

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 картера редуктора

Обучающийся

Р.А. Наумов

(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.Г. Смышляева

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

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

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

Аннотация

В работе разработана технология изготовления корпуса картера редуктора массой 1,84 килограмма из антифрикционного серого чугуна с пластинчатым графитом АЧС-3 в количестве 20000 деталей в год. Технология соответствует стандартам качества и безопасности производства, а все изменения базовой технологии учитывают требования по экономической эффективности. Предлагаемая технология включает в себя процессы отливки, обработки на станках с ЧПУ (токарная, сверлильная, шлифовальная), термической обработки. Все процессы обработки корпуса картера редуктора сопровождаются контролем качества. Выбранные технологические переходы осуществляются с применением современного оборудования с ЧПУ. Лимитирующая токарная операция выполнена с применением передовых технологических решений в конструировании оснащения. Конструкторская разработка направлена на усовершенствование станочного приспособления и инструментального оснащения для лимитирующей операции с целью повышения эффективности обработки материала и улучшения качества обработки поверхности. В работе показано, что уменьшение времени и затрат на обработку на токарных переходах, а также увеличение срока службы инструмента приводит к экономическому эффекту. Меры безопасности включают в себя проведение обязательного технического обслуживания инструментов. В результате усовершенствования средств технологического оснащения ожидается улучшение процесса обработки, снижение затрат на производство и повышение безопасности труда. Разработанная технология является высокопроизводительной, обеспечивает заданное качество детали, что позволяет снизить издержки производства.

Технология изготовления детали соответствует среднесерийным условиям производства. Она представляет собой оптимальное решение для производства корпуса картера редуктора и соответствует требованиям задания на проектирование.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ технического объекта.....	6
1.1 Обоснование технологичности технического объекта	6
1.2 Постановка задач	9
2 Технология изготовления технического объекта	11
2.1 Получение заготовки, порядок и средства ее обработки.....	11
2.2 Расчет режимов резания и норм времени.....	27
3 Средства технического и технологического оснащения	31
3.1 Станочное приспособление	31
3.2 Инструментальное оснащение.....	34
4 Безопасность и экологичность технического объекта	39
5 Экономическая эффективность работы	45
Заключение	49
Список используемых источников.....	50
Приложение А Технологическая документация.....	52
Приложение Б Спецификации	61

Введение

Механическая обработка металлов и любых других сплавов или материалов имеет огромное значение в мире и в промышленности, так как это основа всего производства в мире. Мы производим автомобили, самолеты, корабли, возводим города, создаём разнообразное оборудование, военную технику, различные детали механизмов, которые должны отвечать определённым требованиям и обладать высоким качеством [18]. Всё это невозможно без какой-либо термообработки или механической обработки материалов. Для правильного изготовления той или иной детали создаются большие технологические карты, в которых подробно описываются все технологические процессы, операции и процедуры, которые должна пройти заготовка, чтобы превратиться в качественную и долговечную деталь, которая прослужила бы долгие годы [2]. Без этих подробных инструкций люди не смогли бы сконструировать или правильно изготовить деталь. В противном случае, деталь может оказаться бракованной и поломаться, что в свою очередь может стать причиной порой больших последствий. Поэтому люди стремятся к тому, чтобы повысить качество любой продукции или процесса. Ведь высокое качество – это, в первую очередь, залог безопасности [12].

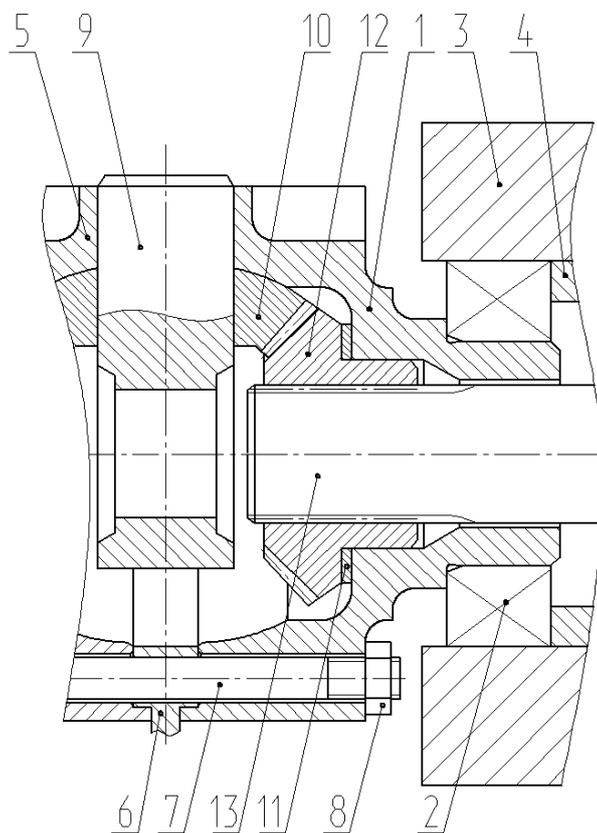
Сложные в техническом, организационном плане машиностроительные процессы невозможны без соответствующих специалистов. Наличие высококвалифицированных кадров - инженеров, конструкторов, технологов, квалифицированных рабочих - является важнейшим фактором в развитии машиностроительного комплекса. Уровень подготовки и наличие соответствующих компетенций напрямую влияет на эффективность производства, разработку новых изделий и технологий по их изготовлению и, в конечном итоге, конкурентоспособность всей отрасли [16]. Технологическое оснащение и оборудование являются ресурсоемкими изделиями с высокой стоимостью. Поэтому оснащение производств машиностроительного комплекса современным оборудованием требует значительных финансовых

ресурсов для модернизации и развития. Доступность кредитования, инвестиций, субсидий и государственных программ по развитию ключевых направлений в машиностроении способствуют созданию и совершенствованию технологий и изделий. Современное технологическое оборудование отличается высокой сложностью, использует самые современные достижения в области использования высокоэнергетических методов обработки, гибридных и комбинированных технологий, современных материалов [9]. Применяются передовые технологии в области автоматизации, как для реализации технологических процессов на рабочих местах, так и для подготовки самого производства. Внедрение инновационных подходов в области технологий, проектирования, управления, контроля позволяет значительно повысить эффективность машиностроительного производства, улучшить качество продукции, в том числе сложной в технологическом плане, сократить сроки разработки и выпуска новых изделий. В целом направление, связанное с цифровизацией процессов на всех уровнях машиностроительного производства, от рабочих мест до управляющих структур, очень интенсивно развивается. Использование автоматизации, роботизации, применение искусственного интеллекта, аналитики данных и других подходов дает синергетический эффект по повышению эффективности производства [13]. С учетом изменившейся концепции в реализации жизненного цикла изделия, где первым этапом вместо научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, идут маркетинговые исследования по формированию требований к будущему изделию, изменились требования к работе машиностроительных производств. Отказавшись от жестких систем массового производства, переходят на производство изделий, требования к которым постоянно меняются [11]. Поэтому технологическая оснащенность производства в плане автоматизации позволяет внедрять гибкие производственные системы. Они обеспечивают оперативную реакцию на меняющиеся потребности рынка и позволяют гибко перенастраивать производственные процессы.

1 Анализ технического объекта

1.1 Обоснование технологичности технического объекта

Предлагается разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус». Часть редуктора, в состав которой входит деталь, показана на рисунке 1. Редуктор в станках является ключевым элементом, который преобразует вращательное движение от двигателя с высокой скоростью и низким крутящим моментом в медленное вращение с большим крутящим моментом, необходимым для работы инструмента станка.



1 – корпус картера; 2 – подшипник; 3 – редуктор; 4 – гайка подшипника; 5 – аналогичный корпус; 6 – ведомая цилиндрическая шестерня; 7 – винт; 8 – гайка; 9 – крестовина; 10 – сателлиты; 11 – опорная шайба; 12 – дифференциал; 13 – полуось

Рисунок 1 – Часть редуктора

В функции редуктора входит передача мощности от двигателя, изменение скорости и крутящего момента, например, снижает скорость вращения, увеличивая при этом крутящий момент, в некоторых случаях редукторы могут изменять направление вращения.

Деталь «Корпус» предназначена для установки и компоновки составляющих элементов редуктора. Для материала, из которого целесообразнее изготовить предлагаемую деталь определим серый чугун с пластинчатым графитом АЧС-3 ГОСТ 1585-85. Материал обладает высокой прочностью и твёрдостью и способен выдерживать большие нагрузки без разрушения. Добавление титана в состав сплава придаёт ему устойчивость к коррозии.

В состав материала детали входят следующие химические элементы: процентное содержание углерода определяется как соотношение от 1,7 до 2,6 к единице; процентное содержание серы определяется как соотношение до 0,12 к единице; процентное содержание фосфора определяется как соотношение от 0,15 до 0,4 к единице; процентное содержание хрома определяется как соотношение до 0,3 к единице; процентное содержание никеля определяется как соотношение до 0,3 к единице; процентное содержание марганца определяется как соотношение от 0,3 до 0,7 к единице; процентное содержание кремния определяется как соотношение от 0,17 до 0,37 к единице и процентное содержание титана определяется как соотношение от 0,03 до 0,1 к единице [4]. Твёрдость материала 160-190 единиц.

