

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 шнека шнекового насоса

Обучающийся	<u>В.Д. Орлов</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2022

Аннотация

Тема данной выпускной квалификационной работы «Технологический процесс изготовления шнека шнекового насоса». Актуальность выбранной темы объясняется необходимостью разработки и совершенствования технологии изготовления шнека в условиях среднесерийного типа производства. Объектом исследования является технологический процесс изготовления шнека. Предметом исследования является шнек. Цель работы состоит в том, чтобы разработать технологию изготовления шнека способную обеспечивать выпуск годовой программы деталей требуемого качества с минимальными экономическими затратами в течение заданного срока. Основные задачи работы заключаются в проектировании технологического процесса изготовления, его дальнейшем совершенствовании, оценке его безопасности и экологичности, а также определении его экономических показателей.

Объем пояснительной записки работы составляет 64 страниц, графической части 8 листов формата А1.

Первый раздел работы содержит критический анализ основных исходных данных и цели работы. На его основании формулируются задачи работы. Второй раздел работы содержит решение задач направленных на проектирование максимально эффективной технологии изготовления в заданных условиях на базе известных технологических решений. Третий раздел работы содержит решение задач направленных на совершенствование спроектированной технологии изготовления. Для этого совершенствуется технологическая оснастка и режущий инструмент. Четвертый раздел работы содержит комплексное решение задач обеспечения производственной, пожарной и экологической безопасности. В пятом разделе решена задача определения экономической эффективности спроектированной технологии изготовления шнека с учетом предлагаемых в третьем разделе усовершенствований.

Abstract

The topic of this final qualifying work is "The technological process of manufacturing a auger of the screw pump". The relevance of the chosen topic is explained by the need to develop and improve the technology of auger manufacturing in the conditions of medium-scale production type. The object of the study is the auger technological process of manufacturing. The subject of the study is the auger. The purpose of the work is to develop a auger manufacturing technology capable of producing an annual parts program of the required quality with minimal economic costs for a given period. The main tasks of the work are the manufacturing process design, its further improvement, its safety and environmental friendliness assessment, its economic indicators determination.

The volume of the work explanatory note is 64 pages, the graphic part is 8 sheets of A1 format.

The work first section contains a critical analysis of the main source data and the work purpose. On its basis, the work tasks are formulated. The work second section contains the solution of tasks aimed at designing the most efficient manufacturing technology under specified conditions on the basis of known technological solutions. The work third section contains the solution of tasks aimed at improving the designed manufacturing technology. Technological equipment and cutting tools are being improved to do this. The work fourth section contains a comprehensive solution to the problems of ensuring industrial, fire and environmental safety. In the fifth section, the problem of determining the economic efficiency of the designed auger manufacturing technology is solved, taking into account the third section the improvements proposed.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных и постановка задач работы.....	6
1.1 Функции и условия эксплуатации детали.....	6
1.2 Анализ детали на технологичность.....	7
1.3 Определение типа производства и его характеристик.....	9
1.4 Постановка задач.....	11
2 Проектирование технологического процесса.....	12
2.1 Выбор метода получения заготовки и ее проектирование.....	12
2.2 Проектирование маршрута и плана изготовления детали.....	21
2.3 Выбор средств оснащения технологического процесса.....	22
2.4 Проектирование технологических операций.....	26
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	29
3.1 Проектирование трехкулачкового патрона.....	29
3.2 Проектирование токарного резца.....	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	37
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	37
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	38
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	44
5 Экономическая эффективность работы.....	46
Заключение.....	51
Список используемых источников.....	52
Приложение А Технологическая документация.....	56
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	64

Введение

Насосы шнекового типа обладают высокой производительностью и способны работать с различными средами, в том числе полувязкими и вязкими. Это позволяет применять их для перекачивания жидкостей в нефтегазовой и химической промышленности. Данные насосы относительно простые в изготовлении и сборке, компактные, обладают высоким коэффициентом полезного действия и всасывающей способностью, способны работать в диапазоне внешних температур от минус сорока градусов до плюс ста градусов.

Наиболее сложной деталью данного типа насосов является шнек, так как он имеет сложный профиль и высокую точность поверхностей. Изготовление шнека требует применения современного оборудования, средств технологического оснащения и режущего инструмента. Данные обстоятельства влияют на стоимость изготовления детали, что делает ее одной из самых дорогих и ответственных в конструкции насоса.

В современных экономических условиях изготовление запасных частей для шнековых насосов с целью продления срока их службы, в том числе и шнеков, весьма актуальная задача. При этом следует учесть, что базовые технологии, как правило, ориентированы на массовое производство, которое имеет свою специфику и достаточно сильно отличается от среднесерийного производства. Также следует учесть, что проектируемая технология должна обеспечить требуемое качество изготовления деталей и минимизировать затраты на изготовление.

Из этого следует, что цель данной выпускной квалификационной работы состоит в том, чтобы разработать технологию изготовления шнека способную обеспечивать выпуск годовой программы деталей требуемого качества с минимальными экономическими затратами в течение заданного срока в условиях среднесерийного типа производства.

1 Анализ исходных данных и постановка задач работы

1.1 Функции и условия эксплуатации детали

Функциональное назначение шнека заключается в перемещении жидких веществ различной консистенции по корпусу насоса. Для этого в конструкции детали предусмотрены сложнопровильные винтовые поверхности, расположенные на конической направляющей. Эта конструктивная особенность позволяет не только обеспечить перемещение жидкостей, но и создать при этом необходимое давление. В конструкции шнека предусмотрено шлицевое отверстие, при помощи которого он базируется в узле и получает вращение от вала привода. На внешней цилиндрической поверхности, контактирующей с поверхностью корпуса насоса имеются лабиринтные уплотнения, которые препятствуют выходу жидкости в обратном направлении.

Условия эксплуатации детали в значительной мере зависят от области применения насоса, свойств перекачиваемых веществ и внешних факторов. Величины нагрузок могут сильно колебаться и достигать значительных величин, что объясняется различными физическими свойствами перекачиваемых веществ и разницей в создаваемом давлении. Рабочая среда зависит от свойств перекачиваемых веществ, что определяется областью применения насоса. В наихудшем случае насос может применяться для перекачивания химически активных жидкостей, поэтому рабочую среду можно охарактеризовать как агрессивную. Значительное влияние на условия эксплуатации могут оказывать факторы внешней среды. Учитывая, что шнек находится в закрытом корпусе и не входит в непосредственный контакт с окружающей средой наибольшее влияние на его эксплуатационные свойства может оказывать значительное колебание температуры внешней среды. Все вышеперечисленные факторы могут привести к значительному износу поверхностей детали и их преждевременному выходу из строя.

1.2 Анализ детали на технологичность

Выполнение анализа детали на технологичность подразумевает комплексный анализ ее материала, конструкции и механической обработки.

Технологичность материала детали определяется его химическим составом и физико-механическими свойствами. В данном случае применяется сталь 12Х18Н9ТЛ ГОСТ 2176-77. «Химический состав данной стали: от 0,08% до 0,12% углерод, от 17% до 20% хром, от 8% до 11% никель, от 0,6% до 0,7% титан, 0,03% сера, 0,035% фосфор, от 0,2% до 1% кремний, от 1% до 2% марганца» [22]. «Механические свойства данной стали в состоянии поставки: предел текучести 200 МПа, предел прочности 450 МПа, твердость от 143 до 156 НВ» [22]. В конце маркировки стали имеется буква Л. Это означает, что данная сталь с особыми свойствами предназначена для отливок. Анализируя полученные данные, приходим к следующим выводам. Свойства стали полностью отвечают функциональному назначению и всем требованиям, предъявляемым к детали. Сталь обладает хорошими литейными свойствами, что позволит использовать для получения заготовок методы литья, позволяющие получать сложнопрофильные поверхности.

