рассматриваются современные методы механической обработки (точение, фрезерование, сверление, растачивание), а также вопросы повышения точности и производительности данных операций за счёт оптимизации режимов резания и внедрения инновационных средств технологического оснащения.

Целью работы является комплексное изучение современных научно-технических достижений и передового отечественного и зарубежного опыта в области технологии машиностроения, связанных с совершенствованием процессов механической обработки деталей, «выбором и применением эффективных средств технологического оснащения, а также методов контроля качества» [4]. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: «проведение анализа научно-технической литературы по вопросам, связанным с объектом исследования: технологическими процессами обработки деталей» [4], методами получения заготовок, средствами технологического оснащения; изучение отечественного и зарубежного опыта организации и совершенствования производства аналогичных изделий; проведение патентного поиска и анализа патентной документации по рассматриваемому объекту исследования с целью выявления существующих технических решений, а также определения направлений для дальнейших исследований и разработок; формирование обоснованных предложений по совершенствованию технологического процесса изготовления выбранной детали на основе полученных данных.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Анализ детали.....	6
1.2 Задачи работы.....	12
2 Технология изготовления технического объекта	14
2.1 Технологическая часть	14
2.2 Технологическая операция.....	28
3 Проектирование средств оснащения.....	33
3.1 Станочное приспособление.....	33
3.2 Инструментальное оснащение.....	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта	39
5 Экономическая эффективность работы	44
Заключение	48
Список используемой литературы и используемых источников.....	49
Приложение А Технологическая документация.....	51
Приложение Б Спецификации	62

Введение

В современных условиях развития машиностроения особую актуальность приобретает совершенствование технологических процессов изготовления деталей машин и механизмов. Важное место в этом процессе занимает разработка оптимальных технологических решений для производства корпусных деталей, к которым относится корпус формы для литья – одна из наиболее распространенных и важных деталей в машиностроении.

Современное машиностроение характеризуется высоким уровнем автоматизации и цифровизации производственных процессов, что способствует значительному повышению качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции. Технологический процесс изготовления деталей включает в себя ряд последовательных операций: подготовку заготовки (литьё или прокат), механическую обработку (черновую и чистовую), контроль геометрических параметров и сборку.

Согласно стандарту ГОСТ 22487-77, существует три категории проектирования: неавтоматизированное, автоматизированное и автоматическое.

В случае автоматизированного проектирования взаимодействие происходит между человеком и вычислительной машиной, что позволяет выполнять все необходимые операции. Автоматическое проектирование, напротив, осуществляется без непосредственного участия человека.

Что касается неавтоматизированного проектирования, то здесь все преобразования описаний объектов и алгоритмов процессов выполняет человек, который также представляет эти данные на различных языках.

В автоматизированном проектировании конструктор сосредоточен на креативных задачах, в то время как компьютер выполняет рутинные операции и формальные процессы. Чертежи создаются в графической CAD системе, а разработка технологического процесса ведется без автоматизации.

Современные разработки конструкций детали направлены на создание многофункциональных, легких и надежных конструкций с возможностью адаптации под различные задачи. Наиболее перспективными являются решения, сочетающие высокую функциональность с хорошей технологичностью производства.

Дальнейшее совершенствование конструкции и технологии изготовления детали будет способствовать повышению эффективности производства и качества выпускаемой продукции в различных отраслях машиностроения. Анализ патентной документации показал наличие значительного количества изобретений и полезных моделей, связанных с конструктивными решениями.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку адаптивных систем управления процессом резания с использованием методов искусственного интеллекта для прогнозирования износа инструмента и оптимизации режимов обработки в реальном времени. Перспективным направлением является также внедрение аддитивных технологий для изготовления прецизионных заготовок сложной конфигурации.

Таким образом, комплексное изучение современных научно-технических достижений и передового опыта позволяет сформулировать обоснованные предложения по «совершенствованию технологического процесса изготовления деталей с целью повышения их качества, снижения себестоимости производства и обеспечения устойчивого конкурентного преимущества предприятия на рынке машиностроительной продукции.

Практическая значимость работы заключается в разработке оптимального технологического процесса изготовления детали» [6] с учетом производственных возможностей предприятия. Результаты работы позволят получить практические навыки в области технологического проектирования и подготовки производства деталей машиностроения в реальных производственных условиях.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ детали

Деталь представляет собой несущую конструкцию, которая выполняет важную функцию крепления и фиксации различных элементов оборудования. От качества изготовления данной детали напрямую зависит надежность и долговечность всего механизма, в состав которого она входит.

Проектируемая деталь является корпусом формы для литья, которая формирует геометрический контур заготовки для изготовления крыльчатки при самом процессе литья. Часть узла литейной формы представлена на рисунке 1.

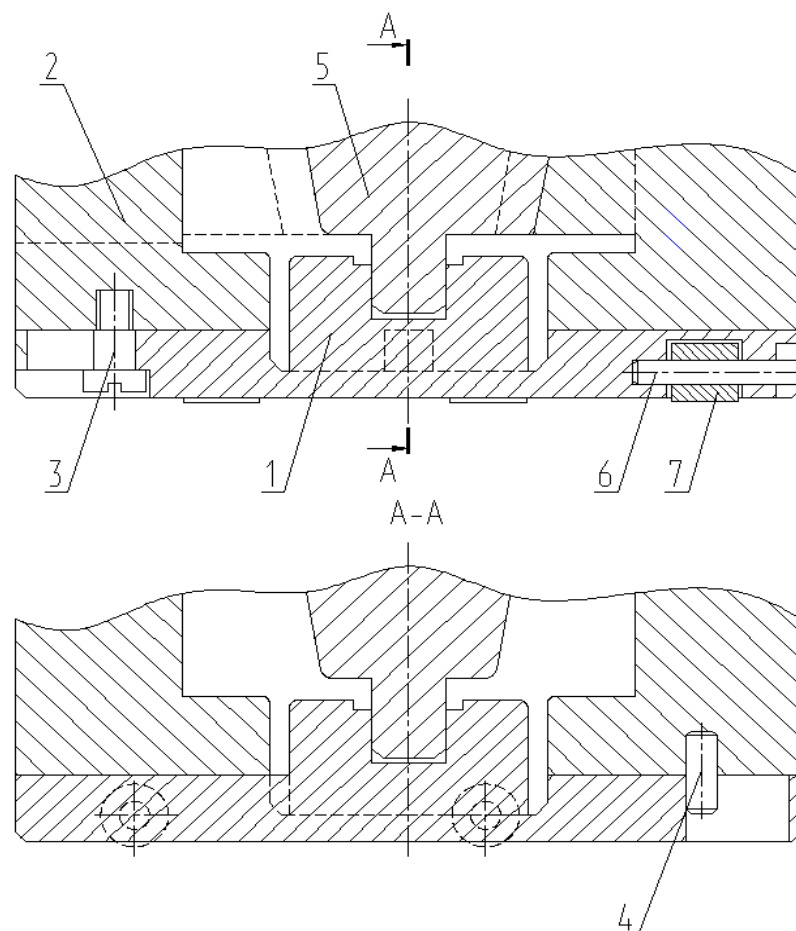


Рисунок 1 – Часть узла формы для литья

На рисунке отмечены позициями следующие элементы узла: 1 – корпус; 2 – матрица; 3 – винты; 4 – штифты; 5 – стержень; 6 – штифты; 7 – ролики.

Для изготовления детали используется из распространенной для изготовления изделий машиностроения стали 45. Химический состав и состояние поставки устанавливается стандартом ГОСТ 1050-2013. Данная сталь относится к конструкционным углеродистым качественным сталям. Цифра «45» в обозначении указывает на среднее содержание углерода в стали – 0,45 процентов, остальное железо и малая доля примесей [3]. Легирующие элементы отсутствуют. Полный химический состав стали показан в таблице 1, а механические свойства показаны на рисунке 2. Сталь содержит малый процент содержания элементов, которые могли бы существенно повлиять на свойства.

Таблица 1 – Химический состав

Массовая доля химических элементов в стали, %								
Углерод	Кремний	Медь, не более	Мышьяк, не более	Марганец	Никель, не более	Фосфор, не более	Хром, не более	Сера, не более
0,42-0,5	0,17-0,37	0,25	0,08	0,5-0,8	0,25	0,035	0,25	0,04

По обработке резанием данную сталь можно классифицировать как имеющую обрабатываемость выше среднего. Она легко обрабатывается резанием различными методами обработки. При этом используется, как инструмент, режущая часть которого оснащена быстрорежущей сталью, так и инструмент с твердосплавной режущей частью в виде напаянных или сменных не перетачиваемых пластин [14].

При этом сталь 45 считается достаточно дешевой, что так же влияет на ее распространенность. Типовые детали, изготавливаемые из этой стали – валы и шестерни редукторов и коробок скоростей; крепежные изделия; штоки, втулки, маховики и другие детали.

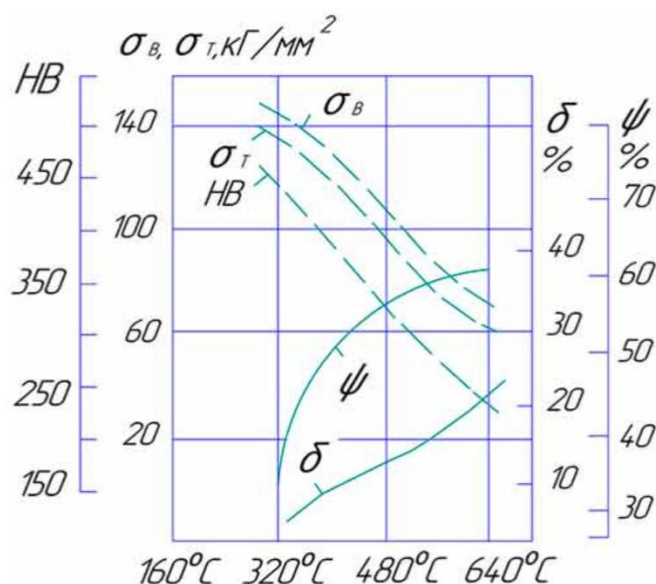


Рисунок 2 – Физико-механические свойства материала

«На рисунке 2 применяются следующие обозначения: $\sigma_{\text{в}}$ – временное сопротивление разрыву; σ_{T} – предел текучести; ψ – относительное сужение; KCU – ударная вязкость; HB – твердость; δ – относительное удлинение» [19].

Анализ научно-технической литературы показывает, что деталь является одним из фундаментальных конструктивных элементов машиностроения, широко применяемым в различных отраслях промышленности.

Технологичностью определяется уровень соответствия конструкции изделия оптимальным условиям его производства при установленном объеме выпуска. Деталь можно считать технологичной, если она отвечает эксплуатационным требованиям и ее освоение и производство при данном объеме будет происходить с наименьшими затратами труда, материалов и в минимально возможные сроки.

Представленная деталь относится к классу колес. Она характеризуется компактными размерами, а именно диаметром 220 мм и шириной 43,4 мм, при массе 5,88 кг. Небольшие габариты позволяют осуществлять ее обработку на менее крупных, а следовательно, и более экономичных станках. Можно

сделать вывод, что материал по «назначению соответствует изготавливаемой из него рассматриваемой детали, при этом не является проблематичным для обработки.

На рисунке 3 показан эскиз детали с указанием нумерации составляющих ее поверхностей для последующей их систематизации и классификации» [8].