Для соблюдения технических требований, указанных на чертеже детали в обязательном порядке необходимо провести систематизацию и классификацию всех поверхностей. Результат этой процедуры показан на рисунке 2, а сама классификация представлена в таблице 1.

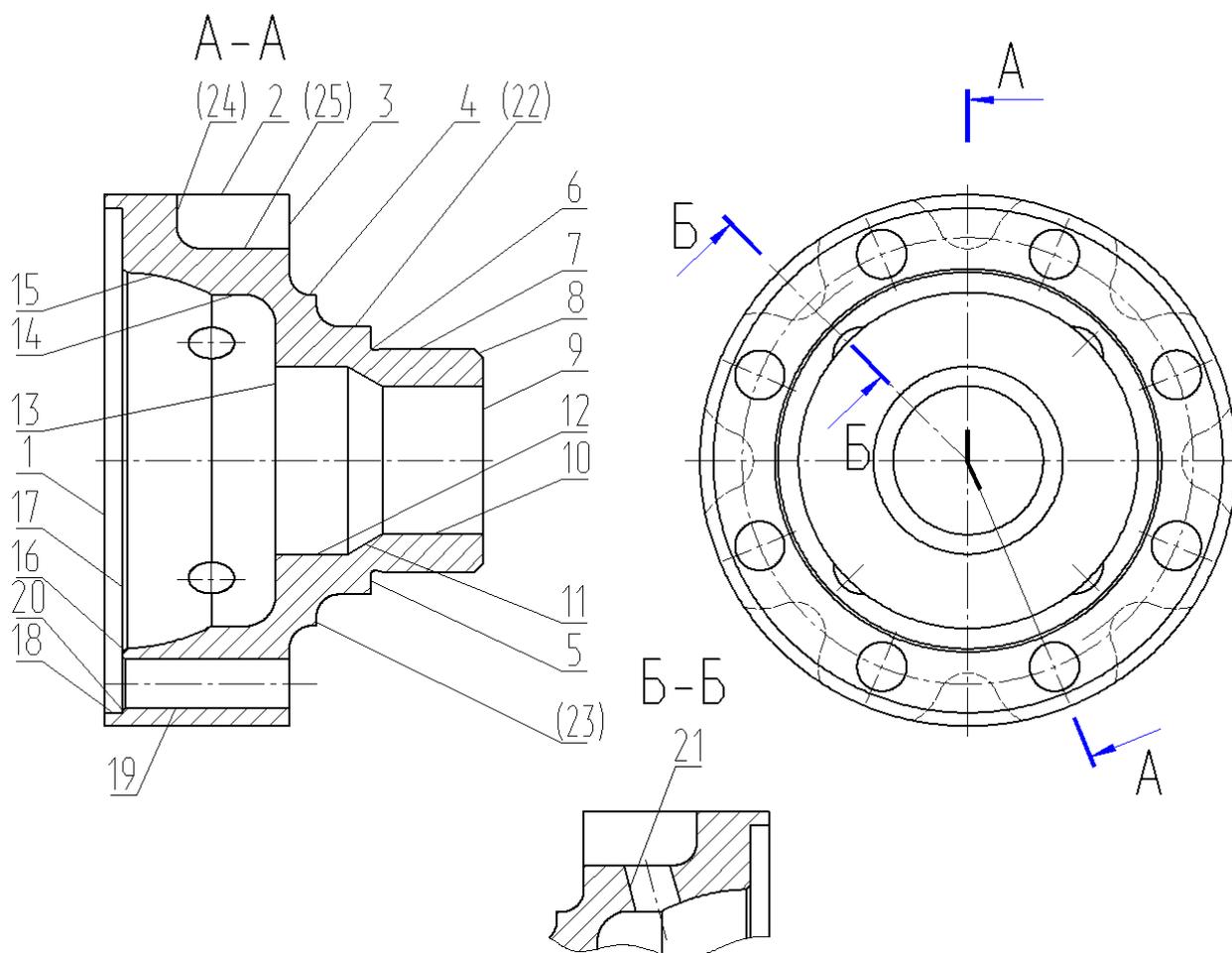


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей

Таблица 1 – Классификация поверхностей

Тип поверхностей	Обозначения на рисунке 2
«основные конструкторские базы (ОКБ)	1, 6
вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	2, 9, 10, 12
исполнительные (ИП)	7, 15
свободные (СП)	все остальные» [17]

При изучении процесса обработки детали были обнаружены недостатки. Оборудование морально устарело, в следствии чего, снижается производительность труда. Для устранения выявленных проблем в исходном технологическом процессе предлагается следующий план мероприятий: замена устаревшего оборудования.

Современное оборудование должно соответствовать следующим техническим и технологическим требованиям: точность: оборудование

должно обеспечивать точность обработки, чтобы соответствовать требованиям к качеству продукции; автоматизация: оборудование должно быть полностью автоматизировано для выполнения технологических задач без постоянного присутствия оператора; программируемость: оборудование должно поддерживать программирование для выполнения различных задач обработки; безопасность: оборудование должно быть безопасным в использовании и обеспечивать безопасность; эффективность: оборудование должно быть энергоэффективным и способным работать в течение длительного времени без перегрева и износа; техническое обслуживание: Оборудование должно быть простым в обслуживании, с возможностью замены изношенных или поврежденных компонентов; совместимость: оборудование должно быть совместимо с другими схемами и технологиями, используемыми в производстве.

Возможность изготовления детали является достижимой в виду ее технологичности. Таким образом реализация проектирования технологического процесса является реальной.

1.2 Постановка задач

Необходимо спроектировать технологический процесс изготовления корпуса картера редуктора, который включает широкое использование автоматизированных систем, высокопроизводительных средств оснащения и инструмент. Необходимо применить программное управление процессом обработки, особенно для переходов по точению. На высокоточные операции необходимо предусмотреть системы контроля.

Предложить технологию, которая должна включать в себя процессы отливки, обработки на станках с ЧПУ, термическую обработку. Все процессы обработки корпуса картера редуктора сопровождать контролем качества. Технологические переходы осуществить с применением современного оборудования с ЧПУ. Лимитирующую токарную операцию выполнить с

применением передовых технологических решений в конструировании оснащения. Конструкторскую разработку направить на усовершенствование станочного приспособления и инструментального оснащения для лимитирующей операции с целью повышения эффективности обработки материала и улучшения качества обработки поверхности. Доказать, что уменьшение времени и затрат на обработку на токарных переходах, а также увеличение срока службы инструмента приводит к экономическому эффекту. Для этого требуется спроектировать соответствующие приспособление и инструментальное оснащение. Предложить меры безопасности, которые в обязательном порядке должны включать в себя проведение обязательного технического обслуживания инструментов. Усовершенствовать средства технологического оснащения для улучшения процесса обработки, снижения затрат на производство и повышения безопасности труда. Разработать высокопроизводительную технологию, которая должна обеспечить заданное качество детали, что позволит в итоге снизить издержки производства.

В разделе созданы все предпосылки для разработки технологии изготовления детали, которая соответствует среднесерийным условиям производства. Поставлены задачи для работы, решение которых в последующих разделах приведет к созданию условий производства корпуса картера редуктора, соответствующим требованиям задания на проектирование.

2 Технология изготовления технического объекта

2.1 Получение заготовки, порядок и средства ее обработки

В таблице 2 представлены исходные данные для выбора типа производства и проектирования заготовки.

Таблица 2 – Проектирование заготовки (исходные данные)

Масса детали, кг	Материал заготовки	Тип производства	Выпуск, шт.	Метод получения заготовки
1,84	АЧС-3 ГОСТ 1585-85	среднесерийный	20000	отливка

«Учитывая отмеченные ранее физико-механические свойства выбранного материала для детали (чугун АЧС-3), а также пространственно-геометрическую форму корпуса картера, целесообразно выбрать метод получения заготовки с помощью отливки» [21]. «Другие методы получения заготовки отклоняем, так как поверхности 22 – 25 получаются без механической обработки.

Объем заготовки определим по формуле:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{ЭЛ}^2 \cdot l_{ЭЛ} \text{ мм}^3 \quad (1)$$

где $d_{ЭЛ}$ – диаметр элемента;

$l_{ЭЛ}$ – длина элемента» [15] (рисунок 3).