Технологичность конструкции детали оценивается исходя из общей конфигурации детали, наличия и количества сложно профильных и точных поверхностей. Шнек имеет сложную общую конфигурацию, что потребует для его изготовления применения большого количества разнообразных методов обработки. В конструкции шнека имеется спиральная поверхность со сложным профилем в поперечном сечении в сочетании с высокой размерной точностью. Изготовление данного конструктивного элемента является сложной задачей, требующей применения дорогостоящего оборудования. Для оценки точности поверхностей детали и обоснованности ее назначения проводим классификацию поверхностей по их назначению [15]. Для этого выполняем эскиз детали и проставляем на нем номер для

каждой поверхности. Эскиз приведен на рисунке 1.

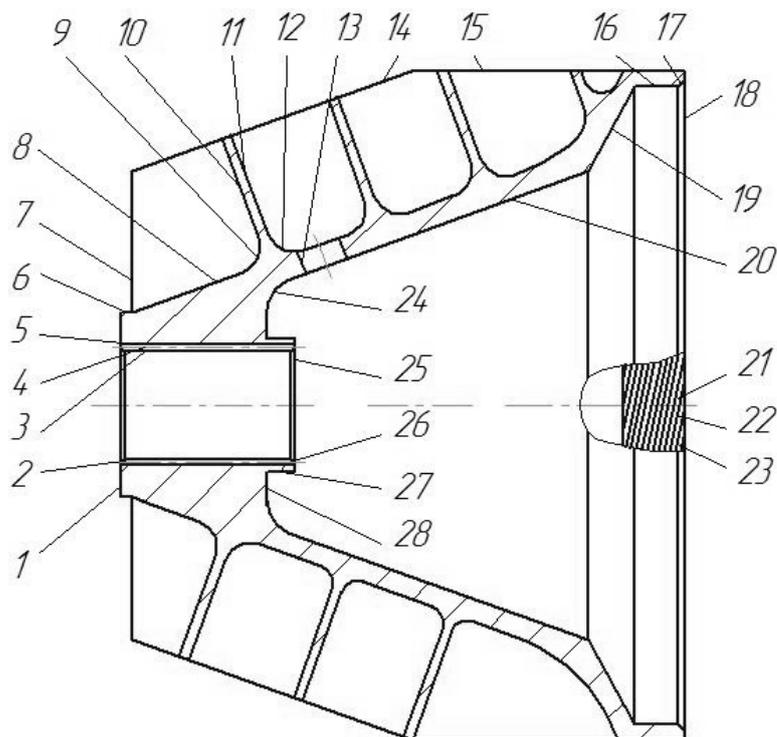


Рисунок 1 – Эскиз шнека

В соответствии с принятой классификацией поверхностей получаем следующие результаты. Основные конструкторские базы поверхности с номерами 1, 26; вспомогательные конструкторские базы поверхности с номерами 14, 15, 16, 21; исполнительные поверхности с номерами 8, 9, 10, 11, 12; свободные поверхности все оставшиеся. Из приведенной классификации следует, что точность размеров детали не является излишней и определена их функциональным назначением. Для достижения требуемой точности достаточно применения стандартных методов обработки, реализуемых на стандартном оборудовании универсальными средствами технологического оснащения. Анализируя полученные данные, приходим к выводу, что конструкцию детали следует признать технологичной.

Технологичность механической обработки оценивается исходя из анализа методов обработки, схем базирования, оборудования и средств

технологического оснащения требуемых для изготовления детали. Исходя из требуемой точности обработки и формы поверхностей детали, приходим к следующим выводам. Достигнуть требуемых параметров можно применяя общепринятые методы обработки, такие как точение, фрезерование, шлифование и другие. При проектировании технологических операций можно применять стандартные схемы базирования, что позволит применить универсальную технологическую оснастку для их реализации. Обработка может быть выполнена с применением универсального оборудования, стандартного режущего инструмента. Исходя из формы поверхностей и требуемой точности обработки, для контроля можно использовать универсальные и стандартизированные средства контроля. Следовательно, с точки зрения механической обработки деталь является технологичной.

Анализ детали показал, что по всем рассматриваемым согласно принятой методике критериям деталь является технологичной.

1.3 Определение типа производства и его характеристик

Задача определения типа производства традиционно решается на основе определения коэффициента закрепления операций, однако, в данном случае это не представляется возможным, так как неизвестна вся номенклатура производства. В связи с этим применим упрощенную методику определения типа производства [14] по массе детали и годовой программе выпуска. «Применяя данную методику, исходя из годовой программы выпуска 10000 штук и массы 8,05 кг, тип производства среднесерийный» [14].

Среднесерийный тип производства согласно данным [14] имеет следующие характеристики.

Технологический маршрут изготовления детали проектируется на основе типовых маршрутов обработки с учетом конструктивных особенностей детали.

Для получения заготовок желательно использовать методы,

позволяющие получить форму заготовки близкую к детали, то есть методы штамповки и отливки. Припуски на обработку рассчитываются в зависимости от требуемой точности обработки табличным или расчетно–аналитическим методом. Технология изготовления оформляется в виде маршрутной карты и операционных карт.

Технологические операции проектируются на основе типовых схем базирования с применением расчетных и статистических методов определения режимов резания и нормирования.

Оборудование назначается по методу обработки. Желательно использование универсального оборудования и оснащенного системами числового программного управления. Допускается применение специализированного оборудования.

Режущий инструмент назначается исходя из метода обработки, требуемой точности обработки и формы обрабатываемых поверхностей. Желательно применение универсального, стандартизированного режущего инструмента. В экономически обоснованных случаях допускается применение специального режущего инструмента.

Технологическая оснастка назначается исходя из требуемой к реализации схемы базирования. Желательно использование универсальной, универсально-сборной оснастки с применением средств механизации процессов закрепления и раскрепления заготовок.

Средства контроля выбираются исходя из требуемой точности контроля, формы контролируемых поверхностей и допустимых методов контроля. Предпочтение следует отдавать стандартным и универсальным средствам контроля.

Форма организации производственного процесса непоточная, то есть детали запускаются в производство периодически повторяющимися партиями, размер которых определяется технологом. Производственные участки формируются по групповому принципу.

1.4 Постановка задач

Исходя из анализа детали на технологичность и характеристик среднесерийного типа производства, поставленная цель работы может быть достигнута путем решения следующих основных задач.

Необходимо спроектировать технологический процесс изготовления детали с учетом типовых технологических процессов, а также особенностей среднесерийного типа производства. Для этого необходимо выбрать метод получения заготовки и провести ее проектирование, определить припуски на обработку поверхностей, определить маршрут обработки поверхностей, выбрать схемы базирования, определить режимы резания, определить операционные технические требования, назначить оборудование и средства технологического оснащения, провести нормирование технологических операций.

Затем необходимо провести дальнейшее совершенствование спроектированного технологического процесса изготовления, путем проектирования специальной технологической оснастки и режущего инструмента для операций имеющих недостатки.

На следующем этапе необходимо оценить безопасность и экологичность выполнения спроектированного технологического процесса.