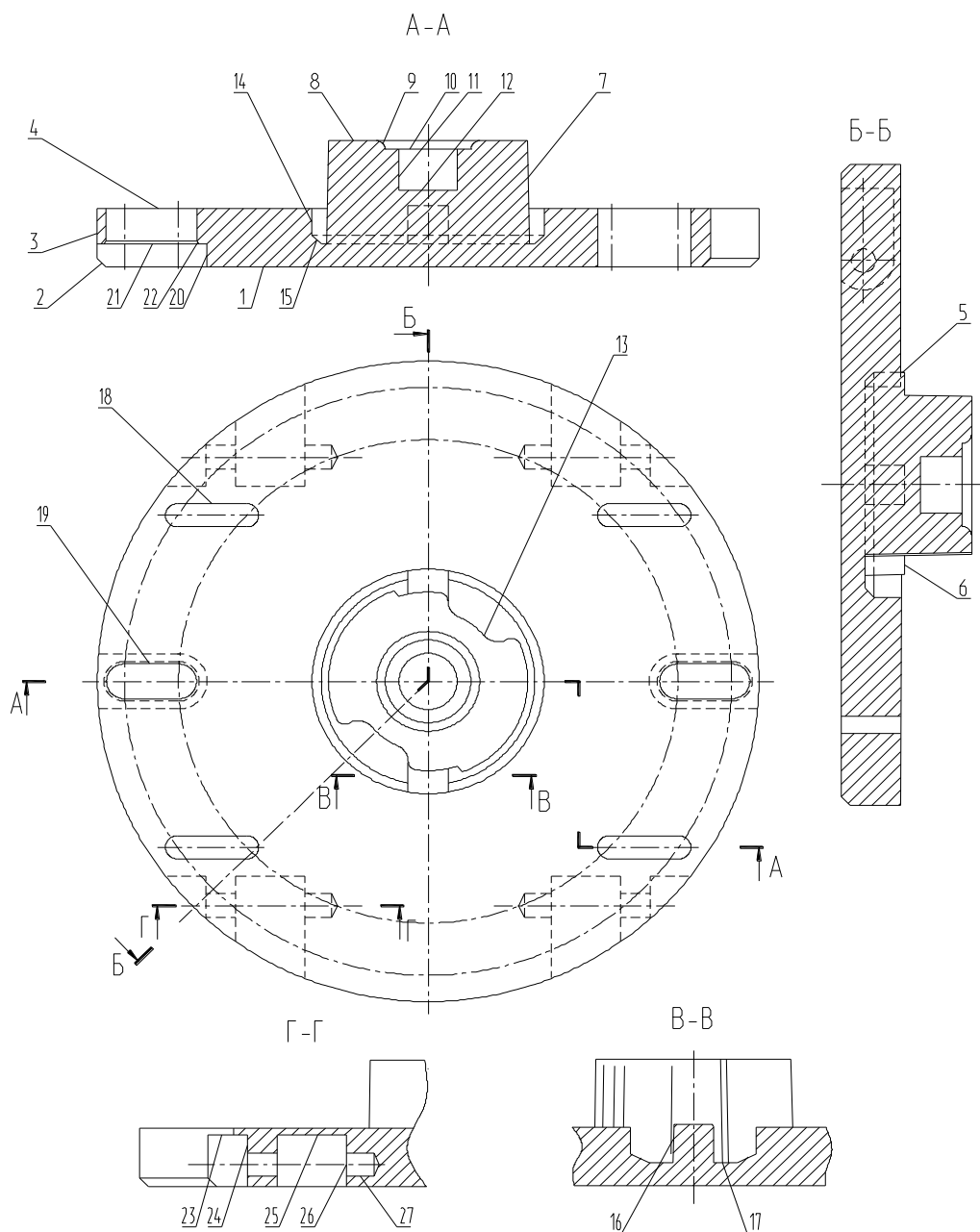


Рисунок 3 – Нумерация поверхностей

«Далее необходимо провести классификацию поверхностей детали с целью выявления их функционального назначения при выполнении детали своего служебного назначения. Данные классификации сведем в таблицу 2.

Таблица 2 – Классификация поверхностей

Вид поверхностей	Номера (на рисунке 3)
исполнительные (ИП)	14, 11, 21
основные конструкторские базы (ОКБ)	14, 16
вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	1, 18, 25, 8, 9, 10
свободные (СП)	все остальные» [3]

Здесь поверхности детали разделены на исполнительные, свободные и поверхности, определяющие основные и вспомогательные конструкторские базы.

Наиболее подходящим способом получения заготовки для выбранного материала и, учитывая конструктивные особенности, является горячекатанная калиброванная – поковка, закалка, отпуск.

Проведение термообработки детали критически важно, поскольку нагрев и последующее охлаждение могут привести к нежелательным деформациям. Конструкция соединительной перемычки между формой и корпусом представляется неоптимальной, так как в процессе термообработки высока вероятность возникновения асимметричных искажений.

При усадке формы будет происходить сжатие корпуса с одной стороны, что приведет к конической деформации отверстия и, как следствие, к дополнительным искажениям самого корпуса. Оптимальным решением было бы изменение положения или угла наклона перемычки. Однако, учитывая наличие обработки внутренней поверхности корпуса вплоть до самой перемычки, подобная модификация, вероятно, не представляется возможной в данной конструкции.

Округлая конфигурация детали свидетельствует об удобстве её изготовления: от получения исходной заготовки до финальной обработки и контроля качества. Практически все операции, за исключением формирования

пазов, могут быть выполнены на широко используемом токарном и шлифовальном оборудовании.

Однако, с позиции механической обработки, колёса не отличаются высокой технологичностью. Процесс формирования пазов методом удаления материала зачастую выполняется с применением низко-производительных технологий.

Значительная часть элементов корпуса хорошо поддается обработке с использованием стандартного инструмента, имеющегося в продаже.

Исключение составляет паз, для создания которого необходимо применение либо низко-производительного долбежного или протяжного оборудования, либо дорогостоящего протяжного инструмента. Фаски и центральное отверстие, напротив, технологичны и предотвращают образование заусенцев на краях корпуса при протягивании отверстия или паза.

Наиболее важным и точным элементом детали является центральное отверстие диаметром 28,42 миллиметров с шероховатостью поверхности Ra 1,25 микрометра. Другие поверхности детали обработаны с меньшей точностью и имеют более высокую шероховатость.

Деталь обладает удобными базами для обработки – наружной цилиндрической поверхностью 3 и точным торцом 1. Эти же поверхности используются в качестве баз для контроля.

Размеры и технические требования на чертеже детали указаны корректно.

Конструктивно, деталь отличается высокой степенью технологичности и адаптированностью к массовому изготовлению. В то же время, существуют возможности для улучшения его технических характеристик через пересмотр и улучшение определенных элементов, а также за счет внедрения передовых технологий. Данная конструкция детали полностью соответствует текущим стандартам технологической эффективности и представляет собой подходящий вариант для оптимизации и последующего включения в процесс производства на основе рекомендованных модификаций.

Для контроля детали будут применяться стандартные средства измерения. Деталь не имеет допусков, требующих сложного измерительного инструмента или специальной измерительной оснастки. Ввиду средних габаритов и массы, поштучно деталь можно перемещать вручную, либо в таре по несколько штук с использованием транспортировочных устройств.

Принимая во внимание перечисленные факторы, конструкция данной детали заслуживает высокой оценки с точки зрения технологичности.

1.2 Задачи работы

Целью работы является закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в процессе обучения, а также приобретение практических навыков в области разработки технологических процессов механической обработки корпусных деталей на примере корпуса формы для литья, а также комплексное изучение современных научно-технических достижений и передового отечественного и зарубежного опыта в области технологии машиностроения, связанных с совершенствованием процессов механической обработки деталей, выбором и применением эффективных средств технологического оснащения, а также методов контроля качества.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи: провести анализ научно-технической литературы по вопросам, связанным с объектом исследования: технологическими процессами обработки деталей, методами получения заготовок, средствами технологического оснащения; изучение отечественного и зарубежного опыта организации и совершенствования производства аналогичных изделий; провести патентный поиск и анализ патентной документации по рассматриваемому объекту исследования с целью выявления существующих технических решений, а также определить направления для дальнейших исследований и разработок; сформировать обоснованные предложения по

совершенствованию технологического процесса изготовления выбранной детали на основе полученных данных.

Показать технологичность выбранной детали. Провести проектирование заготовки, для чего выбрать способ ее получения на основе экономических сравнительных расчетов. Определить наличие, порядок и последовательность необходимых для изготовления детали технологических операций, то есть «усовершенствовать базовый технологический процесс. Для выполнения операций определить маршрут и состав современных средств технологического оснащения. Для операций провести расчеты режимов резания и норм времени. Доказать экономическую эффективность предложений по совершенствованию технологического процесса» [7]. Предложить все необходимые мероприятия по увеличению степени безопасности при реализации предлагаемой технологии, связанные с охраной труда и окружающей среды.

В разделе показана технологичность детали в соответствии с ее служебным назначением и «представлены предпосылки для проектирования нового технологического процесса изготовления» [4].

2 Технология изготовления технического объекта

2.1 Технологическая часть

По заданию программа выпуска 20000 деталей в год и двухсменный график работы, поэтому можно определить тип производства как среднесерийное. Ранее определили целесообразным способом получения заготовки поковку на КГШП.

Горизонтально-ковочные машины используются для производства поковок, таких как стержни с утолщениями на концах, втулки и подобных деталей. Ключевые преимущества этого метода по сравнению с прессованием – более высокая производительность, отсутствие заусенцев на готовых изделиях, экономия материала (отсутствие отходов при создании отверстий) и формирование поковки с благоприятной волокнистой структурой, повышающей прочность. В качестве исходного материала применяют круглый сортовой прокат (стержни) и трубы. Заготовки могут быть как отдельными кусками, так и отрезками прутка. Процесс заключается в пластической деформации металла под воздействием молотов горизонтально-ковочной машины, при этом форма поковки определяется формой матрицы штампа. В итоге получается готовая деталь заданной формы с минимальными отходами и высокой прочностью.

Процесс штамповки на горизонтально-ковочной машине представляет собой сложное взаимодействие нескольких компонентов, обеспечивающее формирование поковки заданной формы. В основе процесса лежит штамп, состоящий из трёх основных частей: неподвижной матрицы, жёстко закреплённой в гнезде станины машины; подвижной матрицы, установленной на подвижной шейке, способной перемещаться относительно неподвижной; и, наконец, пуансонов, прочно зафиксированных в главном ползуне. Главный ползун, в свою очередь, отвечает за приведение в движение пуансонов, осуществляющих давление на металл.

Перед началом процесса, штампуемый пруток подаётся в штамп до упора, где он надёжно фиксируется между неподвижной и подвижной матрицами. Конструкция штампа, имеющая разъём по двум взаимно перпендикулярным плоскостям, играет ключевую роль в минимизации напусков на готовой поковке и позволяет либо полностью исключить необходимость в штамповочных уклонах, либо свести их к абсолютно минимальным значениям. Это достигается за счёт точного совмещения частей штампа и оптимального распределения давления.

В процессе работы машины, пуансон, двигаясь навстречу сомкнутым матрицам, заполняет полость между ними металлом прутка, формируя тем самым заготовку требуемой формы. Это движение происходит под воздействием значительного давления, обеспечивающего плотное заполнение полости и точное воспроизведение контура. После завершения рабочего хода, пуансон и подвижная матрица возвращаются в исходное положение, освобождая сформированную поковку из ручья штампа.