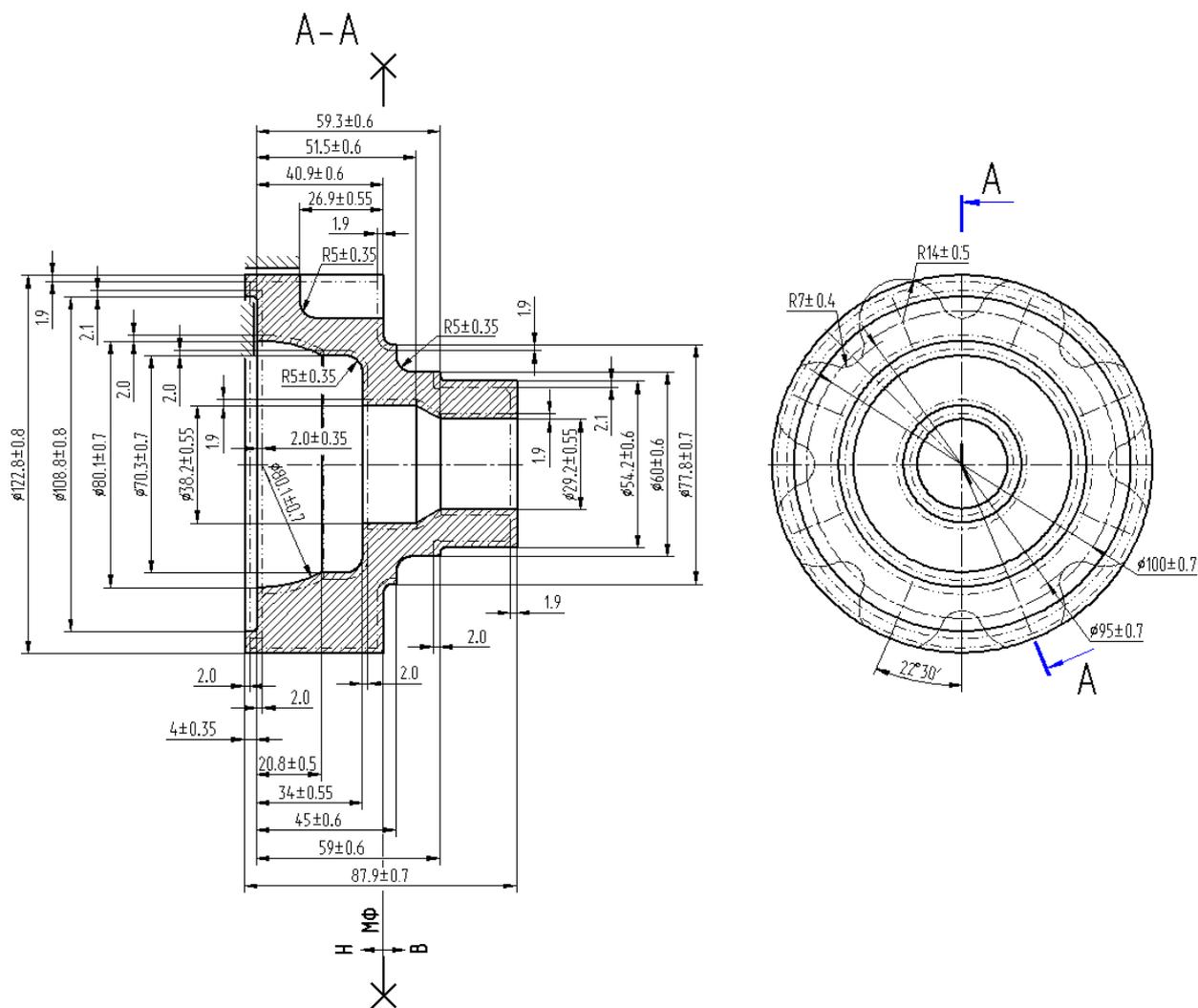


Рисунок 3 – Эскиз заготовки

«Получим:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (122,82^2 \cdot 44,9 + 77,8^2 \cdot 3 + 60^2 \cdot 14 + 54,2^2 \cdot 24,9 - 108,8^2 \cdot 4 - 75,2^2 \cdot 20,8 - 70,3^2 \cdot 13,2 - 38,2^2 \cdot 7,8 - 29,2^2 \cdot 24,6 - 14^2 \cdot 26,9) = 385459 \text{ мм.}$$

Масса заготовки определяется по формуле:

$$M_3 = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где M_3 – масса заготовки, кг;

V – объем, мм³;

γ – плотность чугуна, кг/м³» [15].

«Тогда получим:

$$M_3 = 385459 \cdot 7,0 \cdot 10^{-6} = 2,71 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала на литую заготовки определим по формуле:

$$K_{ИМ} = \frac{M_D}{M_3} \quad (3) \text{ [15]}$$

Получим:

$$K_{ИМ} = \frac{1,84}{2,71} = 0,68.$$

На следующем этапе проектирования «для выбранного типа производства необходимо определить припуски на точные поверхности. Выбираем поверхность диаметром 110f7 мм. Воспользуемся расчетно-аналитическим методом определения припусков» [17] Расчетные данные с количественными показателями значений припусков на сторону показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Припуски

«Переходы	Элементы, мкм			2Z min	Td/IT	Размеры, мм		Припуск, мм» [1]	
	Rz ⁱ⁻¹	ε _{уст} ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹			d ⁱ min	d ⁱ max	2Z min	2Z max
	«первый	0,160	-			1,025	-	2,8 T3	113,677
второй	0,050	0,440	0,062	-	0,540 13	110,726	111,266	5,211	5,211
третий	0,025	0,100	0,041	2,24	0,140 h10	110,291	110,431	0,835	0,835
четвертый	0,010	0,050	0,021	0,37	0,054 h8	110,062	110,116	0,315	0,315
пятый» [15]	0,005	0,030	0,010	0,12	0,035 f7	109,929	109,964	0,152	0,152

На рисунке 4 показана отливка с применением данных таблицы 3.

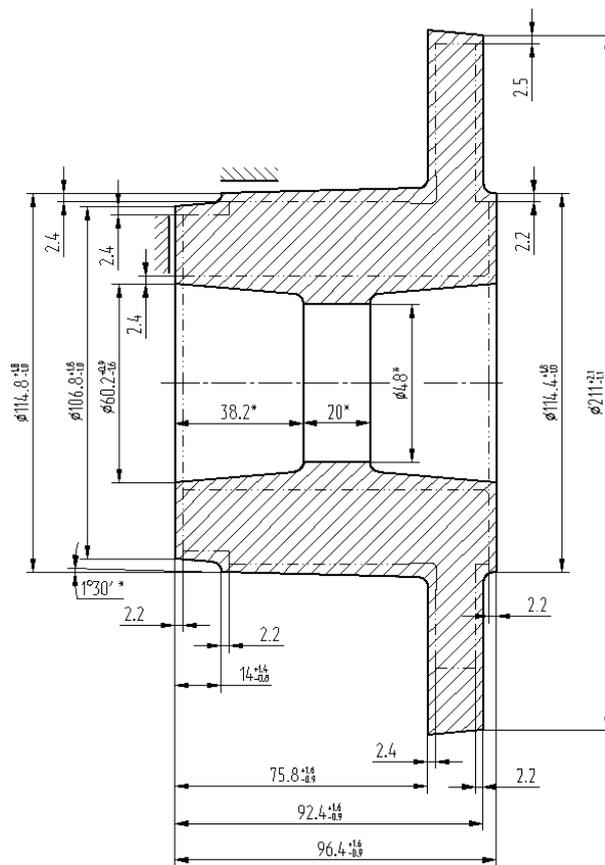


Рисунок 4 – Отливка

Далее покажем в какой последовательности обрабатываются поверхности детали.

Плоскую поверхность 1 с операционным радиальным размером 119/113 миллиметров и операционным линейным размером 3 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого качества точности (IT) и линейного размера десятого качества точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: точить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого качества точности (IT); точить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого качества точности (IT); точить тонко и довести точность обработки

поверхности до девятого квалитета точности (*IT*). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 4,2.

Цилиндрическую поверхность 2 с операционным радиальным размером 119 миллиметров и операционным линейным размером 41 миллиметр для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (*IT*) и линейного размера четырнадцатого квалитета точности (*IT*) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (*HB*) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: точить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (*IT*); точить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (*IT*). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 2,2.

Плоскую поверхность 3 с операционным радиальным размером 119/74 миллиметров и операционным линейным размером 22,5 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (*IT*) и линейного размера четырнадцатого квалитета точности (*IT*) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (*HB*) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: точить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (*IT*); точить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (*IT*). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 2,2.

Цилиндрическую поверхность 4 с операционным радиальным размером 74 миллиметров и операционным линейным размером 6 миллиметров для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (*IT*) и линейного

размера четырнадцатого качества точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: точить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого качества точности (IT); точить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого качества точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 2,2.

Плоскую поверхность 5 с операционным радиальным размером 60/50 миллиметров и операционным линейным размером 5 миллиметров для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера девятого качества точности (IT) и линейного размера четырнадцатого качества точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: точить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого качества точности (IT); провести термическую обработку поверхности; точить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого качества точности (IT); шлифовать начерно и довести точность обработки поверхности до девятого качества точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 3,1.

Канавку 6 с операционным радиальным размером 3 миллиметра глубиной 0,3 миллиметра и операционным линейным размером 3 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого качества точности (IT) и линейного размера четырнадцатого качества точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) «равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической

обработки: точить начисто и довести точность обработки поверхности до одиннадцатого качества точности (IT); провести термическую обработку поверхности. Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит» [19] 1,2.

Цилиндрическую поверхность 7 с операционным радиальным размером 50к6 миллиметров и операционным линейным размером 25 миллиметров для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого качества точности (IT) и линейного размера четырнадцатого качества точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 0,63 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: точить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого качества точности (IT); провести термическую обработку поверхности; точить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого качества точности (IT); шлифовать начерно и довести точность обработки поверхности до восьмого качества точности (IT); шлифовать начисто и довести точность обработки поверхности до шестого качества точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 4,3.

Коническую поверхность 8 с операционным радиальным размером 2 миллиметра с уклоном 45 градусов и операционным линейным размером 2 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого качества точности (IT) и линейного размера четырнадцатого качества точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: точить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого качества точности (IT); точить начисто и

довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (*IT*). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 2,2.