На заключительном этапе необходимо определить экономические показатели спроектированного технологического процесса и предложенных изменений.

В ходе выполнения первого раздела был произведен анализ имеющихся данных и на основании этого, а также исходя из цели работы, сформулированы основные задачи данной выпускной квалификационной работы.

2 Проектирование технологического процесса

2.1 Выбор метода получения заготовки и ее проектирование

Задача выбора метода получения заготовки решается путем проведения экономического сравнения допустимых методов. Как отмечалось ранее при определении характеристик типа производства для получения заготовки желательно использовать методы, позволяющие получить форму заготовки близкую к детали, то есть методы штамповки и отливки. В данном случае ограничения на применение методов получения оказывает материал детали. При анализе его технологичности было выяснено, что рассматриваемая сталь обладает хорошими литейными свойствами. Это позволит использовать для получения заготовки методы литья. Проведя анализ литературы [2, 25] приходим к выводу о том, что наиболее эффективны в данном случае для получения заготовки метод литья в землю и метод литья в кокиль.

Для окончательного выбора необходимо провести их экономическое сравнение. При проведении расчетов следует учесть, что дешевая заготовка может привести к высокой стоимости механической обработки, а дорогая заготовка привести к низкой стоимости механической обработки. Поэтому для проведения расчетов применим методику [5], которая учитывает стоимость получения заготовки и стоимость ее механической обработки. В этом случае необходимо определить общую технологическую себестоимость по формуле:

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

где $C_{\text{ЗАГ}}$ – стоимость получения одного кг заготовок, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

$C_{\text{МЕХ}}$ – стоимость механической обработкой, руб.;

q – масса детали, кг;

$C_{\text{ОТХ}}$ – стоимость одного кг стружки, руб.» [5].

«Стоимость получения одного кг заготовок рассчитывается по формуле:

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

где i – индекс варианта получения отливки;

$C_{\text{ОТ}}$ – базовая стоимость получения отливок в зависимости от метода, руб.;

h_{T} – коэффициент точности отливки;

$h_{\text{С}}$ – коэффициент группы сложности отливки;

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

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

$h_{\text{П}}$ – коэффициент программы выпуска» [5].

«Для удобства проведения расчетов здесь и далее примем, что индекс вариант получения заготовки соответствует 1 для литья в землю, 2 для литья в кокиль» [5].

Рассчитываем по формуле (2) стоимость получения одного кг заготовок.

$$C_{\text{ЗАГ } 1,2} = 75,12 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 2,2 \cdot 0,5 = 50,28 \text{ р.}$$

Для определения массы детали выполним ее моделирование в программе «Компас». В результате получаем массу детали равную 6,19 кг.

«Масса заготовки с достаточной для стадии проектирования точностью может быть определена по формуле:

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

где K_p – коэффициент, учитывающий особенности метода получения заготовки и ее формы» [5].

$$Q_1 = 6,19 \cdot 1,4 = 8,66 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 6,19 \cdot 1,3 = 8,05 \text{ кг.}$$

«Стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (4)$$

где $C_{\text{С}}$ – приведенные затраты на снятие 1 кг стружки, руб.;

$C_{\text{К}}$ – приведенные капитальные вложения на 1 кг стружки, руб.;

$E_{\text{Н}}$ – коэффициент эффективности капитальных вложений» [5].

$$C_{\text{МЕХ } 1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ р.}$$

Имея все необходимые данные определяем по формуле (1) общую технологическую себестоимость для каждого из рассматриваемых вариантов получения заготовок.

$$C_{\text{T1}} = 50,28 \cdot 8,66 + 4,6 \cdot (8,66 - 6,19) - 1,4 \cdot (8,66 - 6,19) = 443,34 \text{ р.}$$

$$C_{\text{T2}} = 50,28 \cdot 8,05 + 4,6 \cdot (8,05 - 6,19) - 1,4 \cdot (8,05 - 6,19) = 410,71 \text{ р.}$$

Из расчетов следует, что метод получения заготовки литьем в кокиль в данном случае является предпочтительным.

Проектирование заготовки подразумевает определение технологических припусков на обработку, определение напусков, определение допусков на размеры, определение технических характеристик заготовки и формирование контура заготовки.

Расчет припусков на обработку в независимости от методики их определения подразумевает определение маршрута обработки для каждой поверхности.

Будем использовать для этого методику [9] согласно которой оптимальным является маршрут, обеспечивающий требуемые показатели качества обработки при условии обеспечения минимума суммарных удельных затрат. При определении маршрутов следует также учесть форму поверхностей, особенности обрабатываемого материала и серийность производства. Результаты для дальнейшего удобства их использования приведены в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Последовательности методов обработки поверхностей

Номер поверхности	Форма поверхности	Шероховатость Ra , мкм	Квалитет точности	Маршрут обработки
1	плоская	2,5	11	«т, тч, то, ш» [9]
2	коническая	12,5	12	«тч, то» [9]
3	цилиндрическая	6,3	12	«т, тч, то» [9]
4	плоскость	1,6	8	«п, то» [9]
5	цилиндрическая	1,6	7	«п, то» [9]
6	цилиндрическая	12,5	12	«т, то» [9]
7	плоская	6,3	11	«т, тч, то» [9]
8	коническая	2,5		«ф, фч, то» [9]
9	коническая	2,5		«ф, фч, то» [9]
10	плоская	2,5		«ф, фч, то» [9]
11	плоская	2,5		«ф, фч, то» [9]
12	коническая	2,5		«ф, фч, то» [9]
13	цилиндрическая	12,5	12	«с, то» [9]
14	коническая	0,63	7	«т, тч, то, ш, шч» [9]
15	цилиндрическая	0,63	7	«т, тч, то, ш, шч» [9]
16	цилиндрическая	0,8	8	«т, тч, то, ш, шч» [9]
17	коническая	1,25	12	«тч, то» [9]
18	плоская	12,5	12	«т, тч, то, ш» [9]
19	коническая	12,5	12	«т, то» [9]
20	коническая	12,5	12	«т, то» [9]
21	цилиндрическая	0,63	7	«т, тч, то, ш, шч» [9]
22	плоская	12,5	12	«н, то» [9]
23	цилиндрическая	12,5	12	«н, то» [9]
24	коническая	12,5	12	«т, то» [9]
25	плоская	2,5	12	«т, тч, то, ш» [9]
26	коническая	12,5	12	«тч, то» [9]
27	цилиндрическая	12,5	12	«т, то» [9]
28	плоская	12,5	12	«т, то» [9]

«Обозначения, принятые по методам обработки в таблице 1: т – черновое точение; тч – чистовое точение; то – термическая обработка; ш – шлифование черновое; шч – шлифование чистовое; п – протягивание; с – сверление; н – накатывание» [9].

Используя приведенные в таблице 1 маршруты обработки поверхностей, определяем припуски на механическую обработку поверхностей.

Припуски для наиболее точной поверхности диаметром $199,4 h7(-0,046)$ следует определять с применением расчетно-аналитического

метода [19]. Это позволит минимизировать величину припусков, рассчитать операционные размеры и обеспечить заданную точность обработки. В соответствии с принятой методикой припуск определяется в следующей последовательности. Сначала определяется минимальный припуск, затем максимальный и средний припуск. После этого выполняются расчеты минимального, максимального и среднего операционных размеров. Расчеты выполняются для каждого перехода. На основании полученных данных определяются общие максимальный, минимальный и средний припуски.