Важно отметить, что штамповка на горизонтально-ковочных машинах зачастую выполняется за несколько последовательных переходов, каждый из которых осуществляется в отдельном ручье. Ручья располагаются вертикально друг над другом, и каждый переход соответствует одному рабочему циклу машины. Таким образом, для получения сложной по форме поковки требуется несколько этапов обработки, каждый из которых вносит свой вклад в окончательное формирование изделия. Точность каждого перехода, надёжность фиксации прутка, синхронность движения пуансона и матриц – все эти факторы критически важны для получения качественной и точной поковки, соответствующей заданным параметрам. Кроме того, регулярное техническое обслуживание штампа и машины гарантирует долговечность и безопасность всего процесса. Проектирование техпроцесса штамповки поковок на горизонтально-ковочных машинах выполняется с учётом основных правил высадки, исключающих возникновение продолжительного щита и брака по зажимам.

Штамповка на горизонтально-ковочных машинах позволяет производить поковки массой от 0,1 до 100 кг с максимальным диаметром 315 мм. Этот метод является одним из наиболее производительных и рентабельных для определённых видов заготовок, с производительностью до 100 поковок в час.

«Определим массу заготовки при штамповке и массу заготовки при прокате и проведем технико-экономическое обоснования выбора метода получения заготовки и остановиться на одном из них. Массу заготовки при штамповке $M_{Ш}$ определять будем по формуле:

$$M_{Ш} = M_{Д} \cdot K_P, \quad (1)$$

где $M_{Д}$ – масса детали, кг;

K_P – расчетный коэффициент равен 1,4» [20].

«Получим:

$$M_{Ш} = 5,88 \cdot 1,4 = 8,23 \text{ кг.}$$

Массу заготовки из проката $M_{ПР}$ определять будем по формуле:

$$M_{ПР} = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где V – объем, мм³;

γ – плотность стали, кг/м³» [18].

$$d_{ПР} = d_{Д}^{MAX} \cdot 1,05 \text{ мм,} \quad (3)$$

$$l_{ПР} = l_{Д}^{MAX} \cdot 1,05 \text{ мм,} \quad (4)$$

где $d_{Д}^{MAX}$ – максимальный диаметр детали, мм;

$l_{Д}^{MAX}$ – максимальная длина детали, мм» [16].

«Получим

$d_{\text{ПР}} = 220 \cdot 1,05 = 231$ мм. Принимаем $d_{\text{ПР}} = 230$ мм;
 $l_{\text{ПР}} = 43,4 \cdot 1,05 = 45,57$ мм. Принимаем $l_{\text{ПР}} = 46$ мм» [16].

«Объем определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}} \text{ мм}^3 \quad (5)$$

Получим:

$$V = \frac{3,14}{4} \cdot 230^2 \cdot 46 = 1910219 \text{ мм}^3.$$

Тогда массу заготовки при прокате получим из формулы (2)

$$M_{\text{ПР}} = 1910219 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 15 \text{ кг} \text{» [16].}$$

«Стоимость заготовки при штамповке будем определять по формуле:

$$S_{3\text{Ш}} = \frac{C_{\text{Б}}}{1000} \cdot M_{\text{Ш}} \cdot K_{\text{Т}} \cdot K_{\text{СЛ}} \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{П}} - \frac{C_{\text{ОТХ}}}{1000} \cdot (M_{\text{СШ}} - M_{\text{Д}}), \quad (6)$$

где $M_{\text{Ш}}$ – масса штампованной заготовки, кг;

$M_{\text{СШ}}$ – ориентировочная масса заготовки, кг

$C_{\text{Б}}$ – сумма 1 т материала равна 373 руб.;

$K_{\text{Т}}$ – коэффициент, учитывающий точность, равен 1,0;

$K_{\text{СЛ}}$ – коэффициент, учитывающий сложность, равен 0,84;

$K_{\text{В}}$ – коэффициент, зависимый от $M_{\text{Ш}}$, равен 0,87;

$K_{\text{М}}$ – коэффициент материала равен 1,0;

$K_{\text{П}}$ – коэффициент количества выпуска равен 1,0;

$C_{\text{ОТХ}}$ – стоимость отходов равна 24 руб.» [9].

«Тогда:

$$S_{3\text{Ш}} = \frac{373}{1000} \cdot 8,23 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 0,87 \cdot 1,0 \cdot 1,0 - \frac{24}{1000} \cdot (8,23 - 5,88) = \\ = 2,187 \text{ руб.}$$

С учетом коэффициента приведения цен к ценам 2025 года получим:

$$S_{3\text{Ш}} = 2,187 \cdot 100 = 218,7 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки из проката будем определять по формуле:

$$S_{ЗПР} = \frac{C_B}{1000} \cdot M_{ПР} \cdot \frac{C_{ОТХ}}{1000} \cdot (M_{СПР} - M_D), \quad (7)$$

где $M_{ПР}$ – масса проката, кг;

$M_{СПР}$ – ориентировочная масса заготовки, кг

C_B – сумма 1 т материала равна 190 руб.;

$C_{ОТХ}$ – стоимость отходов равна 24 руб.» [9].

«Тогда:

$$S_{ЗПР} = \frac{190}{1000} \cdot 15 \cdot \frac{24}{1000} \cdot (15 - 5,88) = 2,632 \text{ руб.}$$

С учетом коэффициента приведения цен к ценам 2025 года получим:

$$S_{ЗПР} = 2,632 \cdot 100 = 263,2 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на механическую обработку по формуле:

$$C_{ОБР} = C_{УД} \cdot (M_3 - M_D), \quad (8)$$

где $C_{УД}$ – удельные затраты равны 26 руб./кг;

M_3 – масса заготовки» [9].

«Для штамповки:

$$C_{ОБРШ} = C_{УД} \cdot (M_{Ш} - M_D) = 26 \cdot (8,23 - 5,88) = 61,6 \text{ руб.}$$

Для проката:

$$C_{ОБРПР} = C_{УД} \cdot (M_{ПР} - M_D) = 26 \cdot (15 - 5,88) = 237,12 \text{ руб.}$$

Суммарная стоимость тогда рассчитывается по формуле:

$$C = S_3 + C_{ОБР}, \quad (9)$$

Для штамповки:

$$C_{Ш} = S_{ЗШ} + C_{ОБРШ} = 218,7 + 61,6 = 280,3 \text{ руб.}$$

Для проката:

$$C_{ПР} = S_{зПР} + C_{ОБРПР} = 263,2 + 237,12 = 500,32 \text{ руб.} \text{ [9].}$$

«Годовой экономический эффект рассчитаем по формуле:

$$\mathcal{E}_Г = (C_{ПР} - C_{Ш}) \cdot N_Г, \quad (10)$$

где $C_{ПР}$ – стоимость проката;

$C_{Ш}$ – стоимость штамповки;

$N_Г$ – программа выпуска детали 20000 шт./год» [9].

$$\text{Получаем: } \mathcal{E}_Г = (500,32 - 280,3) \cdot 20000 = 4400400 \text{ руб.}$$

«Назначаем для заготовки основные параметры: индукционный нагрев заготовки, штамповочным оборудованием выбираем КГШП; класс Т3 (по точности заготовки), М1 (категория материала для заготовки), С2 (степень сложности заготовки), П (конфигурация разъема штампа), 11 (исходный индекс), 0,4 мм (отклонение от плоскостности), 0,3 мм (смещение разъема штампа), 5,0 мм (величина заусенца), 0,9 мм (облой) и Ra 40 мкм (шероховатость поверхности штамповки). На рисунке 4 с эскизом заготовки, а также в графической части работы показаны все остальные технические требования» [20].

«Объем заготовки определим по формуле (5):

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (223,6^2 \cdot 23,8 + 81,3^2 \cdot 0,9 + 71,1^2 \cdot 22,3 - 25^2 \cdot 3,1 - 15,8^2 \cdot 14) = 1022992 \text{ мм}^3.$$

Массу штамповки определим по формуле (2):

$$M_з = 1022992 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 8,03 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{ИМ} = \frac{5,88}{8,03} = 0,73 \text{ [16].}$$

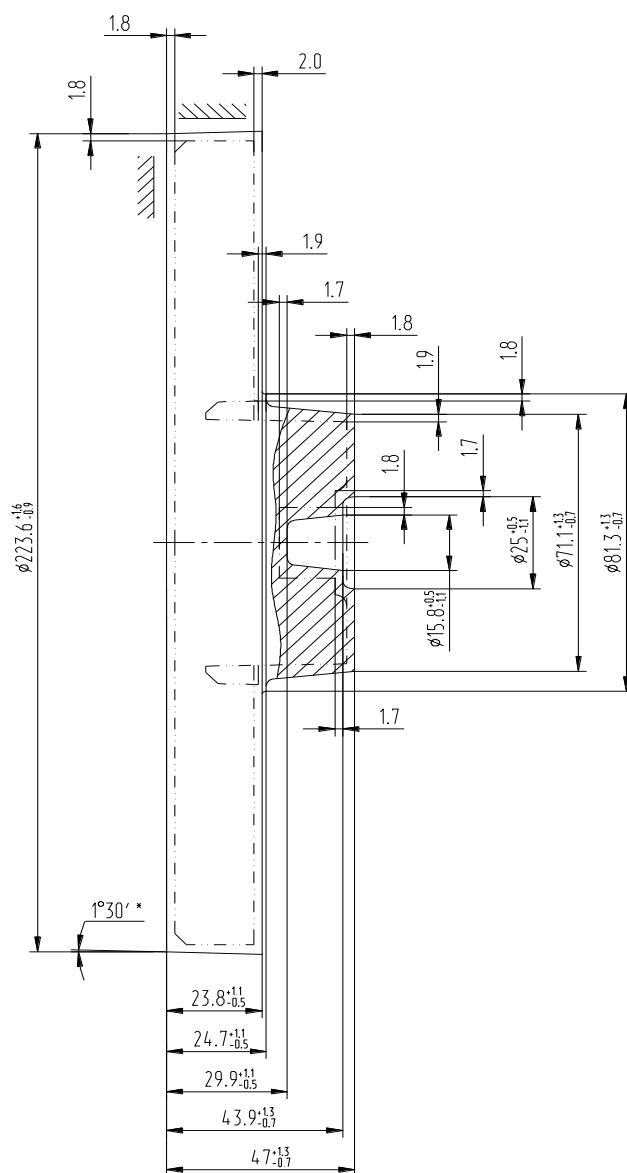


Рисунок 4 – Эскиз заготовки

Определяем последовательность обработки

Поверхность, представляющую собой торец, под номером 1 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 3,2 с 11 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: точить начерно – закалить – точить начисто.

Поверхность, представляющую собой конус, под номером 2 при механической обработке для достижения поставленных технологических

критериев качества с шероховатостью равной 6,3 с 14 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: точить начерно – закалить – точить начисто.

Поверхность, представляющую собой цилиндр, под номером 3 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 6,3 с 14 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: точить начерно – закалить – точить начисто.

Поверхность, представляющую собой плоскость, под номером 4 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 0,32 с 8 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: точить начерно – закалить – точить начисто – шлифовать – полировать.

Поверхность, представляющую собой цилиндр, под номером 5 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 0,32 с 9 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: точить начерно – закалить – точить начисто – электро-эрозийная обработка – полировать.

Поверхность, представляющую собой плоскость, под номером 6 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 0,32 с 9 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: точить начерно – закалить – точить начисто – электро-эрозийная обработка – полировать.

Поверхность, представляющую собой цилиндр, под номером 7 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 0,32 с 9 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: точить начерно – закалить – точить начисто – электро-эрозийная обработка – полировать.

Поверхность, представляющую собой торец, под номером 8 при механической обработке для достижения поставленных технологических

критериев качества с шероховатостью равной 6,3 с 14 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: точить начерно – закалить – точить начисто.

Поверхность, представляющую собой конус, под номером 9 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 6,3 с 14 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: расточить начерно – закалить – расточить начисто.