Плоскую поверхность 9 с операционным радиальным размером 46/33 миллиметров и операционным линейным размером 6,5 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (*IT*) и линейного размера четырнадцатого квалитета точности (*IT*) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (*HB*) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: точить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (*IT*); точить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (*IT*). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 2,2.

Цилиндрическую поверхность 10 с операционным радиальным размером 33 миллиметра и операционным линейным размером 22 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (*IT*) и линейного размера четырнадцатого квалитета точности (*IT*) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (*HB*) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: расточить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (*IT*); расточить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (*IT*). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 2,4.

Коническую поверхность 11 с операционным радиальным размером 42 миллиметра с уклоном 30 градусов и операционным линейным размером 8 миллиметров для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (*IT*)

и линейного размера четырнадцатого квалитета точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: расточить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT); расточить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 2,4.

Цилиндрическую поверхность 12 с операционным радиальным размером 42 миллиметра и операционным линейным размером 16 миллиметров для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (IT) и линейного размера четырнадцатого квалитета точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: расточить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT); расточить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 2,4.

Плоскую поверхность 13 с операционным радиальным размером 60/42 миллиметров и операционным линейным размером 9 миллиметров для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (IT) и линейного размера десятого квалитета точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: расточить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT); расточить начисто и довести точность обработки поверхности

до десятого квалитета точности (IT); расточить тонко и довести точность обработки поверхности до девятого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 3,8.

Цилиндрическую поверхность 14 с операционным радиальным размером 74,3 миллиметра и операционным линейным размером 14,2 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера десятого квалитета точности (IT) и линейного размера четырнадцатого квалитета точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: расточить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT); расточить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (IT); расточить тонко и довести точность обработки поверхности до девятого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 3,8.

Сферическую поверхность 15 с операционным радиальным размером 84,14 миллиметра и операционным линейным размером 19,8 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера девятого квалитета точности (IT) и линейного размера четырнадцатого квалитета точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 1,25 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: расточить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT); расточить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (IT); расточить тонко и довести точность обработки поверхности до девятого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 3,8.

Коническую поверхность 16 с операционным радиальным размером 1 миллиметр с уклоном 45 градусов и операционным линейным размером 1 миллиметр для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого качества точности (IT) и линейного размера четырнадцатого качества точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) «равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: расточить начисто и довести точность обработки поверхности до одиннадцатого качества точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит» [19] 1,4.

Плоскую поверхность 17 с операционным радиальным размером 113/84 миллиметров и операционным линейным размером 14,5 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого качества точности (IT) и линейного размера девятого качества точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 2,5 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: расточить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого качества точности (IT); расточить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого качества точности (IT); расточить тонко и довести точность обработки поверхности до девятого качества точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 3,8.

Цилиндрическую поверхность 18 с операционным радиальным размером 113Н8 миллиметров и операционным линейным размером 4 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера восьмого качества точности (IT) и линейного размера десятого качества точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 2,5 микрометра и твердостью (HB)

равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: расточить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT); расточить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (IT); расточить тонко и довести точность обработки поверхности до восьмого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 3,8.

Цилиндрическую поверхность 19 с операционным радиальным размером 11 миллиметров и операционным линейным размером 37 миллиметров для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (IT) и линейного размера четырнадцатого квалитета точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 6,3 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: расточить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT); сверлить и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 1,2.

Коническую поверхность 20 с операционным радиальным размером 0,6 миллиметра с уклоном 45 градусов и операционным линейным размером 0,6 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (IT) и линейного размера четырнадцатого квалитета точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 6,3 микрометра и твердостью (HB) «равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: сверлить и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит» [19] 1,2.

Цилиндрическую поверхность 21 с операционным радиальным размером 10 миллиметров и операционным линейным размером 10,7 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (IT) и линейного размера четырнадцатого квалитета точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 12,5 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: расточить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT); сверлить и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 1,2.

Цилиндрическую поверхность 22 с операционным радиальным размером 60 миллиметров и операционным линейным размером 28 миллиметров для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (IT) и линейного размера десятого квалитета точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: точить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT); точить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 2,4.

Коническую поверхность 23 с операционным радиальным размером 0,6 миллиметра с уклоном 45 градусов и операционным линейным размером 0,6 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (IT) и линейного размера четырнадцатого квалитета точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 6,3 микрометра и

твердостью (HB) «равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: точить начисто и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит» [19] 1,2.

Плоскую поверхность 24 с операционным радиальным размером 144 миллиметра и операционным линейным размером 22 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (IT) и линейного размера девятого квалитета точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: точить начерно и довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT); точить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 2,4.

Цилиндрическую поверхность 25 с операционным радиальным размером 86 миллиметров и операционным линейным размером 42 миллиметра для получения требуемого качества механической обработки при достижении радиального размера четырнадцатого квалитета точности (IT) и линейного размера десятого квалитета точности (IT) с результирующей шероховатостью поверхности (R_a) равной 3,2 микрометра и твердостью (HB) равной 180 будем получать в ходе выполнения ряда технологических операций. Предлагаем следующую последовательность механической обработки: точить начерно и «довести точность обработки поверхности до тринадцатого квалитета точности (IT); точить начисто и довести точность обработки поверхности до десятого квалитета точности (IT). Коэффициент трудоемкости при выполнении этих операций составит 2,4» [19].

«Для реализации предлагаемой последовательности обработки поверхностей детали и получения готового изделия необходим определенный состав средств технологического оснащения, который приведен в таблице 4» [19].

Таблица 4 – СТО

«Операция	Оборудование	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
005 010	DMTG СКЕ6150Z/ 1500	Патрон ГОСТ 2675-80	<p>Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина ромбическая, СМП Томал-10 $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$</p> <p>Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина расточная СМП Томал-10 $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$» [3]</p>	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
«015 020			<p>Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина ВК4М $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$» [3]</p> <p>«Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина расточная ВК4МН $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$» [3]</p>	

Продолжение таблицы 4

«Операция	Оборудование	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
025	3Т153Ф1	Патрон ОСТ 3-3443-76	Шлифовальный круг 3 500х30х203 63С F36 О 4 V А 35 м/с 2 класс ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
030	16В05АФ3 0-01	Патрон ОСТ 3-3443-76	Резец токарный расточной сборной с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина расточная ВК3М покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 Борштанга расточная регулируемая. Пластина расточная ВК3М покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=90^\circ$ D=113	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69
035	500VS	Приспособление ГОСТ 12195-66	Сверло ступенчатое комбинированное $\varnothing 11$, $\varnothing 10$ ОСТ 2И21-2-76 P6M5K5	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69
040	3Т153Ф1	Патрон ОСТ 3-3443-76	Шлифовальный круг 3 500х30х203, 63С F60 L 6 V А 35 м/с 2 класс ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Приспособление измерительное с индикатором» [3]

В таблице 4 для каждой технологической операции указан выбор СТО: необходимое оборудование, приспособления, инструмент и средства контроля [14].

Более подробная информация находится в технологической документации, которая показана в приложении А в таблице А.1.

Конструкторско-технологическая документация – это документация с графической и текстовой информацией, определяющей состав изделия.

Конструкторская документация делится на проектную, рабочую и технологическую. Проектная документация: техническое предложение; технический проект; чертёж общего вида; эскизный проект. Рабочая документация: графическая; рабочие чертежи (деталей, сборочные): текстовая (спецификация, пояснительная записка). Технологическая документация: маршрутно-комплектовочная карта; карта технологического процесса; ведомость деталей; операционная карта; инструкция; карта эскизов.

2.2 Расчет режимов резания и норм времени

«Расчет режимов резания проведем с помощью эмпирических зависимостей (рассчитаем припуски на цилиндрическую поверхность) для обработки самой точной поверхности – шейки $\varnothing 50k6 \begin{pmatrix} +0.018 \\ +0.002 \end{pmatrix}$. Припуски приведены» [15] в таблице 5.

Для наглядности пространственного представления геометрических параметров рассчитанных припусков на обрабатываемую сторону заготовки на рисунке 5 представлена схема расположения припусков, допусков и операционных размеров для обработки шейки $\varnothing 50k6 \begin{pmatrix} +0.018 \\ +0.002 \end{pmatrix}$.