«Минимальный припуск для каждого перехода рассчитывается по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (5)$$

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [19].

«Величина дефектного слоя рассчитывается по формуле:

$$a = Rz + h, \quad (6)$$

где Rz – среднеарифметическая величина микронеровностей профиля поверхностного слоя, мм;

h – глубина дефектного слоя образовавшегося от предыдущей обработки, мм» [19].

«Величина суммарных пространственных отклонений определяется по формуле:

$$\Delta = 0,25 \cdot Td, \quad (7)$$

где Td – поле допуска выполняемого размера, мм» [19].

«Максимальный припуск для каждого перехода рассчитывается по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (8)$$

где Td_i – поле допуска выполняемого размера, мм;

Td_{i-1} – поле допуска размера на предыдущем переходе, мм» [19].

«Средний припуск для каждого перехода рассчитывается по формуле:

$$z_{\text{ср}i} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (9) \text{ » [19]}$$

Ниже приведены результаты расчетов припусков.

$$z_{1 \min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{1,600^2 + 0,025^2} = 1,900 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,115^2 + 0,025^2} = 0,399 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,053^2 + 0,020^2} = 0,306 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,090 + \sqrt{0,018^2 + 0,020^2} = 0,116 \text{ мм.}$$

$$z_{1 \max} = z_{1 \min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 1,9 + 0,5 \cdot (6,4 + 0,46) = 5,33 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,399 + 0,5 \cdot (0,46 + 0,185) = 0,722 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,306 + 0,5 \cdot (0,21 + 0,072) = 0,447 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,116 + 0,5 \cdot (0,072 + 0,046) = 0,175 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (5,33 + 1,9) = 3,615 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,722 + 0,399) = 0,561 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,447 + 0,306) = 0,377 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4max} + z_{4min}) = 0,5 \cdot (0,175 + 0,116) = 0,146 \text{ мм} \gg [19].$$

«Минимальный диаметр рассчитывается по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{imin} + 2 \cdot z_{imin}. \quad (10) \gg [19]$$

«Для перехода предшествующего термическому переходу минимальный диаметр рассчитывается по формуле:

$$d_{(то-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (11) \gg [19]$$

«Максимальный диаметр рассчитывается по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (12) \gg [19]$$

«Средний диаметр рассчитывается по формуле:

$$d_{i\text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{imax} + d_{imin}). \quad (13) \gg [19]$$

Ниже приведены результаты расчетов операционных размеров.

$$\ll d_{4min} = 199,354 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 199,4 \text{ мм.}$$

$$d_{4\text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (199,4 + 199,354) = 199,377 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 199,354 + 2 \cdot 0,116 = 199,586 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 199,586 + 0,072 = 199,658 \text{ мм.}$$

$$d_{3\text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (199,658 + 199,586) = \\ = 199,622 \text{ мм.}$$

$$d_{то\text{ min}} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 199,586 + 2 \cdot 0,306 = 200,198 \text{ мм.}$$

$$d_{то\text{ max}} = d_{то\text{ min}} + Td_{то} = 200,198 + 0,210 = 200,408 \text{ мм.}$$

$$d_{то\text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{то\text{ max}} + d_{то\text{ min}}) = 0,5 \cdot (200,408 + 200,198) =$$

$$= 200,303 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{r0min} \cdot 0,999 = 200,198 \cdot 0,999 = 199,998 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 199,998 + 0,185 = 200,183 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (200,183 + 199,998) = \\ = 200,091 \text{ мм.}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 199,998 + 2 \cdot 0,399 = 200,796 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 200,796 + 0,46 = 201,256 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (201,256 + 200,796) = \\ = 201,026 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 200,796 + 2 \cdot 1,9 = 204,596 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 204,596 + 6,4 = 210,996 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (210,996 + 204,596) = \\ = 207,796 \text{ мм} \gg [19].$$

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{4max}. \quad (14) \gg [19]$$

$$2z_{min} = 210,996 - 199,354 = 11,642 \text{ мм.}$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (15) \gg [19]$$

$$2z_{max} = 11,642 + 6,4 + 0,046 = 18,088 \text{ мм.}$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (16) \gg [19]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (11,642 + 18,088) = 14,865 \text{ мм.}$$

Остальные поверхности детали имеют меньшую точность, поэтому

припуски на их обработку определяются с использованием упрощенной методики основанной на статистических данных [21]. Результаты определения припусков с использованием данной методики для определения минимального и максимального значений припусков по переходам приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты определения припусков по переходам

Номер поверхности	Наименование перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1	«точение черновое» [21]	2,0	5,4
	«точение чистовое» [21]	1,0	1,28
	«шлифование черновое» [21]	0,5	0,612
3	«точение черновое» [21]	0,9	3,025
	«точение чистовое» [21]	0,6	0,775
7	«точение черновое» [21]	2,0	5,4
	«точение чистовое» [21]	1,0	1,28
8	«фрезерование черновое» [21]	4,0	5,4
	«фрезерование чистовое» [21]	2,9	3,222
9	«фрезерование черновое» [21]	4,0	5,4
	«фрезерование чистовое» [21]	2,9	3,222
10	«фрезерование черновое» [21]	2,0	3,4
	«фрезерование чистовое» [21]	1,0	1,322
11	«фрезерование черновое» [21]	2,0	3,4
	«фрезерование чистовое» [21]	1,0	1,322
12	«фрезерование черновое» [21]	4,0	5,4
	«фрезерование чистовое» [21]	2,9	3,222
14	«точение черновое» [21]	1,5	4,93
	«точение чистовое» [21]	0,25	0,573
	«шлифование черновое» [21]	0,3	0,429
	«шлифование чистовое» [21]	0,06	0,119
16	«точение черновое» [21]	1,5	4,93
	«точение чистовое» [21]	0,25	0,573
	«шлифование черновое» [21]	0,3	0,429
	«шлифование чистовое» [21]	0,06	0,119
18	«точение черновое» [21]	2,5	5,9
	«точение чистовое» [21]	1,0	1,28
	«шлифование черновое» [21]	0,5	0,612
25	«точение черновое» [21]	2,0	4,65
	«точение чистовое» [21]	1,0	1,21
	«шлифование черновое» [21]	0,5	0,583

В соответствии с методикой проектирования с применением данных [7]

определяем технологические напуски, определяем допуски на размеры, определяем технические характеристики заготовки. Исходя из полученных значений, формируем контур заготовки. Все полученные данные приведены на чертеже заготовки, представленной на листе графической части.

2.2 Проектирование маршрута и плана изготовления детали

Анализ типа производства показал, что в условиях среднесерийного типа производства технологический маршрут изготовления детали проектируется на основе типовых маршрутов обработки [3, 9, 17, 26] с учетом конструктивных особенностей детали. В таком случае проектирование маршрута обработки сводится к выявлению принадлежности детали к определенному классу деталей, выбору типовых маршрутов обработки деталей данного класса, анализу данных маршрутов путем исключения избыточных операций и добавления недостающих. Такое решение в условиях среднесерийного типа производства существенно ускоряет процесс проектирования и повышает его качество.

В результате анализа имеющихся типовых маршрутов изготовления деталей данного типа получаем следующий маршрут изготовления шнека.

Операция 005 Токарная. Обрабатываются поверхности 1, 3, 6, 7, 14.

Операция 010 Токарная. Обрабатываются поверхности 15, 16, 18, 19, 20, 24, 25, 27, 28.