Поверхность, представляющую собой плоскость, под номером 10 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 6,3 с 14 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: расточить начерно – закалить – расточить начисто.

Поверхность, представляющую собой цилиндр, под номером 11 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 1,25 с 7 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: расточить начерно – закалить – расточить начисто - шлифовать.

Поверхность, представляющую собой плоскость, под номером 12 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 6,3 с 14 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: расточить начерно – закалить – расточить начисто.

Поверхность, представляющую собой цилиндр, под номером 13 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 0,32 с 9 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – электро-эрозийная обработка – полировать.

Поверхность, представляющую собой цилиндр, под номером 14 при механической обработке для достижения поставленных технологических

критериев качества с шероховатостью равной 0,32 с 9 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – электро-эрозийная обработка – полировать.

Поверхность, представляющую собой конус, под номером 15 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 0,32 с 9 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – электро-эрозийная обработка – полировать.

Поверхность, представляющую собой цилиндр, под номером 16 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 0,32 с 9 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – электро-эрозийная обработка – полировать.

Поверхность, представляющую собой плоскость, под номером 17 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 0,32 с 9 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – электро-эрозийная обработка – полировать.

Поверхность, представляющую собой паз, под номером 18 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 1,25 с 7 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – фрезеровать – шлифовать.

Поверхность, представляющую собой паз, под номером 19 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 1,25 с 7 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – фрезеровать – шлифовать.

Поверхность, представляющую собой цилиндр, под номером 20 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 6,3 с 14 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – фрезеровать.

Поверхность, представляющую собой плоскость, под номером 21 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 1,25 с 8 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – фрезеровать – шлифовать.

Поверхность, представляющую собой плоскость, под номером 22 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 6,3 с 14 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – фрезеровать.

Поверхность, представляющую собой плоскость, под номером 23 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 6,3 с 14 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – фрезеровать.

Поверхность, представляющую собой цилиндр, под номером 24 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 6,3 с 14 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – фрезеровать.

Поверхность, представляющую собой плоскость, под номером 25 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 6,3 с 14 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – фрезеровать.

Поверхность, представляющую собой цилиндр, под номером 26 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 6,3 с 14 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – фрезеровать.

Поверхность, представляющую собой плоскость, под номером 27 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 1,25 с 8 квалитетом образуется при соблюдении следующего маршрута: закалить – сверлить – зенкеровать – развернуть.

Согласно ГОСТ 14.404-93, эффективный выбор оборудования требует комплексного подхода, включающего анализ типологии производственных процедур, характеристик выпускаемой продукции, запланированной операционной последовательности, оптимизации интеграции операций, применения стандартизированного технологического оснащения и прочих релевантных факторов. В процессе подбора отдельных единиц оборудования особое внимание уделяется их функциональным возможностям по изготовлению деталей в соответствии с определёнными размерными, конфигурационными параметрами, критериями обработки поверхностей и допусками по точности.

В рамках среднесерийного изготовления деталей, особое внимание уделяется многофункциональным аппаратам и обрабатывающим центрам, оснащённым системой ЧПУ. Такой выбор объясняется высокой адаптивностью данных устройств к производству широкого спектра изделий, что позволяет быстро переориентировать производственные линии на новые типы продукции без существенных задержек. В данном технологическом процессе более подходит многофункциональный токарный центр CORMAK SKT 400X1000 SAN8 ECOLINE. Перечень выбранных средств технологического оснащения для реализации плана обработки представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Выбор СТО

Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Измерительные средства
«005 010	Токарный с ЧПУ CORMAK SKT 400X1000 SAN8 ECOLINE	Патрон токарный 3-х кулачковый клиновый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной Т5К10 $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83 Резец токарный расточной. Пластина 3х-гранная, Т5К10 $\varphi=92^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=10$ $b=10$ $L=60$ ОСТ 2И.101-83» [13]	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Калибр-пробка ГОСТ 14807-69; Шаблон ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 3

Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Измерительные средства
«015 020	Токарный с ЧПУ CORMAK СКТ 400X1000 SAN8 ECOLINE	Патрон токарный 3-х кулачковый клиновый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х- гранная, Т15К6 $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х- гранная, Т15К6 $\varphi=97^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=10 b=10 L=70 ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ18355-73 Калибр-пробка ГОСТ 14807- 69; Шаблон ГОСТ 2534-79
030	Торцевнутри шлифовальн ый п/а 3М227ВФ2S	Патрон мембранный	Круг шлифовальный 5 16x15x5 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 класс. ГОСТ Р 52781-2007 Круг шлифовальный 6 60x25x12 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 класс ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ 14827- 69
035	Вертикально -фрезерный с ЧПУ ГФ5171М	Приспособление специальное ГОСТ 17205-71	Фреза шпоночная $\varnothing 7,6$; $\varnothing 11,6$; $\varnothing 19$ 8Р6М5 ГОСТ 9140-78 Зенковка 45° $\varnothing 16$ Р6М5К5» [13]	Шаблон ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 3

Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Измерительные средства
«040	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ СТЦ 63-90 А (650Н5)	Приспособление специальное ГОСТ 17205-71	Фреза шпоночная Ø12; Ø4 P6M5K5 ГОСТ 9140-78 Сверло центровочное Ø2 тип А ГОСТ 14952-75 P6M5 Сверло спиральное Ø7,5 ГОСТ 10903-77 P6M5K5 Зенкер цельный Ø7,9 ГОСТ 12489-71 P6M5K5 Развертка машинная цельная Ø8 ГОСТ 1672-80 P6M5K5	Калибр-пробка ГОСТ 14827-69 Шаблон ГОСТ 2534-79
045	Электроэрозийный станок 4Г721М	Приспособление ГОСТ 17205-71.	Электрод графитный	Шаблон ГОСТ 2534-79
050	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ CHIEN WEI JG-510CM	Приспособление специальное самоцентрирующее ГОСТ 17205-71	Головка шлифовальная AW 7x20 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 класс ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-
060	Камерная моечная машина» [13]	-	-	-

«Разработка и использование технологического оборудования, инструментов и измерительных приборов подчиняются стандарту ГОСТ 14.305-73» [1], устанавливающему требования к данной категории оснастки. Параллельно, выбор аппаратуры для осуществления технического надзора за производственными операциями урегулирован стандартом ГОСТ 14.306-73, обеспечивающим соответствие оборудования заданным параметрам.

2.2 Технологическая операция

«Проведем расчет припусков на самую точную цилиндрическую поверхность $\varnothing 19,28H7(^{+0,021})$ – посадочное отверстие. Для получения данной поверхности необходимо черновое растачивание, чистовое растачивание и шлифование» [5].

Существуют две главные стратегии для установления размеров припусков при механической обработке деталей: метод, основанный на опыте и статистике, и метод, базирующийся на аналитических расчетах.

При проектировании технологии изготовления детали, припуски для точной механической обработки одной из самых критичных поверхностей установлены методом расчетного анализа и показаны в таблице 4.

Таблица 4 – Припуски на $\varnothing 19,28H7(^{+0,021})$ (в миллиметрах)

«Переход	Элементы припуска				2Z min	Td/IT	Размеры		Припуски	
	Rz ⁱ⁻¹	h ⁱ⁻¹	Δ^{i-1}	$\epsilon_{уст}^{i-1}$			D ⁱ max	D ⁱ min	2Z max	2Z min
штамповать	160 50	200 50	673 40	- 440	- 2,330	1600 15	16,380 18,710	14,780 18,380	- 3,600	- 2,330
расточить	25 10	25 15	27 13	90 50	0,377 0,214	33 13	19,087 19,301	19,003 19,280	0,623 0,277	0,377 0,214
расточить	160 50	200 50	673 40	- 440	- 2,330	84 10	16,380 18,710	14,780 18,380	- 3,600	- 2,330
шлифовать» [1]	25	25	27	90	0,377	52 9	19,087	19,003	0,623	0,377

В процессе разработки технологии изготовления детали, размеры припусков для процесса механической обработки одной из высокоточных поверхностей были установлены с использованием расчетно-аналитического подхода и показаны в виде схемы на рисунке 5.

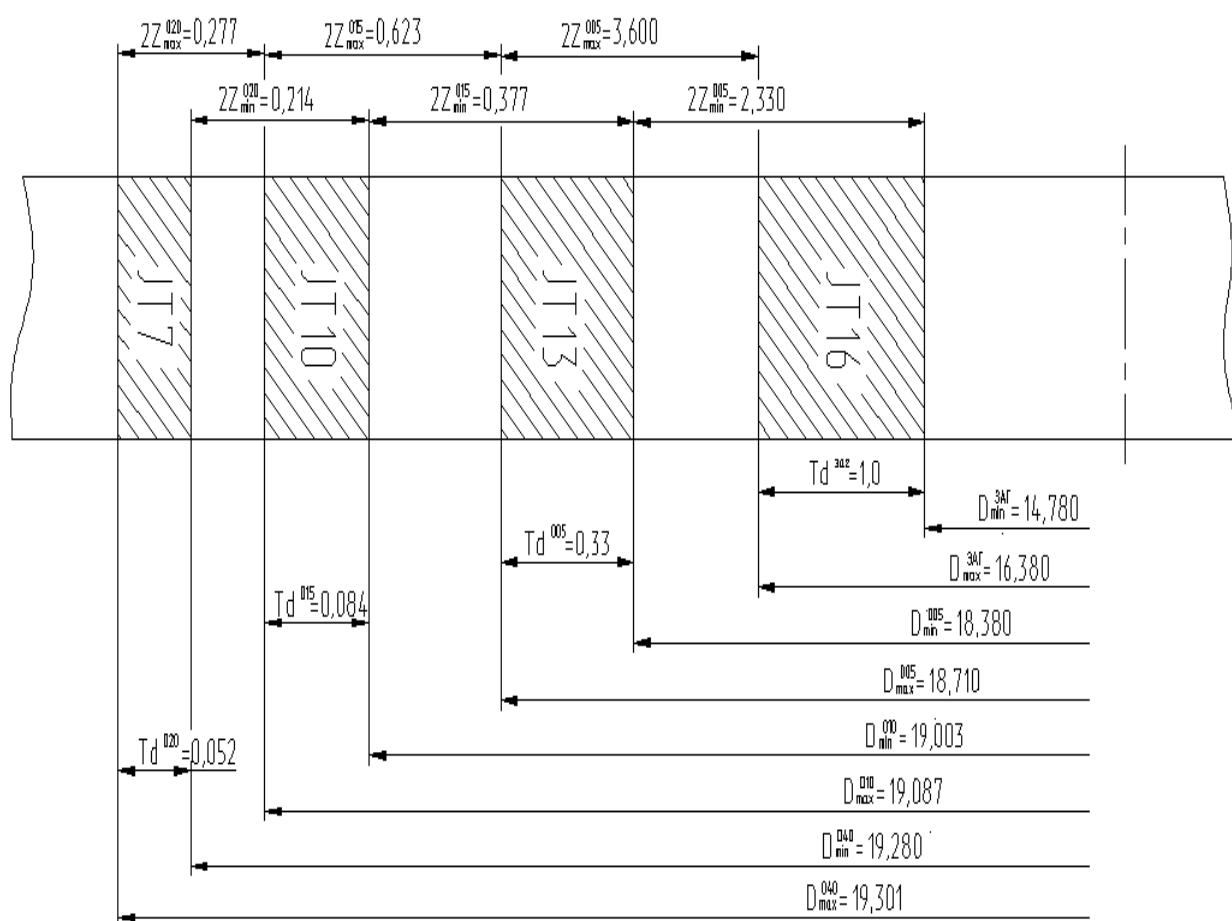


Рисунок 5 – Схема припусков, допусков и операционных размеров на $\varnothing 19,28H7^{(+0,021)}$

«При настройке технологических параметров обработки необходимо придерживаться определённой алгоритмической последовательности» [10]. Ключевым этапом является корректный расчёт режимов резания с учётом комплексного анализа множества факторов: геометрических параметров режущего инструмента, включая размеры и форму резца; физико-химических свойств материала режущей части; особенностей обрабатываемого материала и его текущего состояния; технических характеристик производственного оборудования, в том числе класса станка и его энергетической мощности. Такой многофакторный подход обеспечивает оптимальную настройку процесса обработки.