Таблица 5 – Припуск

Переход	Элементы припускам				2Z min	Td/IT	Размеры		Припуски	
	Rz ⁱ⁻¹	h ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹	ε _{уст} ⁱ⁻¹			d ⁱ max	d ⁱ min	2Z max	2Z min
«отлить»	0.160	0.200	0.848	-	-	1.2 8 ст.	54.590	53.390	-	-
точить начерно	0.050	0.050	0.051	0.440	2.631	0.390 13	51.149	50.759	3.441	2.631
точить начисто	0.025	0.025	0.034	0.090	0.407	0.100 h10	50.452	50.352	0.697	0.407]
шлифовать начисто	0.010	0.020	0.017	0.050	0.221	0.039 h8	50.170	50.131	0.282	0.221
шлифовать начисто	0.005	0.015	0.008	0.030	0.129	0.016 k6	50.018	50.002	0.152	0.129» [10]

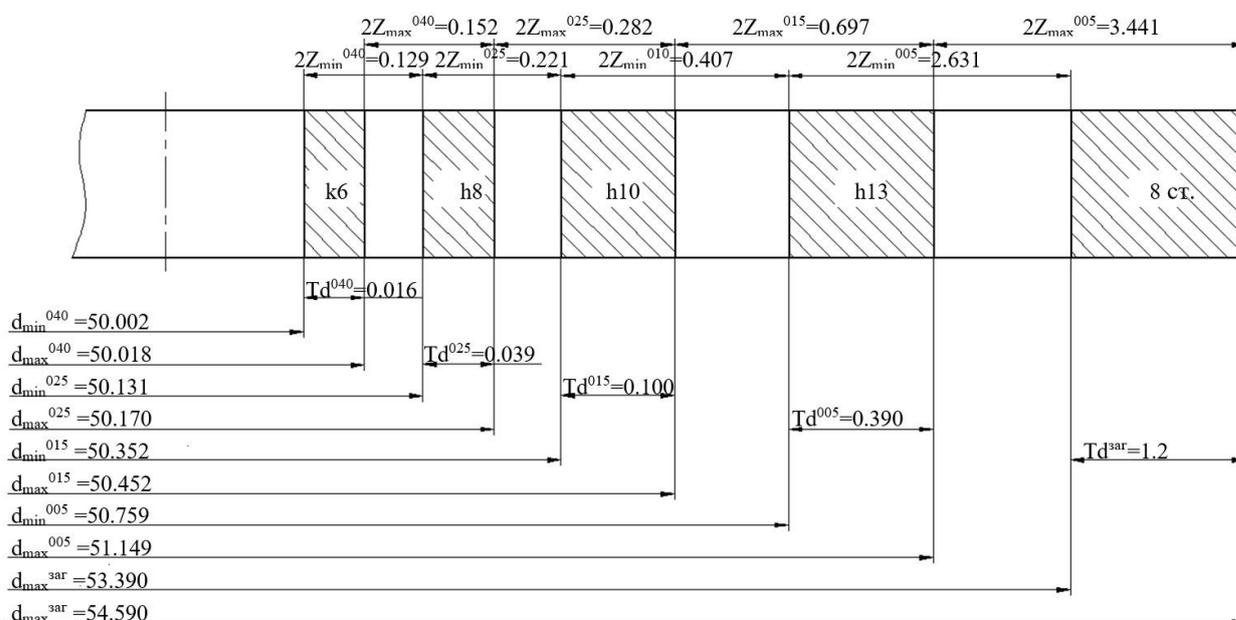


Рисунок 5 – Припуски, допуски и операционные размеры для обработки шейки $\varnothing 50k6 \begin{pmatrix} +0.018 \\ +0.002 \end{pmatrix}$

«Режимы резания для технологических операций будем определены табличным методом» [21] и результаты отмечены в таблице 6.

Таблица 6 – Режимы резания

«Операция	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов V_T , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости n , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$ об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин» [15]
«005	точить $\varnothing 51,2$	1,5	0,4	138,9	864	864	138,9
	точить $\varnothing 74,7$	1,5	0,4	138,9	592	592	138,9
	подрезать торец до $\varnothing 122,8$	1,5	0,4	138,9	360	360	138,9
010	точить $\varnothing 119,7$	1,5	0,4	138,9	369	369	138,9
	расточить $\varnothing 118$	1,5	0,4	125,0	337	337	125,0
	расточить $\varnothing 83,1$	1,5	0,4	125,0	479	479	125,0
	расточить $\varnothing 73,3$	1,5	0,4	125,0	543	543	125,0
	расточить $\varnothing 41,3$	1,5	0,4	125,0	954	954	125,0
	расточить $\varnothing 32,3$	1,5	0,4	125,0	1232	1232	125,0
015	точить $\varnothing 50,5$	0,35	0,2	266,1	1678	1678	266,1
	точить $\varnothing 74$	0,35	0,2	266,1	1145	1145	266,1
	подрезать торец до $\varnothing 119,7$ » [15]	0,35	0,2	266,1	708	708	266,1
«020	точить $\varnothing 119$	0,35	0,2	266,1	712	712	266,1
	расточить $\varnothing 118,7$	0,35	0,2	239,5	642	642	239,5
	расточить $\varnothing 83,8$	0,35	0,2	239,5	910	910	239,5
	расточить $\varnothing 74$	0,35	0,2	239,5	1030	1030	239,5
	расточить $\varnothing 42$	0,35	0,2	239,5	1816	1816	239,5
	расточить $\varnothing 33$	0,35	0,2	239,5	2311	2240	232,1
025	шлифовать $\varnothing 50,18$	0,16	1,5/0,45*	35	222	222	35
030	расточить $\varnothing 113$	0,15	0,05	360,0	1014	1014	360,0
	расточить $\varnothing 84,14$	0,15	0,05	360,0	1362	1362	360,0
	расточить $\varnothing 74,3$	0,15	0,05	360,0	1543	1543	360,0
035	сверлить $\varnothing 10$	5,0	0,08/0,3	32	1014	1014	32,0
	сверлить $\varnothing 11$	5,5	0,3	34	984	984	34,0
040	шлифовать $\varnothing 50$	0,09	1,1/0,30*	35	222	222	35» [15]

В таблице 6 обозначено * – подача в мм/мин. Нормы времени на технологические операции приведем в таблице 7.

Таблица 7 – Нормы времени (в минутах)

«Операция	T_0	T_B	$T_{ОП}$	$T_{ШТ-К}$	$T_{П-3}$	$T_{ШТ}$	n	$T_{ОБ,О-Т}$
005	0,312	0,592	0,904	0,054	17	0,958	236	1,030
010	0,856	0,703	1,559	0,093	20	1,652	236	1,737
015	0,298	0,618	0,916	0,055	17	0,971	236	1,043
020	0,851	0,751	1,602	0,096	20	1,698	236	1,783
025	0,327	0,573	0,900	0,085	21	0,985	236	1,074
030	0,965	0,729	1,694	0,102	24	1,796	236	1,898
035	1,444	0,592	2,036	0,122	28	2,158	236	2,277
040	0,292	0,536	0,828	0,081	21	0,909	236	0,998» [6]

В разделе проведен комплексный анализ технологических операций, который включает в себя расчет режимов резания и норм времени на основе самых современных методик с использованием автоматизированных средств инженерных расчетов таких, как MatLab и MathCad их приложений Simulink. Результаты раздела также представлены в Приложениях А и Б в таблицах А.1 и Б.1.

3 Средства технического и технологического оснащения

3.1 Станочное приспособление

В разделе «для 015 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 015 операции получено значение главной составляющей силы резания 99 Н.

Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 6» [10]. «Сила зажима препятствует силе резания, обеспечивая равенство моментов этих сил.

Проведем расчет силы зажима заготовки с помощью трех кулачков. Зависимость этой силы от составляющей силы резания определяется формулой:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (4)$$

где K – запас;

P_z – составляющая силы резания;

R_0 – радиус зажимаемой поверхности;

R – радиус обрабатываемой поверхности» [15];

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:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 99 \cdot 119}{0,16 \cdot 119} = 1547 \text{ Н} \text{» [15].}$$