Операция 015 Токарная. Обрабатываются поверхности 1, 2, 3, 6, 7, 14, 26.

Операция 020 Токарная. Обрабатываются поверхности 15, 16, 17, 18, 25.

Операция 025 Сверлильная. Обрабатывается поверхность 13.

Операция 030 Протяжная. Обрабатываются поверхности 4, 5.

Операция 035 Накатная. Обрабатываются поверхности 22, 23.

Операция 040 Фрезерная. Обрабатываются поверхности 8, 9, 10, 11, 12.

Операция 045 Термическая. Термическая обработка всех поверхностей.
Операция 050 Шлифовальная. Обрабатываются поверхности 1, 18.
Операция 055 Шлифовальная. Обрабатываются поверхности 16, 25.
Операция 060 Шлифовальная. Обрабатываются поверхности 14, 15.
Операция 065 Шлифовальная. Обрабатывается поверхность 16.
Операция 070 Шлифовальная. Обрабатываются поверхности 14, 15.
Операция 075 Моечная. Выполняется мойка всех поверхностей.
Операция 080 Контрольная. Выполняется контроль детали согласно карте контроля.

Имея маршрут изготовления детали, формируем план изготовления. Для этого используем рекомендации [17]. Согласно им «план изготовления включает в себя перечень всех операций технологического процесса, используемое оборудование, эскизы выполнения операций с указанием на них операционных размеров и схем базирования, технические требования на выполнение операций, назначаемые исходя из экономически целесообразной точности достигаемой на операции» [17]. Результаты проектирования плана изготовления отображаются на соответствующем листе графической части работы и в маршрутной карте, представленной в приложении А.

2.3 Выбор средств оснащения технологического процесса

Средства оснащения технологического процесса будем выбирать по справочным данным [8, 10, 11, 13, 18, 20, 27]. При выборе необходимо учесть особенности типа производства рассмотренные ранее.

Выбор оборудования зависит от реализуемого метода обработки. В заданных условиях предпочтительным является использование универсального оборудования и оборудования с системой числового программного управления. Применение специализированного оборудования возможно только в случае если на универсальном оборудовании реализовать заданный метод обработки не представляется возможным.

Выбор режущего инструмента производится исходя из метода обработки, требуемой точности обработки и формы обрабатываемых поверхностей. Предпочтительным является использование универсального и стандартизированного режущего инструмента. Применение специального режущего инструмента допускается в обоснованных случаях.

Выбор технологической оснастки производится исходя из требуемой к реализации схемы базирования. Предпочтительным является использование универсальной, универсально-сборной оснастки с применением средств механизации процессов закрепления и раскрепления заготовок.

Выбор средств контроля производится исходя из требуемой точности контроля, формы контролируемых поверхностей и допустимых методов контроля. Предпочтительным является использование стандартных и универсальных средств контроля.

Выбранные согласно данным соображения средства технологического оснащения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Средства технологического оснащения

Наименование операции	Станки	Зажимные приспособления	Металлорежущие инструменты	Средства контроля
005 Токарная	токарный HAAS GT10	патрон трехкулачковый специальный	резец расточной TNMX 16 04 08–WMX «Sandvik», резец контурный CNMG 25 09 24-PR «Sandvik»	штангенциркуль ГОСТ 166–89, нутромер ГОСТ 10–88
010 Токарная	токарный HAAS GT10	патрон трехкулачковый специальный	резец расточной TNMX 16 04 08–WMX «Sandvik», резец контурный CNMG 25 09 24-PR «Sandvik»	штангенциркуль ГОСТ 166–89, нутромер ГОСТ 10–88
015 Токарная	токарный HAAS GT10	патрон трехкулачковый специальный	резец расточной VCMT «Sandvik», резец контурный специальный	микрометр ГОСТ 6507–90, нутромер ГОСТ 10–88
020 Токарная	токарный HAAS GT10	патрон трехкулачковый	резец расточной VCMT «Sandvik»,	микрометр ГОСТ 6507–

Продолжение таблицы 3

Наименование операции	Станки	Зажимные приспособления	Металлорежущие инструменты	Средства контроля
		специальный	резец контурный специальный	90, нутромер ГОСТ 10–88
025 Сверлильная	сверлильный НААС OM 1	патрон трехкулачковый специальный	сверло Ø13 R840–1300–30–A0A «Sandvik»	нутромер ГОСТ 10–88, калибр
030 Протяжная	горизонтальная-протяжной 7Б55	опора шаровая специальная	протяжка шлицевая ГОСТ 25969–83	калибры
035 Накатная	накатной RWT12X	оправка шлицевая специальная	накатные ролики специальные	калибры
040 Фрезерная	обрабатывающий центр НААС VF 1	патрон трехкулачковый специальный	фреза концевая R390–012A16–11L «Sandvik», фреза сферическая R216.42–08030–AI08G «Sandvik»	калибры
045 Термическая	печь шахтная			
050 Шлифовальная	плоскошлиф овальный 3Д722	плита магнитная ГОСТ 17519-81	круг шлифовальный 1 25A80K6V	скоба ГОСТ 11098–75
055 Шлифовальная	внутришлиф овальный 3К227В	оправка шлицевая специальная	круг шлифовальный 1 24A36K7V, круг шлифовальный 6 25A80K6V	скоба ГОСТ 11098–75
060 Шлифовальная	круглошлиф овальный с ЧПУ 3М151Ф2	патрон мембранный специальный	круг шлифовальный 1 24A60K7V	скоба ГОСТ 11098–75
065 Шлифовальная	внутришлиф овальный 3К227В	оправка шлицевая специальная	круг шлифовальный 1 32x60x13 23A60K5V	скоба рычажная ГОСТ 11098–75
070 Шлифовальная	круглошлиф овальный с ЧПУ 3М151Ф2	патрон мембранный специальный	круг шлифовальный 1 24A80K6V	скоба рычажная ГОСТ 11098–75

Приведенные в таблице 3 данные по средствам технологического оснащения используем для заполнения технологической документации,

приведенной в приложении А, а также в графической части выпускной квалификационной работы.

Анализируя полученные данные по средствам технологического оснащения, приходим к следующим выводам.

Предлагаемые к использованию станки отвечают всем требованиям среднесерийного производства, при этом большая часть оснащена системами числового программного управления. Такое оборудование позволит обеспечить требуемую производительность и гибкость производства.

Предлагаемые к использованию станочные приспособления реализуют предполагаемые на операциях схемы базирования, являются универсальными, обладают необходимым быстродействием. Однако, следует отметить использование большого количества специальных приспособлений, что потребует их проектирования и изготовления. При этом необходимо предусмотреть возможность использования данных приспособлений для изготовления других деталей, входящих в номенклатуру производства.

Предлагаемые к использованию режущие инструменты отвечают требованиям среднесерийного типа производства, в большинстве своем являются универсальными. Однако, на ряде операций предусмотрено использование инструмента фирмы «Сандвик», который является достаточно дорогостоящим, но данное решение продиктовано необходимостью полного использования потенциала станков применяемых на данных операциях. По этой же причине предусмотрено использование специального режущего инструмента, что потребует их проектирования и изготовления.

Предлагаемые к использованию средства контроля отвечают всем предъявляемым к ним требованиям. Для контроля большинства размеров используются универсальные средства контроля, что удешевляет оснащение технологического процесса необходимыми средствами контроля. Для нескольких операций предполагается использование калибров. Такое решение вызвано особенностью контролируемых параметров детали и, в данном случае, его можно считать обоснованным.