В данном случае приведено определение параметров режима резания на основе аналитических формул для одной технологической операции. Для

остальных операций производственного цикла параметры резания вычисляются согласно стандартным нормам, принимая во внимание корректирующие коэффициенты.

«Расчетная скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (11)$$

где C_U равен 350;

T – стойкость равна 60 мин;

t – глубина резания, мм;

m равно 0,2, x равно 0,15, y равно 0,35;

K_U примем равным 1,31» [16].

«При точении $\varnothing 220$:

$$V_T = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 1,31 = 355,2 \text{ м/мин.}$$

При подрезке торца:

$$V_{II} = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 1,31 \cdot 0,9 = 393,3 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (12)$$

где V – расчетная скорость, м/мин.

При точении $\varnothing 220$ получим:

$$n_T = \frac{1000 \cdot 355,2}{3,14 \cdot 220} = 514 \text{ мин}^{-1}.$$

При подрезке торца получим:

$$n_{II} = \frac{1000 \cdot 393,3}{3,14 \cdot 220} = 569 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспортным данным станка, его фактическая частота вращения может быть» [16]:

$$n_T = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{II} = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

«Тогда фактическую скорость, исходя из этого можно рассчитать так:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}. \quad (13)$$

При точении $\varnothing 220$ получим:

$$V_T = \frac{\pi \cdot D \cdot n_1}{1000} = \frac{3,14 \cdot 220 \cdot 500}{1000} = 345,4 \text{ м/мин.}$$

При подрезке торца получим:

$$V_{II} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_2}{1000} = \frac{3,14 \cdot 220 \cdot 500}{1000} = 345,4 \text{ м/мин.}$$

Силовую составляющую силы резания определим по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (14)$$

где C_P – равен 300;

x, y, n – равны 1,0, 0,75, 0,15;

K_P – коррекция» [16].

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}, \quad (15)$$

«где $K_{MP}, K_{\phi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}$ и K_{rP} равны 0,81, 0,89, 1,0, 1,0 и 1,0» [17].

«Получим

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 345,4^{-0,15} \cdot 0,81 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 159 \text{ Н.}$$

Тогда мощность будет:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{159 \cdot 245,4}{1020 \cdot 60} = 0,63 \text{ кВт.}$$

Станок CORMAK СКТ 400X1000 SAN8 ECOLINE имеет номинальную мощность 7,5 кВт, это намного больше требуемой. Обработка на 020 токарной операции» [2] возможна.

В таблице 5 показаны нормы времени на остальные операции.

Таблица 5 – Нормы времени (в минутах)

Операция	T_0	T_B	T_{OP}	$T_{ШТ-К}$	$T_{П-3}$	$T_{ШТ}$	n	$T_{OB,OT}$
005	1,058	0,373	1,431	0,085	21	1,516	236	1,605
010	1,380	0,285	1,665	0,100	17	1,765	236	1,837
020	0,858	0,425	1,283	0,077	21	1,360	236	1,448
025	1,696	0,296	1,992	0,119	17	2,111	236	2,183
030	0,940	0,307	1,247	0,171	21	1,418	236	1,507
035	12,320	0,462	12,782	0,767	36	13,549	236	13,701
040	16,254	0,499	16,753	1,005	38	17,758	236	17,919
045	18,120	0,670	18,79	1,127	26	19,917	236	20,027
050	2,130	0,506	2,636	0,202	22	2,838	236	2,931

В разделе «спроектирована заготовка, определен маршрут обработки и выбраны средства оснащения. Были получены припуски для точной механической обработки одной из самых критичных поверхностей, которые были установлены методом расчетного анализа. Приведено определение параметров режима резания на основе аналитических формул для одной технологической операции 020. Для остальных операций производственного цикла параметры резания были получены согласно стандартным нормам, принимая во внимание корректирующие коэффициенты» [10]. Подробная информация по расчетам представлена в Приложении А Технологическая документация в таблице А.1.

3 Проектирование средств оснащения

3.1 Станочное приспособление

В разделе для 020 операции «проведем расчет для выбранных параметров обработки токарного рычажного патрона, а также его конструкционные особенности. Патрон предназначен для реализации схемы базирования и закрепления заготовки при обработке. Ранее при проектировании 020 операции получено значение главной составляющей силы резания 159 Н.

Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 6. Сила зажима препятствует силе резания, обеспечивая равенство моментов этих сил.

Проведем расчет силы зажима заготовки с помощью трех кулачков» [20]. «Зависимость этой силы от составляющей силы резания определяется формулой:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (16)$$

где K – запас;

P_z – составляющая силы резания;

R_0 – радиус зажимаемой поверхности;

R – радиус обрабатываемой поверхности;

f – параметр подвижности для кулачков с гладкой поверхностью, который равен 0,25» [11].

«Коэффициент запаса K определим согласно [11] равным 2,5. Тогда сила зажима:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 159 \cdot 220}{0,25 \cdot 67,9} = 5151 \text{ Н} \text{» [11].}$$

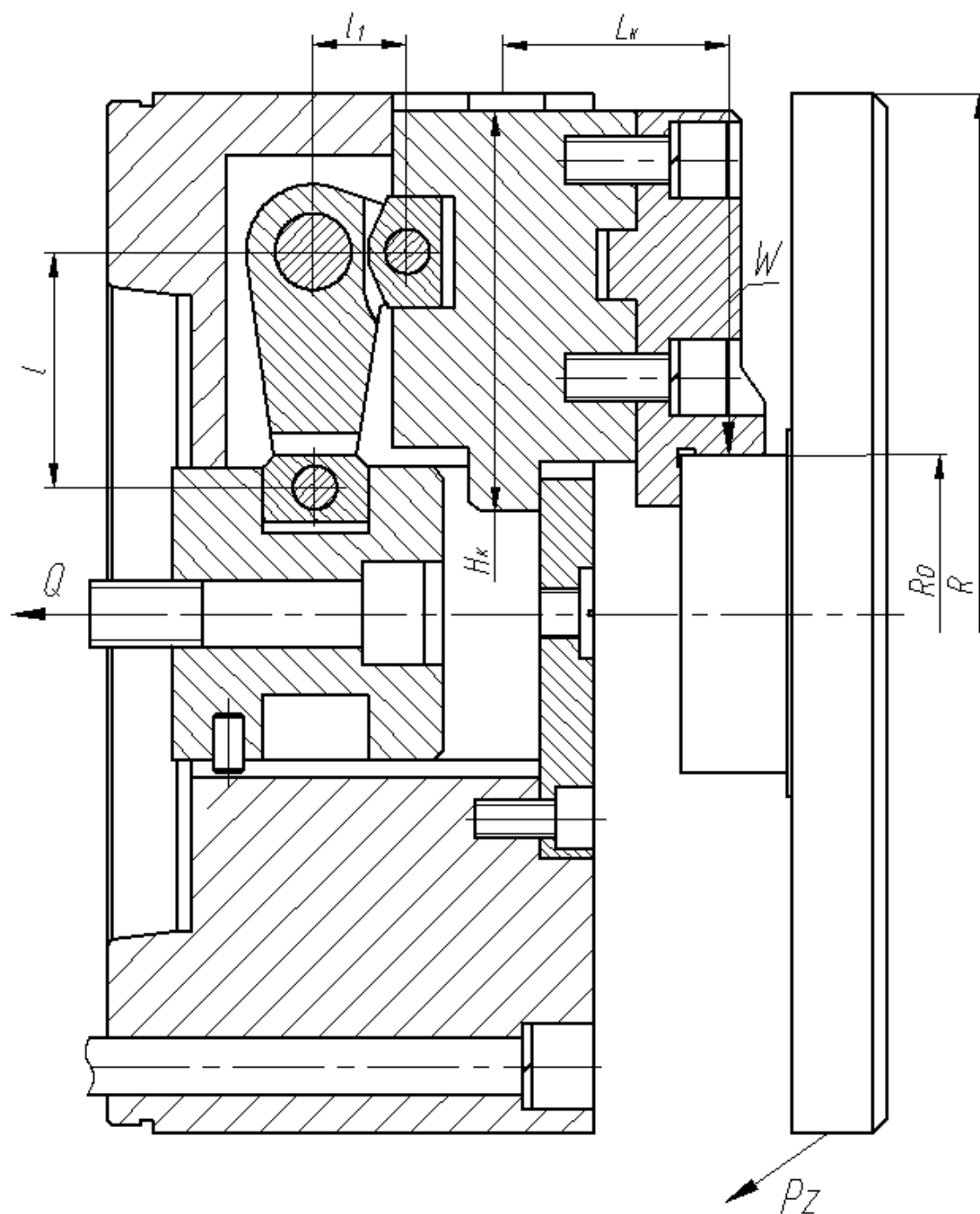


Рисунок 6 – Схема действия сил

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

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (17)$$

где f_1 – коэффициент трения равен 0,1 [17];

L – вылет кулачка равен 48 мм;

H – длина направляющей кулачка равна 85 мм.

Тогда получим

$$W_1 = \frac{5151}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (48/85)} = 6510 \text{ Н.}$$

Далее определим усилие, которое должен обеспечивать силовой привод для реализации такой силы зажима заготовки:

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \quad (18)$$

где l_1 и l – плечи рычага соответственно равны 20 мм и 50 мм» [16].

При расчете получим:

$$Q = 6510 \cdot \frac{20}{50} = 2604 \text{ Н.}$$

Для «обеспечения усилия в 2604 Н можно использовать как пневматический привод, так и гидравлический привод. Выбор вида привода согласно условиям обработки отдадим в пользу пневматического привода двустороннего действия с рабочим давлением 0,63 МПа.

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

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (19)$$

где p – необходимое давление;

η – КПД привода равное 0,9» [20].

«Тогда получим:

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2604}{0,63 \cdot 0,9}} = 79,3 \text{ мм.}$$

Согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее к расчетному значение для диаметра штока 80 мм, ход кулачков патрона 3,2 мм и ход рычага 3,5 мм» [20].

3.2 Инструментальное оснащение

Для «токарных операций при загрузке и выгрузке деталей принимаем робототехнический комплекс (РТК) М20П.40.01., эскиз которого показан на рисунке 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:

$$W = K_1 \cdot K_2 \cdot m \cdot g, \quad (20)$$

где K_1 – страховочный коэффициент равен 3;

K_2 – передаточный коэффициент» [15].

В «формуле (20) $m = 8,03$ кг масса заготовки, g – ускорение свободного падения ($9,8 \text{ м/с}^2$). Передаточный коэффициент K_2 рассчитаем по формуле:

$$K_2 = \frac{\sin \alpha}{2 \cdot \mu}, \quad (21)$$

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

α - максимальный угол смыкания губок манипулятора равен 45° » [15].

«Получим:

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

Сила захвата:

$$W = 3 \cdot 2,2 \cdot 8,03 \cdot 9,8 = 519 \text{ Н.}$$

Расчетная схема захватного устройства представлена на рисунке 7» [8].