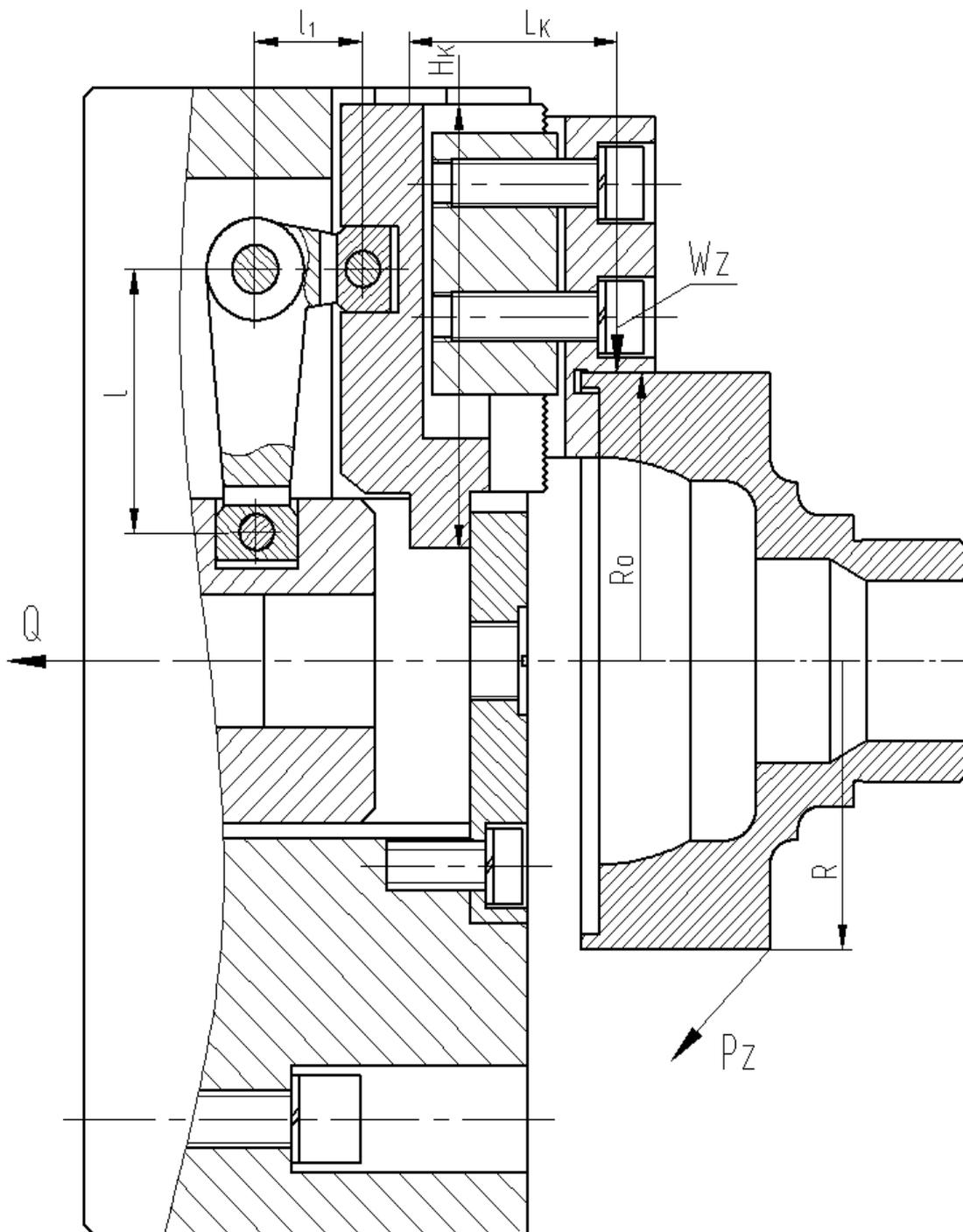


Рисунок 6 – Схема действия сил

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

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (5)$$

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

L – вылет кулачка равен 45 мм;

H – длина направляющей кулачка равна 92 мм» [15].

«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:

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \quad (6)$$

где l_1 и l – плечи рычага соответственно равны 22 мм и 55 мм» [15].

«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» [15].

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

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (7)$$

где p – необходимое давление;

η – КПД привода равно 0,9» [21].

«Получим:

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

Согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее к расчетному значению для диаметра штока присоединяемого пневматического цилиндра с вращающейся муфтой для резьбового конца шпинделя станка DMTG СKE6150z/1500 100 мм, ход кулачков патрона 3,2 мм и ход рычага 3,5 мм. Для упрощения дальнейших расчетов в настоящей работе погрешностью базирования можно пренебречь» [15].

3.2 Инструментальное оснащение

Для токарных операций при загрузке и выгрузке деталей принимаем промышленный робот АBB IRB 1100. Далее приведем технические характеристики. Робот показан на рисунке 7.



Рисунок 7 – Промышленный робот АBB IRB 1100

Общие характеристики: тип работа: универсальный; тип запястья: сферический; число степеней свободы: 6 осей; максимальная досягаемость: 727 мм; грузоподъемность: 25 кг; вес манипулятора: 50 кг; привод: электрический.

Преимущества: грузоподъемность позволяет работать с тяжелыми заготовками, а рабочий объем обеспечивает возможность манипулировать заготовками в широком пространстве.

Скорость: обеспечивает эффективную работу; точность: гарантирует высокое качество обработки материалов; программируемость: позволяет создавать сложные программы для обработки;

Описание робота. Разнообразные детали: оборудование должно быть способно работать с различными типами заготовок, изготовленных из различных материалов; грузоподъемность и рабочая зона: масса заготовки: до 4,1 кг; рабочая зона должна соответствовать размерам и кинематике робота; подключение инженерных средств: клиент обеспечивает подключение и доставку необходимых инженерных средств в согласованные точки; распределение инженерных ресурсов от точки подключения до точек потребления на оборудовании осуществляется участником; участник должен предоставить список необходимых инженерных средств, их основные требования и расходы; клиент обеспечивает подключение электричества только к одной точке; распределение электроэнергии по точкам потребления оборудования проводится участником; участник должен предоставить информацию о установленной электрической мощности оборудования.

Сигналы связи: для автоматического контроля и управления всеми технологическими процессами, связанными с оборудованием, такими как поставка деталей от источников и тому подобное, участник должен будет согласиться с заказчиком по списку и типам сигналов связи; стоимость предлагаемого оборудования не должна быть увеличена; установка необходимых кабелей и самих кабелей осуществляется заказчиком.

Общие технические требования к оборудованию: переход на другие токарные станки: оборудование должно иметь возможность перехода на другие токарные станки путем переналадки или установки сменных частей; переход должен быть удобным для персонала и быстрым;

«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:

$$W = K_1 \cdot K_2 \cdot m \cdot g, \quad (8)$$

где K_1 – страховочный коэффициент равен 3;

K_2 – передаточный коэффициент» [15].

«В формуле (8) $m = 2,71$ кг масса заготовки, рассчитанная ранее. g – ускорение свободного падения ($9,8 \text{ м/с}^2$). Передаточный коэффициент K_2 рассчитаем по формуле:

$$K_2 = \frac{\sin\alpha}{2 \cdot \mu}, \quad (9)$$

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

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

«Получим:

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

Окончательно сила захвата:

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

Расчетная схема захватного устройства представлена на рисунке 8.

Определим необходимое усилие привода Q из условия статического равновесия:

$$Q \cdot \eta = \frac{1}{m_c \cdot r_c} \cdot 2 \cdot M, \quad (10)$$

где η – КПД реечной передачи;

M – максимальный момент сил;

m_c – модуль зубчатой передачи сектора равен 2;

r_c – число зубьев сектора равно 11» [15].

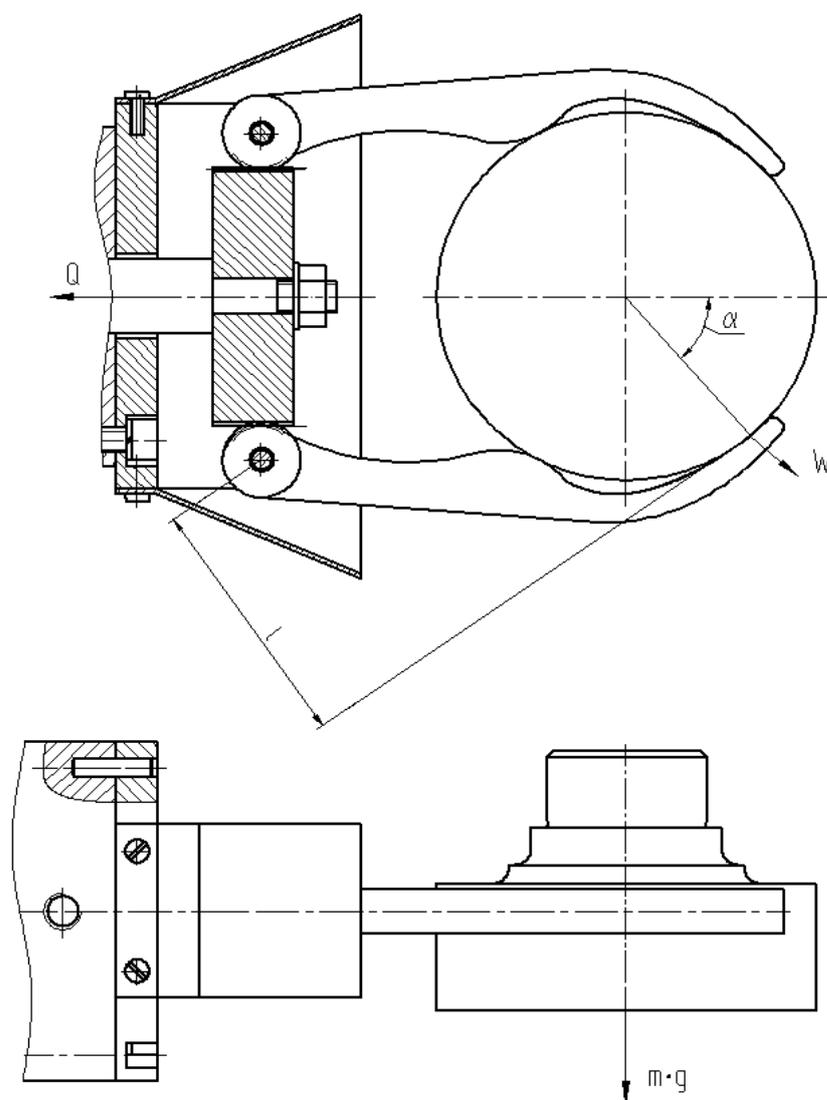


Рисунок 8 – Схема захватного устройства

«Максимальный момент определим по формуле:

$$M = W \cdot l, \quad (11)$$

где l – плечо (на рисунке 7) равно 82 мм.

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:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (12) \gg [15]$$

«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» [15].

В разделе были представлены результаты проектирования станочного и инструментального оснащения для реализации предлагаемой технологии изготовления корпуса картера редуктора. Сборочные единицы в виде отдельных деталей и элементов приспособлений представлены в Приложении Б Спецификации в таблице Б.1.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

В «предлагаемом разделе техническим объектом, в отношении которого будут решаться вопросы безопасности, экологичности и охраны труда и в работе в целом является технологический процесс изготовления» [5] корпуса картера редуктора.