2.4 Проектирование технологических операций

С целью обеспечения проектирования технологических операций необходимо произвести нормирование операций, то есть определить режимы резания, а также время на их выполнение. В ходе анализа типа производства было выяснено, что нормирование технологических операций в условиях среднесерийного типа производства основано на применение опытно-статистического метода [16, 20, 23]. Ниже приведен алгоритм проведения нормирования технологических операций с применением данной методики.

«Скорость резания определяется по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (17)$$

где V_T – скорость резания справочная, м/мин;

K_1 – коэффициент характеристик обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент характеристик инструментального материала;

K_3 – коэффициент характеристик вида обработки» [16].

«Рассчитывается частота вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (18)$$

где D – номинальный диаметр, мм» [16].

«Далее рассчитывается длина рабочего хода инструмента по формуле:

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

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [4].

«Затем, определяется основное время на обработку по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}, \quad (20)$$

где S – подача, мм/об» [16].

Следует отметить, что на ряде операций используется инструмент фирмы «Сандвик». На данных операциях режимы резания будем определять по рекомендациям данной фирмы [11], что позволит наиболее эффективно использовать данный режущий инструмент.

Результаты нормирования технологических операций приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты нормирования технологических операций

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Рабочий ход, мм	Время, мин
005	1	0,8	65	125	220	2,2
	2	0,6	75	750	53	0,12
010	1	2	3	4	5	6
	1	0,8	65	125	86	0,86
	2	0,6	75	160	220	2,29
015	1	0,2	165	260	136	3,02
	2	0,05	200	360	53	1,47
020	1	0,1	165	260	86	3,3
	2	0,05	200	360	28	1,56
025	1	0,3	90	2000	9	0,02
030	1	(0,06)	2		168	0,26
035	1					1,48
040	1	0,2	170	4500		8,36
	2	0,16	190	6500		10,12
050 А	1	1,0	20		60	2,5
050 Б	2	1,0	20		205	3,25
055	1	0,005	51	300	6	0,35
	2	0,025	50	300	17	1,38
060	1	0,025	50	300	170	2,86
065	1	0,01	52	300	17	1,58
070	1	0,011	51	300	170	3,29

Приведенные в таблице 4 данные по нормированию технологических операций используем для формирования технологической документации, приведенной в приложении А, а также в графической части выпускной квалификационной работы.

Анализируя полученные данные, приходим к выводу, что большинство технологических операций имеют хорошие показатели по основному времени обработки, отвечающие требованиям среднесерийного типа производства. Однако, ряд операций имеют время обработки значительно превышающее остальные операции. Для таких операций следует предусмотреть технические или организационные мероприятия, направленные на снижение времени выполнения данных операций.

В ходе выполнения второго раздела спроектирован технологический процесс изготовления детали с учетом типовых технологических процессов, а также особенностей среднесерийного типа производства. Для этого выбран метод получения заготовки и проведено ее проектирование, определены припуски на обработку поверхностей, определен маршрут обработки поверхностей, выбраны схемы базирования, определены режимы резания, определены операционные технические требования, назначено оборудование и средства технологического оснащения, проведено нормирование технологических операций.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование трехкулачкового патрона

В ходе анализа полученных данных по средствам технологического оснащения, было выявлено использование большого количества специальных приспособлений, в том числе и на токарных операциях. Это объясняется отсутствием стандартных механизированных приспособлений, что приводит к увеличению времени на снятие и установку заготовок. Устраним данный недостаток путем проектирования механизированного приспособления с использованием методики и данных [4, 8]. При этом необходимо предусмотреть возможность использования данного патрона для изготовления других деталей, входящих в номенклатуру производства.

Эскизы выполнения токарных операций приведены на плане изготовления детали в графической части работы, а также на карте эскизов операционных карт.

Силовой расчет приспособления основан на обеспечении равновесия системы сил закрепления и резания. Для этого составим схему закрепления, приведенную на рисунке 2.

«Из данной схемы следует, что момент от составляющей силы резания P_Z определяется по формуле:

$$M_{P_Z} = P_Z \cdot \frac{d_1}{2}, \quad (21)$$

где d_1 – обрабатываемый диаметр, мм» [4].

«Для обеспечения его уравнивания необходимо создать момент силы зажима равный:

$$M_{3P_Z} = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (22)$$

где W – сила зажима, Н;

f – коэффициент трения поверхностей заготовки и сменного кулачка;

d_2 – диаметр закрепления, мм» [4].

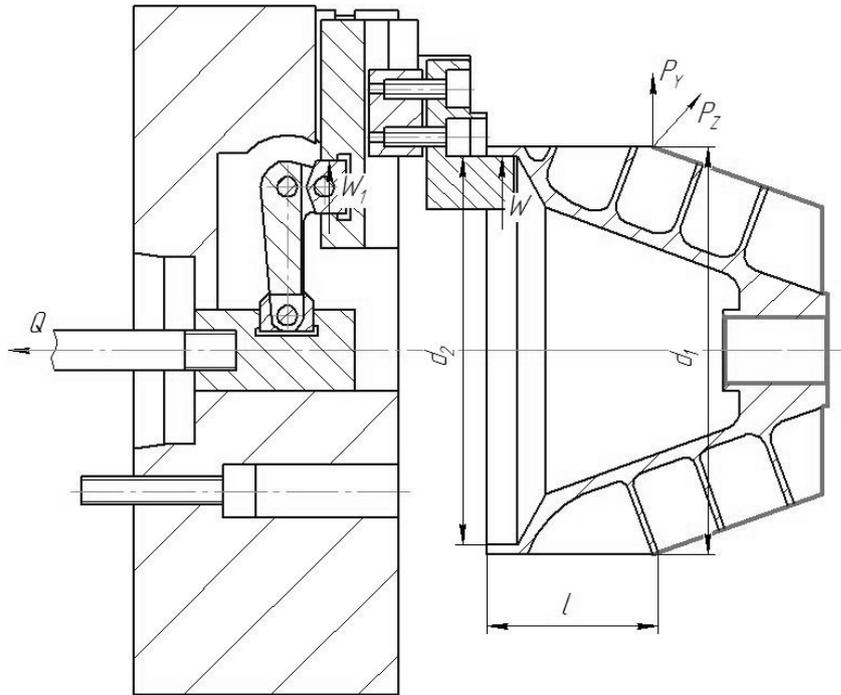


Рисунок 2 – Расчетная схема закрепления

«Сила зажима, которую необходимо создать определяется из условия необходимости обеспечения равенства данных моментов и составит:

$$W = \frac{P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \cdot K, \quad (23)$$

где K – коэффициент запаса» [4].

Составляющая силы резания P_z определяется по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (24)$$

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степеней, характеризующие

фактические условия выполнения операции;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

V – скорость резания, м/мин;

K_p – коэффициент условий обработки» [4].

«Коэффициент запаса учитывает особенности выполнения операции и рассчитывается по формуле:

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

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент состояния обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент увеличения сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

K_3 – коэффициент прерывистости процесса резания;

K_4 – коэффициент стабильности усилия зажима;

K_5 – коэффициент эргономических показателей привода» [4].

Выполняем расчеты.