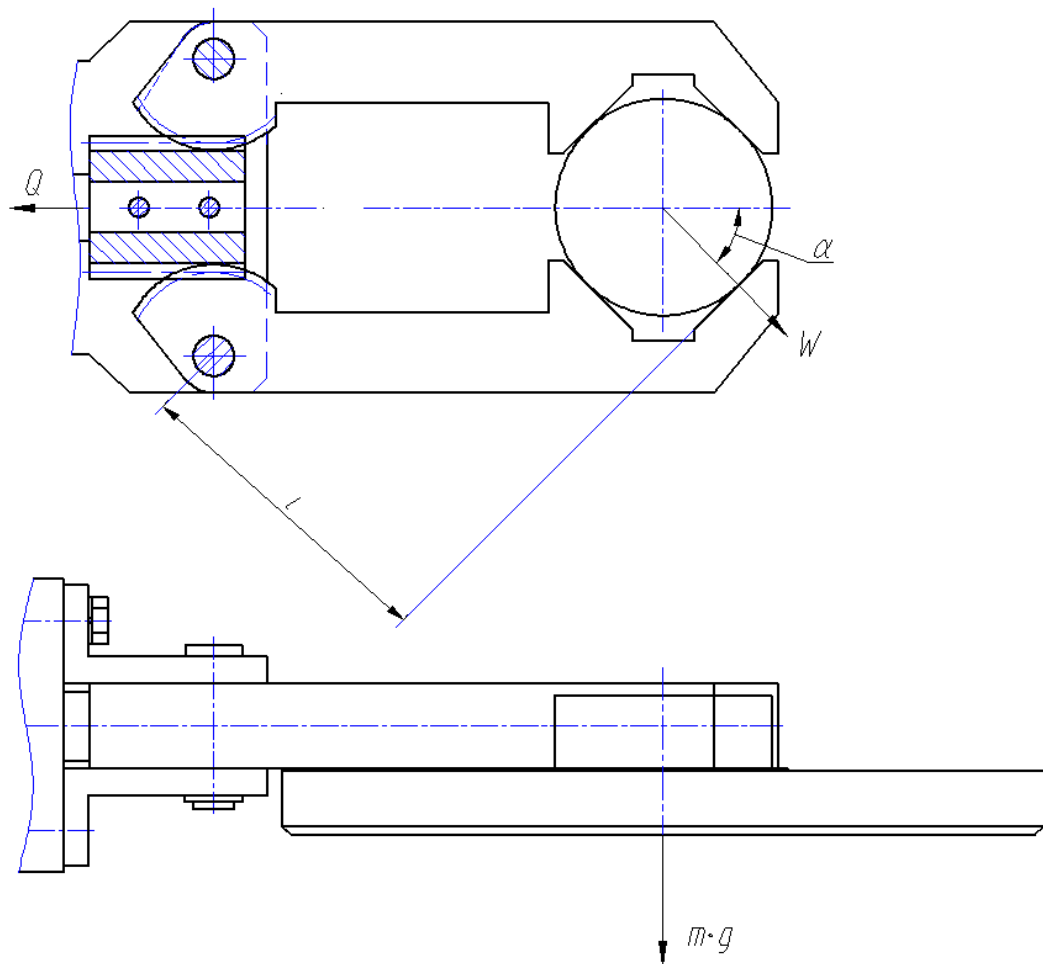


Рисунок 7 – Схема захватного устройства

«Определим необходимое усилие привода Q из условия статического равновесия:

$$Q \cdot \eta = \frac{1}{m_c \cdot r_c} \cdot 2 \cdot M, \quad (22)$$

где η – КПД реечной передачи;

M – максимальный момент сил;

m_c – модуль зубчатой передачи сектора равен 2;

r_c – число зубьев сектора равно 11.

Максимальный момент определим по формуле:

$$M = W \cdot l, \quad (23)$$

где l – плечо равно 58 мм» [3].

«Тогда получим:

$$Q = \frac{2 \cdot 225 \cdot 90}{2 \cdot 18 \cdot 0,9} = 1250 \text{ Н.}$$

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

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (24)$$

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{1250}{0,63 \cdot 0,9}} = 54,9 \text{ мм.}$$

Согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее к расчетному значение для диаметра штока 63 мм, ход губок 17 мм и ход штока цилиндра 4 мм» [12].

В разделе были «спроектированы средства станочного и инструментального оснащения в виде токарного рычажного патрона и захватного устройства» [8]. Дополнительная информация представлена в Приложении Б Спецификации в таблице Б.1.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

«В качестве технического объекта, которому необходимо обеспечить безопасность и экологичность в разделе рассматривается технологический процесс изготовления корпуса формы для литья. Для реализации изготовления детали в технологическом процессе предусмотрен комплекс технического и технологического оснащения. Он состоит из оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструмента. Рассматриваемый технический объект предусматривает использование следующего оборудования:» [11]

«токарный с ЧПУ CORMAK SKT 400X1000 SAN8 ECOLINE, торце-внутришлифовальный п/а 3M227BФ2S, вертикально-фрезерный с ЧПУ ГФ5171М, координатно-шлифовальный станок с ЧПУ CHIEN WEI JG-510CM, электроэрозионный станок 4Г721М» [1]. «Для наглядности в разделе будут рассматриваться наиболее трудоемкие и потенциально опасные технологические операции: абразивно-отрезная, токарная, фрезерная, сверлильная и бесцентрово-шлифовальная. В процессе механической обработки используются в качестве материала для заготовки сталь 45, смазывающая охлаждающая жидкость, ветошь и другие вспомогательные материалы. При проведении работ по изготовлению детали в технологическом процессе предусмотрены профессиональные рабочие места. Для выбранных технологических операций – это оператор станков с ЧПУ. Технологический процесс реализуется организационно и технически на производственном участке, который оснащен необходимым оборудованием. Для реализации годовой программы выпуска детали применяется двусменного режима работы» [2].

Техника безопасности представляет собой многогранную систему мер, направленных на создание безопасной рабочей среды и предотвращение производственных травм. Это не просто набор правил, а тщательно проработанная стратегия защиты человека в условиях современного производства.

Каждое предприятие инвестирует значительные ресурсы в обеспечение безопасности труда. Ключевую роль играет служба охраны труда, которая подчиняется главному инженеру и отвечает за комплексный подход к безопасности. Специалисты этой службы разрабатывают регламенты, контролируют их исполнение и проводят обучение персонала.

Комплексный подход к безопасности включает следующие направления работы: модернизация оборудования – постоянное совершенствование конструкций машин и механизмов для минимизации рисков травматизма; защитные системы – установка современных ограждений, защитных экранов и предохранительных устройств на всех производственных агрегатах; комфортные условия – обеспечение оптимальной освещенности, вентиляции, микроклимата и чистоты рабочих зон; предотвращение аварий – внедрение систем защиты от взрывов, утечек, разгерметизации, короткого замыкания и других опасных ситуаций; обучение персонала – проведение вводного инструктажа, регулярных тренингов и тестирования знаний по безопасности; информационное обеспечение – размещение наглядных пособий, схем эвакуации и инструкций в местах потенциального риска.

Культура безопасности формируется не только за счет организационных мер, но и через осознанное отношение каждого работника. Пренебрежение правилами может привести к серьезным последствиям. Именно поэтому так важно не только знать, но и строго соблюдать все требования безопасности, ведь от этого зависит здоровье и жизнь как самого работника, так и его коллег.

Безопасность на производстве – это не просто набор правил, а основа успешной и эффективной работы каждого сотрудника. Актуален лозунг: ваша безопасность – в ваших руках!

Первоочередные требования: новый вид работ требует обязательного дополнительного инструктажа. Лучше уточнить детали, чем рисковать здоровьем; сосредоточенность – ключевой фактор безопасности. Отключить телефон, не отвлекаться на посторонние разговоры и не отвлекать других работников.

Современные технологии значительно повышают уровень безопасности на производстве, но их эффективность напрямую зависит от грамотности персонала. Регулярные инструктажи, тренировки по эвакуации и постоянное обучение – это фундамент безопасной работы.

«Идентификация опасностей, а также экологических аспектов на производственном участке проводится по локальному нормативному документу, устанавливающему порядок идентификации экологических аспектов, промышленных опасностей и потенциальных рисков. Использование метода предполагает построение показателей с помощью математических моделей и репрезентативных статистических данных» [8].

«Идентификация и оценка рисков осуществляется путем сбора сведений о процессе деятельности. В процессе идентификации и оценки рисков учитывают: проблемы (источники как внешние, так и внутренние), связанные с качеством процессов деятельности/продукции; обычную и нерегулярную деятельность; оптимальный технологический режим, режимы останова и пуска, инциденты, аварии; инфраструктуру, сырье, материалы; деятельность соседних подразделений/предприятий, подрядчиков и потребителей; условия труда (шум, вибрация, вредные вещества в рабочей зоне); воздействие на окружающую среду (стоки, выбросы, отходы); происшествия (инциденты, несчастные случаи, аварии), как уже имевшие место на предприятии, так и реально прогнозируемые» [8].

«К причинам возможной реализации перечисленных рисков можно отнести: неисправность оборудования; чрезвычайная ситуация природного и техногенного характера; сон на рабочем месте/наркотическое или алкогольное опьянение, ошибки проектирования; внос, употребление запрещенных веществ (алкоголь, наркотики, психотропные, легковоспламеняющиеся жидкости и другие материалы, запрещенные к свободному обороту); психическое заболевание; пандемия. Это может привести к травме или заболеванию вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов» [8].

«Все потенциальные риски вносятся в реестр. С реестрами рисков знакомят всех рабочих, на которых он распространяется под роспись в листе (журнале) ознакомления. При необходимости реестры рисков вывешиваются на информационных досках, размещаются в электронной обменной папке. Реестр рисков хранится у разработчика не менее трех лет. Для снижения рисков необходимо обеспечить: точное соблюдение норм технологического регламента и выполнение требований инструкций по рабочим местам и по охране труда; исправность оборудования, арматуры, трубопроводов, контрольно-измерительных приборов, систем аварийной сигнализации и защитных блокировок» [8]; «немедленное устранение любой утечки горючих и агрессивных газов и жидкостей. Для снижения рисков необходимо соблюдать нормы технологического регламента и выполнять требования инструкций по рабочим местам; регулярная проверка СИЗ на состояние работоспособности и комплектности. Назначить локальным нормативным актом ответственное лицо за учет выдачи СИЗ и их контроль за состоянием, комплектностью» [8]. «А также предлагается ряд мероприятий: обучение персонала по программе обучения работников в области ГО и защиты от ЧС природного и техногенного характера; инструктаж и проверка знаний, сбор и обработка статистики, принятие оперативных и других мер; соблюдение правил противопожарного режима; инструктаж и периодическая проверка знаний; работа в дистанционном формате; введение двухсменного режима работы; организация работы резервных смен; ограничение передвижения по территории предприятия; электронное согласование документов; использование защитных средств на предприятии (масок, перчаток, антисептических средств) » [8]. «Запрещается пользоваться неисправным ручным инструментом: молотками, зубилами и тому подобное, не отвечающим требованиям техники безопасности, гаечными ключами несоответствующих размеров, с разбитыми или разогнутыми губками, со сбитой рабочей гранью» [8]. «При обслуживании машин и механизмов с электрическим приводом необходимо соблюдать меры электробезопасности.

Все токоведущие части должны быть закрыты, и исключен доступ к частям, находящимся под напряжением. Все движущиеся части машин и приводов должны иметь надежное и исправное ограждение. Не допускается эксплуатация машин без защитных ограждений. Также необходимо снабдить производственный участок следующими инженерными системами: системой вентиляции; системой холодоснабжения; системой отопления; системой водоснабжения; системой канализации; системой энергоснабжения; системой контроля загазованности; системой пожарной сигнализации; системой охранной сигнализации» [8].