«Технологические операции: заготовительная, токарная, термообработка, шлифовальная, сверлильная.

Рабочие места: литейщик, оператор станков с ЧПУ, термист, контролёр ОТК, шлифовщик, оператор моечной установки.

Оборудование: литейная машина, токарный станок с DMTG SKE6150Z/1500, шлифовальный станок с ЧПУ 3T153F1, сверлильный станок 500VS, муфельная печь установка для цементации, стол контролёра, карусельно-шлифовальный станок 3T153F.

Материалы: серый чугун с пластинчатым графитом АЧС-3 ГОСТ 1585-85, вода, смазывающая охлаждающая жидкость, масло, керосин, поверхностно активные вещества» [15].

Выбранные «средства технологического оснащения технологического процесса и 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» [15].

«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» [5].

«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» [20].

«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 [20].

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» [20].

«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» [20].

«Для обеспечения пожарной безопасности технического объекта применяются технические средства: первичные (огнетушители, ящики с песком, пожарные краны, асбестовая ткань), мобильные (пожарные автомобили), стационарные установки и системы пожаротушения (пожарный резервуар, система пожаротушения), средства пожарной автоматики (приборы приёмно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и

управления эвакуацией при пожаре), пожарное оборудование (пожарные шланги, наконечники пожарных рукавов, запорная аппаратура, насосное оборудование, разметка эвакуационная напольная), средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре (самоспасатель изолирующий противопожарный СИП-1М), пожарный инструмент (ломы, вёдра, багры, топоры, лестницы), пожарные сигнализация, связь и оповещение (система пожарной сигнализации, аварийное автономное освещение)» [5].

«Негативное экологическое воздействие, влияющие на атмосферу на операции 040 координатно-расточной – это испарение технических жидкостей, металлическая пылевая и водно-аэрозольная взвесь.

Негативное экологическое 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 окалина на поверхность полов» [20].

«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» [20].

В технологическом процессе используется промышленный робот АBB IRB 1100, который представлен ранее на рисунке 7. В качестве мероприятий для осуществления безопасности его работы предусмотрены следующие условия эксплуатации. Адаптация к условиям окружающей среды: оборудование должно быть адаптировано для использования в условиях повышенной влажности и температуры до 30 °С. Защитные двери: оборудование должно быть оснащено защитными дверями, которые автоматически останавливают его при открытии во время работы; двери

должны быть выполнены из прозрачного небьющегося материала для визуального контроля работы оборудования. Защитные ограждения: все электродвигатели и мотор-редукторы должны иметь защитное ограждение из нержавеющей стали. Общие требования к системе автоматического управления оборудованием: система управления должна обеспечивать как автоматический, так и ручное управление всеми процессами; должна быть возможность переключения между режимами управления; система управления должна регистрировать и хранить все технологические и рабочие параметры процесса производства деталей в течение не менее 30 дней; данные должны быть доступны для просмотра и анализа; промышленные контроллеры и сети: Должны использоваться промышленные контроллеры и сети, рекомендованный тип – ABB IRB 1100. Панели управления: должны быть предусмотрены панели управления для удобного управления роботом; модули удаленного доступа: Должны быть предусмотрены модули удаленного доступа для сервисного обслуживания и управления; датчики и приборы контроля: Должны быть установлены необходимые датчики и приборы контроля для обеспечения безопасной и эффективной работы робота; все программное обеспечение, электрические и пневматические схемы, схемы автоматизации Оборудования должны быть полностью русифицированы; должна быть обеспечена возможность создания не менее 10 различных рабочих программ; программы должны быть легко редактируемыми и загружаемыми в память робота; система управления должна обеспечивать автоматическое управление подачей продукции, моющих средств и их возвратом; должны быть предусмотрены соответствующие сигналы входа/выхода; при наладке Оборудования должна быть обеспечена возможность ручного пошагового управления роботом в целом и отдельными его узлами; все исполнительные механизмы должны быть оснащены обратными связями для контроля работы; система управления должна производить самодиагностику работы датчиков и исполнительных механизмов.

Должна быть реализована система оповещения аварийных ситуаций и подсказок в поиске неисправностей; должна быть предусмотрена световая и звуковая сигнализация о состоянии оборудования; для управления асинхронными двигателями должны использоваться частотные преобразователи.

В разделе представлен анализ потенциально опасных и вредных производственных факторов с большой долей вероятности возможных при функционировании рассматриваемого технического объекта. Все выбранные в работе «средства технологического оснащения технологического процесса и 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» [15]. Все эти процедуры соответствуют предлагаемым в разделе мерам по осуществлению безопасности технического объекта.

5 Экономическая эффективность работы

Все предыдущие разделы были посвящены разработке технологического процесса изготовления корпуса. Поэтому в конце бакалаврской работы необходимо провести расчеты, связанные с экономической эффективностью, этих разработок.

Для этого, сначала, на рисунке 9, представим результат этой разработки, а точнее изменившиеся условия технологического процесса.

Проектируемый вариант Операция 015 - Токарная чистовая
<ul style="list-style-type: none">• Инструмент - резцы токарные с повышенной стойкостью• Оснастка - патрон токарный, с более быстрым откликом на выполнение действий по закреплению детали

Рисунок 9 – Изменившиеся условия технологического процесса

Как видно из рисунка 9, благодаря внесенным изменениям удалось достичь уменьшения трудоемкости выполнения данной операции. Эти изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления корпуса на 20,73 %, основное время – на 20,69 % и вспомогательное – на 21,43 %. На снижение основного времени выполнения операции, непосредственное влияние, оказал применяемый инструмент с повышенной стойкостью. Что касается вспомогательного времени, то на его изменение повлиял применяемый токарный патрон с более быстрым откликом на выполнение действий.

На основе описанных изменений, будет осуществлен расчет значимых показателей, для подтверждения их экономической эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 10.

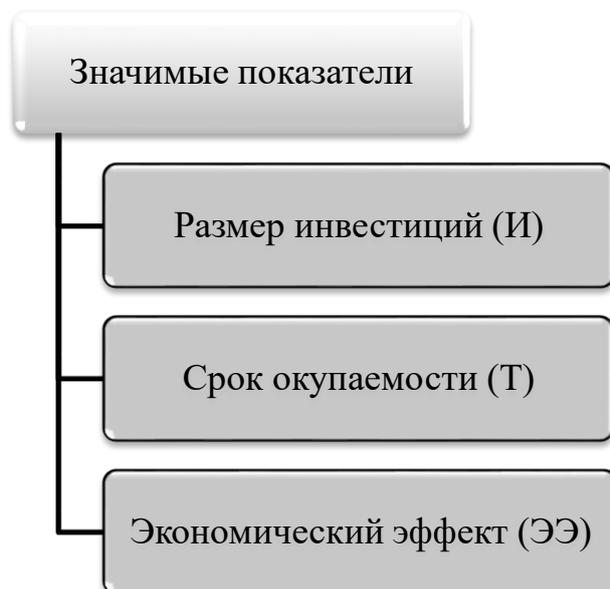


Рисунок 10 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 10, отправной точкой в экономических расчетах является размер инвестиций. Именно этот показатель дает понимание в необходимых финансовых вливаниях в предложенную разработку. Для его определения используют специальную методику [6], которая позволяет учитывать все необходимые затраты в этот проект. Итоговый размер инвестиций и его детализация, представлен на рисунке 11.

Анализируя рисунок 11, можно сказать, что максимальную долю инвестиций занимают затраты на проектирование ($K_{ПР}$), которые учитывают весь спектр трудовых затрат при разработке технологического процесса. Их доля в общем размере инвестиций составит 41,87 %, что в денежном эквиваленте составляет 44532,56 рублей. Следующей по весомости влияния на величину инвестиций, можно считать затраты на инструмент ($K_{И}$), которые составляют 33 % или 35095,09 рублей. Далее, это затраты на программное

обеспечение ($K_{П.ОБ}$), которые составляют 20,54 %, что соответствует 21848,32 рублей. Это обосновывается тем, что при замене инструмента и оснастки на более стойкое и быстрое, соответственно, возникает необходимость скорректировать рабочую программу. Завершающей по весомости можно считать затраты на оснастку (K_O), их доля остальных составляет 4,58 % или 4874,22 рублей.

Размер инвестиций (I) = 106350,19 руб.