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1,14^{1,0} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 165^{-0,15} \cdot 0,9 = 1080 \text{ Н.}$$

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8.$$

$$W = \frac{1080 \cdot 200}{0,3 \cdot 190} \cdot 1,8 = 6821 \text{ Н.}$$

«Момент от составляющей силы резания P_Y определяется по формуле:

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

где l – плечо приложения силы, мм» [4].

«Уравновешивающий его момент силы зажима равен:

$$M_{3P_Y} = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{3}. \quad (27) \gg [4]$$

«Из условия необходимости обеспечения равенства данных моментов определяем силу зажима:

$$W = \frac{3 \cdot P_Y \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_2} \cdot K. \quad (28) \gg [4].$$

Составляющая силы резания P_Y определяется по формуле:

$$\langle P_Y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (29)$$

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степеней, характеризующие фактические условия выполнения операции;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

V – скорость резания, м/мин;

K_p – коэффициент условий обработки» [20].

Выполняем расчеты.

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 1,14^{0,9} \cdot 0,1^{0,6} \cdot 165^{-0,3} \cdot 0,9 = 484 \text{ Н.}$$

$$W = \frac{3 \cdot 484 \cdot 81}{2 \cdot 0,3 \cdot 190} \cdot 2,52 = 2600 \text{ Н.}$$

Из двух полученных сил зажима дальнейшие расчеты проводим для наибольшего значения.

«Усилие зажима на постоянных кулачках вследствие конструктивных особенностей зажимного механизма отличается от расчетного и определяется по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (30)$$

где l – вылет кулачка, мм;

H – длина направляющей постоянного кулачка, мм;

f_1 – коэффициент трения в направляющих» [4].

$$W_1 = \frac{6821}{1 - \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1} = 10870 \text{ Н.}$$

«Усилие на приводе рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (31)$$

где i_c – передаточное отношение зажимного механизма» [4].

При использовании в конструкции приспособления рычажного зажимного механизма из опыта проектирования [4] оптимальным является использование передаточного отношения равного 2,5.

Выполняем расчет усилия зажима на приводе.

$$Q = \frac{10870}{2,5} = 4348 \text{ Н.}$$

«С целью обеспечения механизации процесса закрепления в конструкции приспособления применим гидравлический привод, диаметр поршня которого определяется по формуле:

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

где d – диаметр штока, мм;

P – давление масла в системе, МПа» [4].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 4348}{1,0} + 30^2} = 79 \text{ мм.}$$

«С целью применения в конструкции стандартного гидравлического привода округляем значение диаметра поршня до ближайшего большего стандартного, которое составляет 80 мм» [4].

Спроектированный патрон должен отвечать требованиям по точности

установки в нем заготовки. Для ее определения составим расчетную размерную схему (рисунок 3) и по ней выведем формулу для определения погрешности установки в патроне.

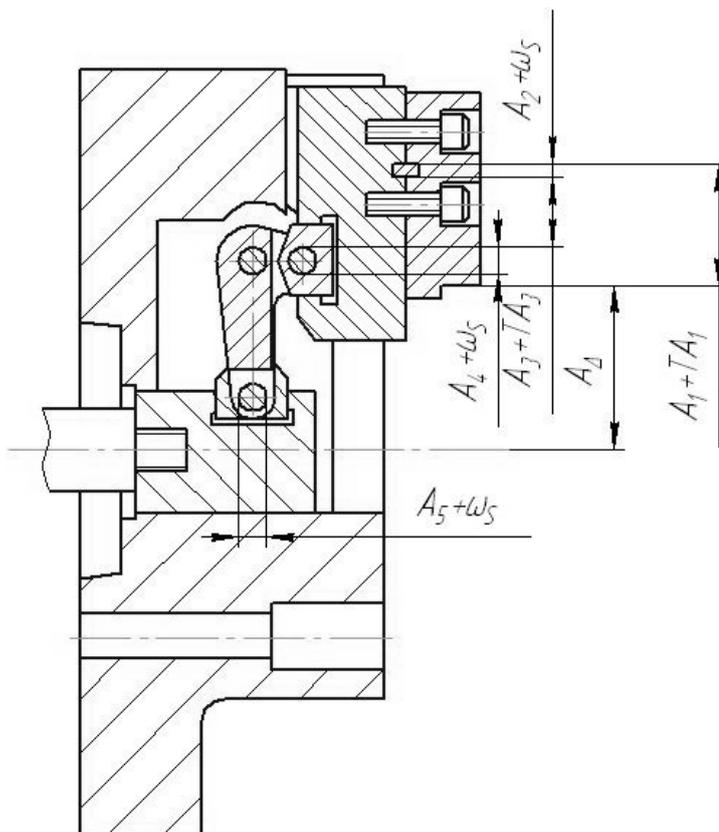


Рисунок 3 – Расчетная размерная схема патрона

«Исходя из схемы, погрешность установки в приспособлении составит:

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

где Δ_1 – погрешность изготовления размера A_1 , мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении A_2 , мм;

Δ_3 – погрешность изготовления размера A_3 , мм;

Δ_4 – колебание зазора в сопряжении A_4 , мм;

Δ_5 – колебание зазора в сопряжении A_5 , мм» [4].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,018^2 + 0,015^2 + 0,015^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

«Данное значение необходимо сравнить с допустимой погрешностью для данной операции, которая составляет 0,3 от минимального поля допуска на размер, выполняемый на операции. В данном случае это значение составляет 0,048 мм. Следовательно, точность приспособления соответствует необходимой точности» [4].

Конструкция приспособления подробно представлена на листе графической части работы и в спецификациях (приложение Б).

Спроектированное приспособление позволяет решить проблему механизации процесса закрепления и раскрепления заготовок на токарных операциях и, как следствие, сократить вспомогательное время их выполнения.

3.2 Проектирование токарного резца

Токарные операции в данном технологическом процессе составляют значительную его часть. На данных операциях предполагается использовать достаточно дорогостоящий режущий инструмент фирмы «Sandvik». Это позволит в полной мере реализовать технологические возможности применяемого оборудования. С другой стороны при применении данного инструмента в нормальных условиях закладывается стандартная стойкость, что приводит к значительному его расходу. С целью снижения расхода режущего инструмента и увеличения его стойкости возможно несколько вариантов решения данной проблемы. Один из путей заключается в снижении режимов резания, но тогда увеличится время обработки, что неприемлемо. Второй вариант заключается в нанесении на режущую часть разнообразных покрытий, но такое решение достаточно дорогостоящее. Третий вариант решения проблемы заключается в изменении системы охлаждения зоны резания и осуществление подвода смазочно-охлаждающей жидкости непосредственно в зону обработки. Проанализировав

существующие варианты технической реализации последнего варианта, принимаем решение проводить проектирование по методике [1, 24].

«Согласно принятой методике проектирования конструктивные параметры резца определяются исходя из площади сечения срезаемого слоя по формуле:

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

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [1].

$$F = 1,14 \cdot 0,10 = 0,114 \text{ мм}^2.$$

«По данному значению площади сечения стружки подбираем все конструктивные параметры резца» [1]. Геометрию режущей части принимаем в соответствии с требованиями обработки и рекомендациям [1].

Для обеспечения подвода смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания выполняем в корпусе резца и в пластинах опорной и режущей специальные каналы, конструкция которых принимается по рекомендациям [24]. Конструктивно резец состоит из державки, на которую установлена опорная пластина. На опорную пластину устанавливается режущая пластина, которая поджимается к ней при помощи прихвата и винта.

Подробная конструкция резца приведена на чертеже листа графической части работы.