«Наиболее вероятным источником возникновения чрезвычайных ситуаций экологического характера является выделение токсических испарений, масляного тумана, металлической стружки. Для снижения рисков экологического характера на атмосферу необходимо создание и использование фильтрационных систем вентиляции производственного участка; на гидросферу необходимо создание и использование локальной многоступенчатой очистки сточных вод; на литосферу необходимо разделение, сортировка и утилизация на полигонах отходов» [8].

В разделе проведены мероприятия по увеличению безопасности технического объекта, а также предлагаются мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

В разделе необходимо «рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса. Произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в работе технических решений» [9].

Решение поставленной задачи основано на данных предыдущих разделов. Обобщенная схема изменений процесса производства представлена на рисунке 8.

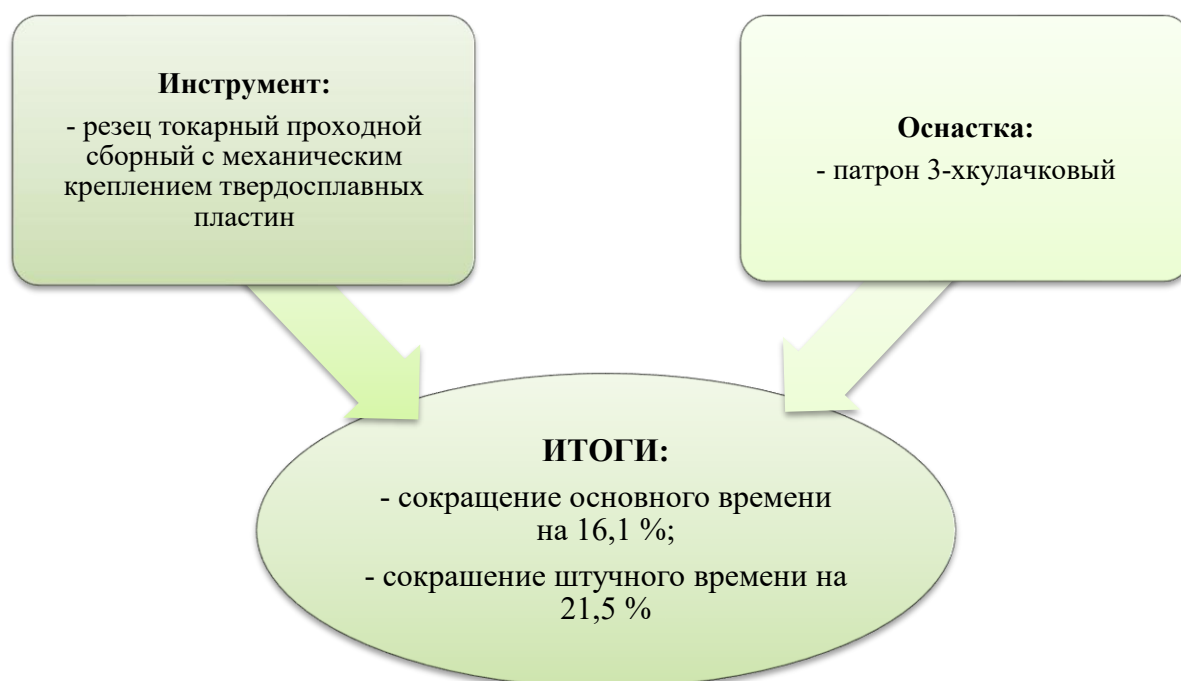


Рисунок 8 – Обобщенная схема изменений процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует с расчета технологической себестоимости по установленной методике [9]. «Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 9» [9].

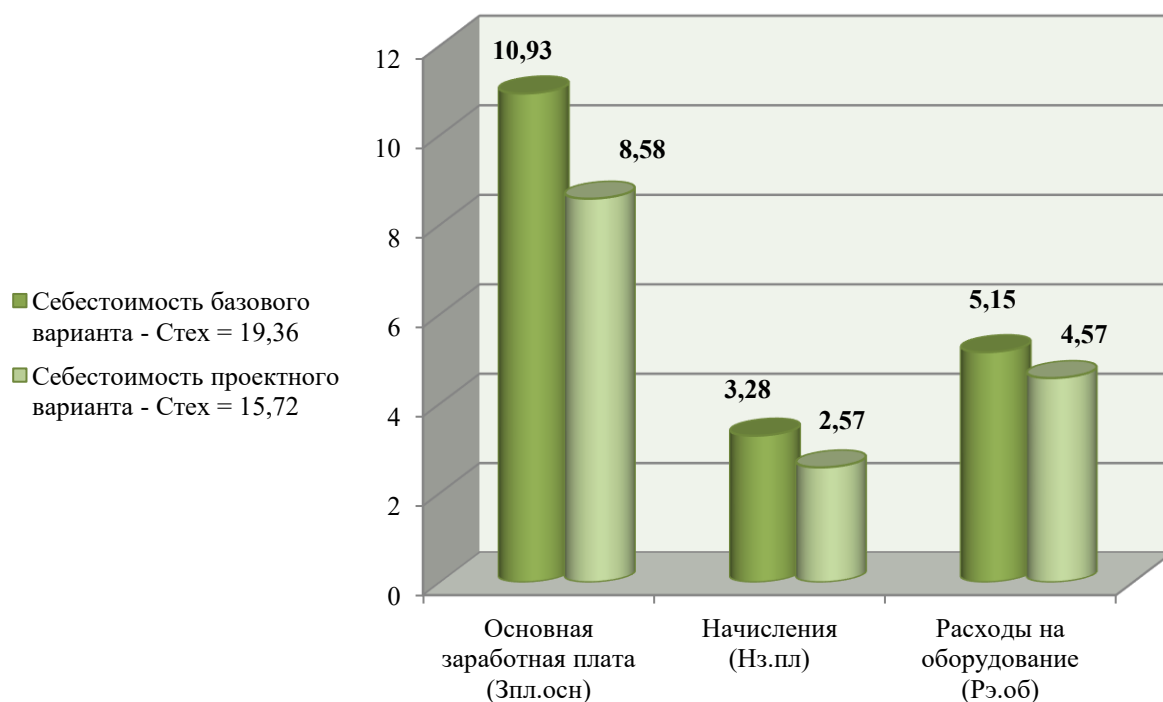


Рисунок 9 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется, руб.

Из рисунка 9 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от основной заработной платы, которая составляет около 55 процентов от общего объема, в обоих вариантах. При этом, технологическая себестоимость не значительно зависит от величины начислений на заработную плату, доля которых составляет около 16,5 процентов, также в обоих вариантах.

После выполнения всех требуемых вычислений, следующим шагом является определение объема капиталовложений в данный процесс производства, иначе говоря, требуется оценить необходимый масштаб «инвестиций». Для этого прибегнем к методике расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса. По причине того, что изменения технологического процесса касаются лишь инструмента и оснастки, масштаб инвестиций будет основываться на частичном перечне затрат. Это будут: затраты на проектирование ($K_{пр}$), оснастку (K_o), инструмент ($K_{и}$) и корректировку программного обеспечения

($K_{к.пр.о}$)» [9]. На рисунке 10 показаны цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций.

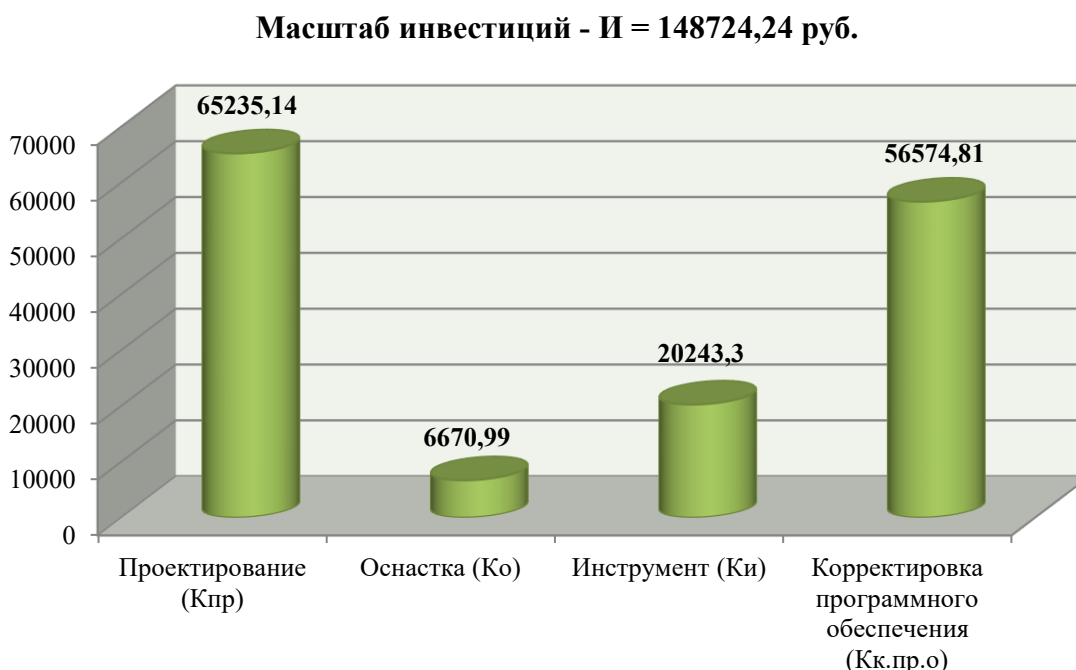


Рисунок 10 – Цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций, руб.

Анализ данных рисунка 10 показывает, что подавляющая часть инвестиций (43,9 процента) приходится на проектирование. В то же время, затраты на оснастку составляют лишь 4,5 процента, что является незначительной долей общих вложений.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых экономических показателей: «чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта. Расчет выполняется в соответствии с методикой расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса. Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 11» [9].

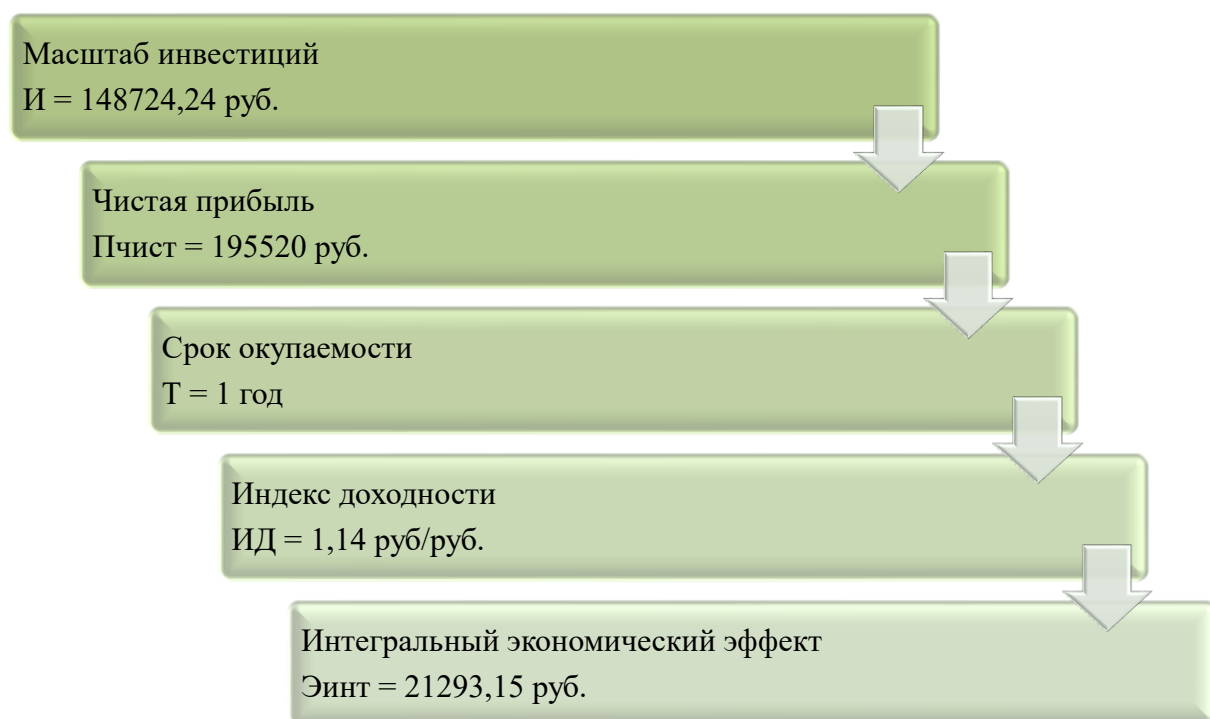


Рисунок 11 – Демонстрация цифровых параметров экономических показателей

В разделе проведены расчеты, на основании которых можно сделать заключение об эффективности данного технологического процесса. Все проведенные экономические исследования, подтверждают его эффективность, поскольку его реализация приведет к получению совокупного экономического эффекта в размере 21293,15 рублей.