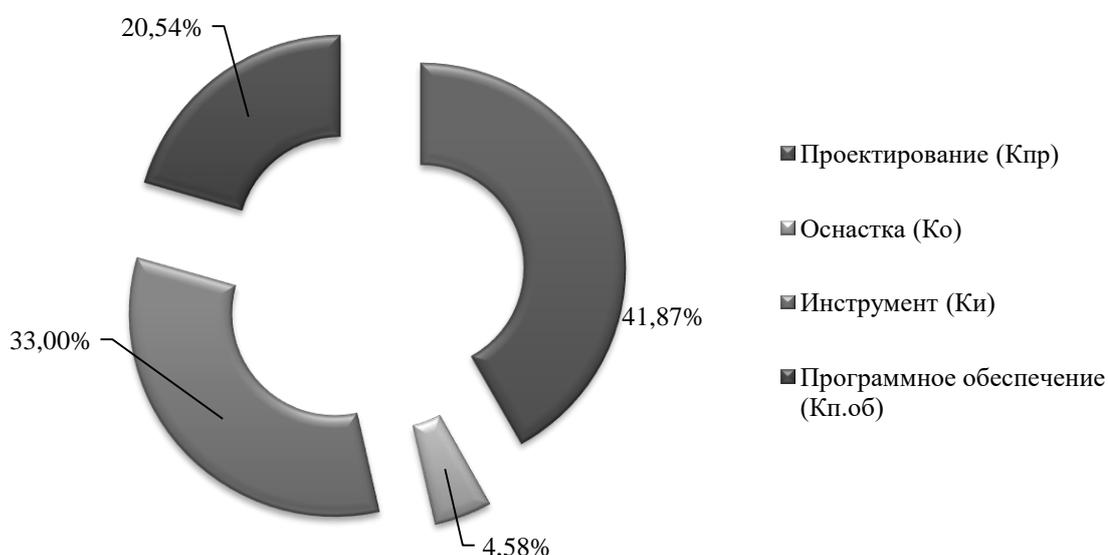


Рисунок 11 – Итоговый размер инвестиций и его детализация

Значения срока окупаемости в сокращенном и развернутом формате можно рассчитать по формуле (13).

$$T = \frac{I}{P_{чист}}, \text{ год} \quad (13)$$

где « $P_{чист}$ – чистая ожидаемая прибыль, руб.» [6]

Размер чистой прибыли определялся по специальной методике [6] с применением программного обеспечения, которое упростило процесс получения значений.

$$T = \frac{106350,19}{140640} = 0,756 = 1 \text{ год}$$

Расчет величины экономического эффекта производится по формуле (14)

$$\text{ЭЭ} = \left(\sum_1^T \text{П}_{\text{чист}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - \text{И} \quad (14)$$

где « E – процентная ставка на капитал;

t – годы получения прибыли, в пределах принятого горизонта расчета» [6]

$$\text{ЭЭ} = \left(140640 \cdot \left(\frac{1}{(1 + 0,15)^1} \right) \right) - 106350,19 = 15945,46 \text{ руб.}$$

Согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен в размере 15945,46 руб. Положительная величина этого показателя позволяет считать целесообразными и обоснованными предложенные изменения технологического процесса.

Заключение

В работе разработана технология для производства корпуса картера редуктора массой 1,84 килограмма из антифрикционного серого чугуна с пластинчатым графитом АЧС-3 в количестве 20000 деталей в год. Технология была выполнена с учетом всех необходимых стандартов качества и безопасности производства, а все предложенные изменения полностью обоснованы по экономической эффективности. Предлагаемая технология включает в себя процессы отливки, обработки на станках с ЧПУ (токарная, сверлильная, шлифовальная), термической обработки. Все процессы обработки корпуса картера редуктора подвергаются контролю качества. Выбранные технологические переходы осуществляются с применением современного оборудования с ЧПУ. Лимитирующая токарная операция выполнена с применением передовых технологических решений в конструировании оснащения. Конструкторская разработка направлена на усовершенствование станочного приспособления и инструментального оснащения для лимитирующей операции с целью повышения эффективности обработки материала и улучшения качества обработки поверхности. В работе доказано, что уменьшение времени и затрат на обработку на токарных переходах, а также увеличение срока службы инструмента приводит к экономическому эффекту. Предложенные меры безопасности включают в себя проведение обязательного технического обслуживания инструментов. В результате усовершенствования средств технологического оснащения достигнуто улучшение процесса обработки, снижение затрат на производство и повышение безопасности труда. Разработанная технология является высокопроизводительной, обеспечивает заданное качество детали, что позволяет снизить издержки производства. Технология изготовления детали соответствует среднесерийным условиям производства. Она представляет собой оптимальное решение для производства корпуса картера редуктора и соответствует требованиям задания на проектирование.

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 Б
Спецификации**

Таблица Б.1 – Спецификации

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				Документация		
A1			24.БР.ОТМП.138.60.000СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
		1	24.БР.ОТМП.138.60.001	Втулка	1	
		2	24.БР.ОТМП.138.60.002	Втулка	1	
		3	24.БР.ОТМП.138.60.003	Демпфер	2	
		4	24.БР.ОТМП.138.60.004	Корпус патрона	1	
		5	24.БР.ОТМП.138.60.005	Корпус	1	
		6	24.БР.ОТМП.138.60.006	Корпус	1	
		7	24.БР.ОТМП.138.60.007	Крышка	1	
		8	24.БР.ОТМП.138.60.008	Кулачок	3	
		9	24.БР.ОТМП.138.60.009	Ось	6	
		10	24.БР.ОТМП.138.60.010	Ось	3	
		11	24.БР.ОТМП.138.60.011	Поршень	1	
		12	24.БР.ОТМП.138.60.012	Подкулачник	3	
		13	24.БР.ОТМП.138.60.013	Пробка	1	
		14	24.БР.ОТМП.138.60.014	Пробка	3	
		15	24.БР.ОТМП.138.60.015	Прокладка	1	
				24.БР.ОТМП.138.60.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разработал		Наумов			Лит.	Лист
Проверил		Гуляев				Листов
						1
						4
Н. контр.		Гуляев			ТГУ, ИМ, гр. ТМБп-1901а	
Утв.		Логинов				
				Патрон рычажный		

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
		16	24.БР.ОТМП.138.60.016	Рычаг	3	
		17	24.БР.ОТМП.138.60.017	Сухарь	3	
		18	24.БР.ОТМП.138.60.018	Сухарь	6	
		19	24.БР.ОТМП.138.60.019	Тяга	1	
		20	24.БР.ОТМП.138.60.020	Фланец	1	
		21	24.БР.ОТМП.138.60.021	Шток	1	
		22	24.БР.ОТМП.138.60.022	Штифт	1	
				Стандартные изделия		
				Винты ГОСТ 11738-72		
		23		M8x30.88		
		24		M10x20.88		
		25		M10x30.88		
		26		M12x60.88		
		27		M16x55.88	10	
		28		Винт M6x20.48	3	
				ГОСТ 1477-75	3	
		29		Винт M6x15.48		
				ГОСТ 1478-75	3	
		30		Гайка M16.5.		
					Лист	
					24.БР.ОТМП.138.60.000	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	2	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				ГОСТ 5435-71	1	
		31		Гайка М16х1,5-6Н.5.029		
				ГОСТ 5927-70	2	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
		32		018-026-25-2-4	1	
		33		024-030-25-2-4	2	
		34		062-068-30-2-4	3	
		35		074-080-30-2-4	1	
		36		070-080-40-2-4	2	
		37		Кольцо А40 65Г кд 15хр		
				ГОСТ 13941-80	1	
		38		Подшипник 3108		
				ГОСТ 12941-76	3	
		39		Шайба 16.01.05		
				ГОСТ 13465-77	1	
				Шайбы ГОСТ 6402-70		
		40		8.65Г.029	10	
		41		10.65Г.029	6	
		42		12.65Г.029	6	
					Лист	
					24.БР.ОТМП.138.60.000	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	3	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				Документация		
A1			24.БР.ОТМП.138.61.000СБ	Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
		1	24.БР.ОТМП.138.61.001	Кожух	1	
				Детали		
		2	24.БР.ОТМП.138.61.002	Втулка	1	
		3	24.БР.ОТМП.138.61.003	Губка	2	
		4	24.БР.ОТМП.138.61.004	Демпфер	2	
		5	24.БР.ОТМП.138.61.005	Корпус	1	
		6	24.БР.ОТМП.138.61.006	Кольцо	1	
		7	24.БР.ОТМП.138.61.007	Крышка	1	
		8	24.БР.ОТМП.138.61.008	Ось	2	
		9	24.БР.ОТМП.138.61.009	Поршень	2	
		10	24.БР.ОТМП.138.61.010	Рейка	1	
		11	24.БР.ОТМП.138.61.011	Фланец	1	
		12	24.БР.ОТМП.138.61.012	Шайба	2	
		13	24.БР.ОТМП.138.61.013	Шток	1	
			24.БР.ОТМП.138.61.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разработал		Наумов			Лит.	Лист
Проверил		Гуляев				Листов
						1
						3
Н. контр.		Гуляев			ТГУ, ИМ, гр. ТМбп-1901а	
Утв.		Логинов				

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				Стандартные изделия		
		14		Винт ГОСТ 11738-72		
				M8x28.88	12	
		15		Винт ГОСТ 12435-80		
				M4x12.58	4	
		16		Гайка M10x1,5-6H.5.029		
				ГОСТ 5357-75	1	
		17		Гайка M16.5.		
				ГОСТ 5927-70	1	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
		18		028-018-46-2	2	
		19		034-024-46-2	2	
		20		080-068-56-2	1	
		21		080-070-46-2	2	
		22		Шайба 16.01.05		
				ГОСТ 13465-77	1	
		23		Шайба 8.65Г.029		
				ГОСТ 6402-70	12	
		24		Шайба 10.65Г		
					Лист	
					24.БР.ОТМП.138.61.000	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	2	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				ГОСТ 6425-70	1	
		25		Штифт 8x25		
				ГОСТ 9464-79	2	
						Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	24.БР.ОТМП.138.61.000	