Заключение

В работе проведен анализ научно-технической литературы по вопросам, связанным с технологическими процессами обработки деталей, методами получения заготовок, средствами технологического оснащения; изучен отечественный и зарубежный опыт организации и совершенствования производства аналогичных изделий; проведен патентный поиск и анализ патентной документации по рассматриваемому объекту с целью выявления существующих технических решений, а также определены направления для дальнейших разработок; сформированы обоснованные предложения по совершенствованию технологического процесса изготовления выбранной детали на основе полученных данных.

Показана технологичность выбранной детали. «Проведено проектирование заготовки, для чего выбран способ ее получения на основе экономических сравнительных расчетов. Определено наличие, порядок и последовательность необходимых для изготовления детали технологических операций» [18], то есть «усовершенствован базовый технологический процесс. Для выполнения операций определен маршрут и состав современных средств технологического оснащения. Для операций проведены расчеты режимов резания и норм времени. Доказана экономическая эффективность предложений по совершенствованию технологического процесса» [7].

«Практическая значимость работы заключается в разработке оптимального технологического процесса изготовления детали с учетом» [18] производственных возможностей предприятия. Результаты работы позволят получить практические навыки в области технологического проектирования и подготовки производства деталей машиностроения в реальных производственных условиях.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Антимонов А.М. Основы технологии машиностроения : учебник / А.М. Антимонов. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2020. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143717> (дата обращения: 12.03.2025).
2. Аверченков В.И. Технология машиностроения: сборник задач и упражнений: учебное пособие / В.И. Аверченков и др.; под общей редакцией В.И. Аверченкова и Е.А. Польского. – М. : Инфра-М, 2016. 288 с.
3. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
4. Балла О.М. Технологии и оборудование современного машиностроения : учебник / О.М. Балла. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. –392 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143241> (дата обращения: 14.05.2025).
5. Балашов В.М. Проектирование машиностроительных производств: учебное пособие / В.М. Балашов, В.В. Мешков. – Старый Оскол: ООО ТНТ, 2018. 200 с.
6. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
7. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.
8. 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.
9. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. 46 с.

10. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
11. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.
12. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
13. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.
14. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.
15. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
16. 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.
17. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.
18. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб. : Издательство «Лань», 2016. 352 с.
19. Торопов Ю.А. Припуски, допуски и посадки гладких цилиндрических соединений. Припуски и допуски отливок и поковок: справочник / Ю.А. Торопов. – СПб. : Издательство «Профессия», 2017. 598 с.
20. Химический состав и физико-механические свойства стали 40X [Электронный ресурс]. – https://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X? (дата обращения: 15.03.2025).

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

2

52

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

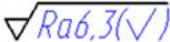
ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

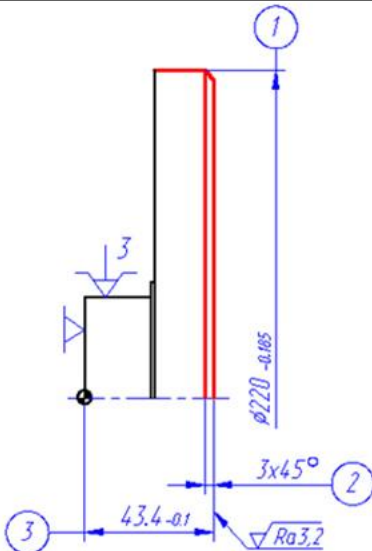
Дубл.																						
Взам.																						
Подп.																						
															1	1						
Разраб.	Сергеева				ТГУ					XXXX.XXXX 10141.00001												
Пров.	Гуляев																					
Н. Контр.	Гуляев				Корпус										Цех	Уч.	РМ	Опер				
Наименование операции				Материал				твёрдость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД					
4132 Внутришлифовальная				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013				180 НВ		166	5,88	Ø223,6х47				8,03	1					
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ										
3М227ВФ2S				XXXXXX				0,940	0,307	21	1,418	Укринол- 1										
Р					ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V									
01					мм		мм	мм	мм/ход		об/мин		м/мин									
002	1. Установить и снять заготовку																					
T03	396111XXX- патрон мембранный ОСТ 3-3843-77																					
004	2. Шлифовать отв., выдерж. разм. 1																					
T05	391810XXX- шлифовальный круг 5 16х15х5 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007																					
T06	393126XXX- приспособление мерительное с индикатором; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84																					
Р00	XX				19,28	14	0,14	1	0,007	743	45											
008	3. Шлифовать торец, выдерж. разм. 2																					
T09	391810XXX- шлифовальный круг 6 60х25х12 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007																					
T10	393126XXX- приспособление мерительное с индикатором; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																					
Р11	XX				77/220	71	0,20	1	0,007	65	45											
12																						
ОКП																						

Продолжение таблицы А.1

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

01101.24205										1		1							
Разраб.	Сергеева			ТГУ						XXXX.XXXX									
Прое.	Гуляев									10141.00001									
Н. Контр.	Гуляев			Корпус										Цех	Уч.	РМ	Опер		
																		010	





КЭ

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
														1	1				
Разраб.	Сергеева				ТГУ						XXXX.XXXX 10141.00001								
Пров.	Гуляев																		
														Цех		Уч.	РМ	Опер 025	
Н. Контр.	Гуляев				Корпус														
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД		
4110 Токарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013				180 НВ		166	5,88	Ø223,6x47				8,03	1		
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Те	Тпз	Тшт	СОЖ							
CORMAK CKT 400X1000 SAN8				XXXXXX				1,696	0,296	17	2,111	Укринол- 1							
Р					ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V						
01					мм		мм	мм	мм/об		об/мин	м/мин							
002	1. Установить и снять заготовку																		
T03	396111XXX- патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80																		
004	2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-3																		
T05	392110XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																		
T06	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																		
P07	XX				220,0		27	0,5	1	0,25	500	345,4							
P08	XX				220,0		111	0,5	1	0,15	500	345,4							
09																			
10																			
11																			
12																			
ОКП																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7									
Дубл.									
Взам.									
Подп.									
						01101.24205	1	1	
Разраб.	Сергеева					ТГУ		XXXX.XXXX	
Пров.	Гуляев							10141.00001	
Н. Контр.	Гуляев					Корпус			Цех Уч. РМ Опер 065
√ Ra1,25									
КЭ									

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.																						
Взам.																						
Подп.																						
												01101.24205				1		1				
Разраб.	Сергеева			ТГУ										XXXX.XXXX								
Пров.	Гуляев													10141.00001								
Н. Контр.	Гуляев			Корпус												Цех	Уч.	РМ	Опер			
																						070

✓ Ra1,25

Technical drawing of a mechanical part, likely a housing (Корпус), showing a cross-section A-A. The drawing includes dimensions: 12.2 ± 0.05, 18.5°, 6, 4, 5, R8.3 ± 0.05, and R101 ± 0.05. Surface finish Ra 3.2 is indicated on the top surface. The part is hatched with diagonal lines.

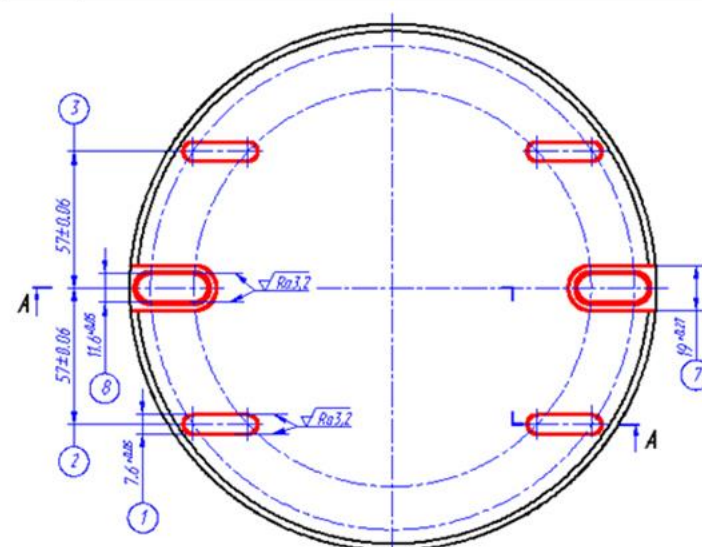
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
												01101.24205				1		1	
Разраб.		Сергеева																XXXXX.XXXXX	
Пров.		Гуляев																10141.00001	
Н. Контр.		Гуляев																Корпус	
																		Цех Уч. РМ Опер 070	





КЭ

Приложение Б Спецификации

Таблица Б.1 – Спецификации

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			25.БР.ОТМП.021.60.000СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	25.БР.ОТМП.021.60.001	Корпус патрона	1	
		2	25.БР.ОТМП.021.60.002	Подкулачник	3	
		3	25.БР.ОТМП.021.60.003	Кулачок	3	
		4	25.БР.ОТМП.021.60.004	Крышка	1	
		5	25.БР.ОТМП.021.60.005	Пробка	1	
		6	25.БР.ОТМП.021.60.006	Втулка	1	
		7	25.БР.ОТМП.021.60.007	Рычаг	3	
		8	25.БР.ОТМП.021.60.008	Тяга	1	
		9	25.БР.ОТМП.021.60.009	Сухарь	3	
		10	25.БР.ОТМП.021.60.010	Сухарь	3	
		11	25.БР.ОТМП.021.60.011	Корпус	1	
		12	25.БР.ОТМП.021.60.012	Корпус	1	
		13	25.БР.ОТМП.021.60.013	Крышка	1	
		14	25.БР.ОТМП.021.60.014	Втулка	1	
		15	25.БР.ОТМП.021.60.015	Поршень	2	
		16	25.БР.ОТМП.021.60.016	Шток	1	
		17	25.БР.ОТМП.021.60.017	Демпфер	2	
		18	25.БР.ОТМП.021.60.018	Прокладка	1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	25.БР.ОТМП.021.60.000	
Разраб.	Сергеева				Патрон рычажный	
Пров.	Гуляев					
Н. Контр.	Гуляев				ТГУ, ИМ, гр. ТМбдо-2101а	
Уте.	Логинев					
					Лит.	Лист
						1
						3

Продолжение таблицы Б.1

63

Продолжение таблицы Б.1

64

Продолжение таблицы Б.1

65

Продолжение таблицы Б.1

66