В ходе выполнения третьего раздела проведено совершенствование спроектированного технологического процесса изготовления. Спроектирован механизированный патрон на токарные операции, что позволило сократить время их выполнения. Также спроектирован резец с подводом смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания, что позволило увеличить стойкость резцов.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

В работе рассмотрен технологический процесс изготовления вала шнека шнекового насоса. В процессе изготовления детали выполняются следующие операции: токарные, сверлильная, протяжная, накатная, фрезерная, шлифовальные.

В технологическом процессе используются следующие станки: токарный HAAS GT10, сверлильный HAAS OM 1, горизонтально-протяжной 7Б55, накатной RWT12X, обрабатывающий центр HAAS VF 1, плоскошлифовальный 3Д722, внутришлифовальный 3К227В, круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2.

В технологическом процессе используются следующие средства технологического оснащения: патрон трехкулачковый, опора шаровая, оправка шлицевая, плита магнитная, патрон мембранный.

В технологическом процессе используются следующие инструменты: резец расточной TNMX 16 04 08–WMX «Sandvik», резец контурный CNMG 25 09 24-PR «Sandvik», сверло R840–1300–30–A0A «Sandvik», протяжка шлицевая ГОСТ 25969–83, накатные ролики, фреза концевая R390–012A16–11L «Sandvik», фреза сферическая R216.42–08030–AI08G «Sandvik», круг шлифовальный 1 25A80K6V, круг шлифовальный 1 24A36K7V, круг шлифовальный 6 25A80K6V, круг шлифовальный 1 24A60K7V, круг шлифовальный 1 323A60K5V, круг шлифовальный 1 24A80K6V.

Исполнителями технологического процесса являются операторы станков с числовым программным управлением, станочники широкого профиля, шлифовщики.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Рассмотрим возможные профессиональные риски для основных исполнителей технологического процесса, то есть операторов станков с числовым программным управлением, станочников широкого профиля, шлифовщиков. При проведении идентификации учтем положения ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» и Приказа Минтруда № 776н «Об утверждении примерного положения о системе управления охраной труда» [6].

Полученные данные приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификация профессиональных рисков

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Опасности/ риски
станки: токарный НААС GT10, сверлильный НААС ОМ 1, горизонтально-протяжной 7Б55, накатной RWT12X, обрабатывающий центр НААС VF 1, плоскошлифовальный 3Д722, внутришлифовальный 3К227В, круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2	«действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего» [6]	«падение с высоты, падение предметов» [6]
	«движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [6]	«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от неполадок или повреждения систем управления» [6]
	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [6]	«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [6]

Продолжение таблицы 5

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Опасности/ риски
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [6]	«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [6]
	«производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [6]	«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств (например потеря равновесия, ослаблении внимания)» [6]
	«производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [6]	«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [6]
	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [6]	«физические перегрузки» [6]
	«производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [6]	«контакт с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находясь под напряжением (косвенный контакт), неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от возобновления энергоснабжения после его прерывания» [6]

Представленные в таблице 5 риски являются наиболее вероятными для основных исполнителей рассматриваемого технологического процесса.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

С целью обеспечения выявленных профессиональных рисков разработаем методы и средства их снижения. При разработке данных мероприятий учтем положения Приказа Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» [6].

Полученные данные приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Методы и средства снижения профессиональных рисков

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«падение с высоты, падение предметов» [6]	«издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда» [6]	использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места; обеспечение безопасных условий труда
«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания от неполадок или повреждения систем управления» [6]	«устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников» [6], «устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [6]	«соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима; применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное применение систем торможения» [6], «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание » [6]

Продолжение таблицы 6

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
		«свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [6]
«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [6]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [6]	«устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты; организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным методам и приемам выполнения работ; использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [6]
«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [6]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [6]	«применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [6]
«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств» [6]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых» [6]	«применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим» [6]

Продолжение таблицы 6

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
	«в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [6]	«процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [6]
«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [6]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [6]	«своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик; установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции» [6]
физические перегрузки	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [6]	«проведение инструктажа на рабочем месте; соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха; организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [6]
«контакт с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находясь под напряжением	«внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от» [6]	«изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований» [6]

Продолжение таблицы 6

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
(косвенный контакт), неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от возобновления энергоснабжения после его прерывания» [6]	«поражения электрическим током» [6]	«охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [6]

Соблюдение описанных выше мероприятий позволит обеспечить снижение влияния профессиональных рисков на основных исполнителей рассматриваемого технологического процесса.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

С целью обеспечения эффективной системы обеспечения пожарной безопасности при выполнении рассматриваемого технологического процесса проведем классификацию потенциального пожара.

По виду используемого горючего материала класс D пожары, связанные с воспламенением и горением металлов.

Опасные факторы потенциального пожара: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах).

Категория пожароопасности помещения ВЗ помещения, в которых находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что

помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б

Определим технические средства обеспечения пожарной безопасности. Первичные средства пожаротушения огнетушители: ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100. Мобильные средства пожаротушения мотопомпа пожарная. Средства пожарной автоматики пожарный извещатель ИП-212-141. Пожарное оборудование пожарный щит класса ЩП-А. Пожарные сигнализация, связь и оповещение оповещатель охранно-пожарный звуковой Маяк-220, программно-аппаратный комплекс «Стрелец-мониторинг». Индивидуальные средства защиты для операторов станков с числовым программным управлением, станочников широкого профиля, шлифовщиков не предусмотрено действующими нормативными документами.

В целях предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами, осуществляются следующие мероприятия: разрабатываются инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации, проводится инструктаж по пожарной безопасности. Каждый работник, зафиксировавший негативную ситуацию, которая может привести к возникновению пожаров, обязан уведомить об этом своего непосредственного руководителя работ.

В цехах и складских помещениях имеются огнетушители, иные средства пожаротушения. Помещения оборудованы системами противопожарной сигнализации и автоматического пожаротушения.

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

К негативным экологическим факторам, возникающим при выполнении рассматриваемого технологического процесса относятся нижеследующие.

Загрязнение гидросферы остатками масла, смазочно-охлаждающих жидкостей, смазочных материалов, частиц абразива и мелкой стружки.

Загрязнение литосферы металлическим ломом, стружкой, промышленным мусором, отработанными маслами и смазочно-охлаждающими жидкостями. Загрязнение атмосферы в виде образования незначительного количества паров смазочно-охлаждающей жидкости и абразивной пыли. Количество данных выбросов мало, следовательно, ими можно пренебречь.

Мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, а также основные этапы процедуры по сбору, обезвреживанию, транспортировке, размещению, утилизации промышленных отходов прописаны в ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» [6].

С целью снижения и устранения загрязнения гидросферы применяются технические средства по очистке сточных вод, которые должны соответствовать ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения» [6].

Выполнение раздела позволило идентифицировать профессиональные риски, действующие на работников, разработать организационно-технические мероприятия по снижению выявленных рисков, провести анализ пожарной и экологической безопасности выполнения технологического процесса.

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел, являющийся завершающим разделом бакалаврской работы. Поэтому его основной целью является экономическое обоснование целесообразности предлагаемых изменений в технологический процесс изготовления детали.

Для подтверждения экономической целесообразности предложенных совершенствований, необходимо произвести расчеты ряда параметров согласно этапам алгоритму определения экономической эффективности технологических решений (рисунок 4).

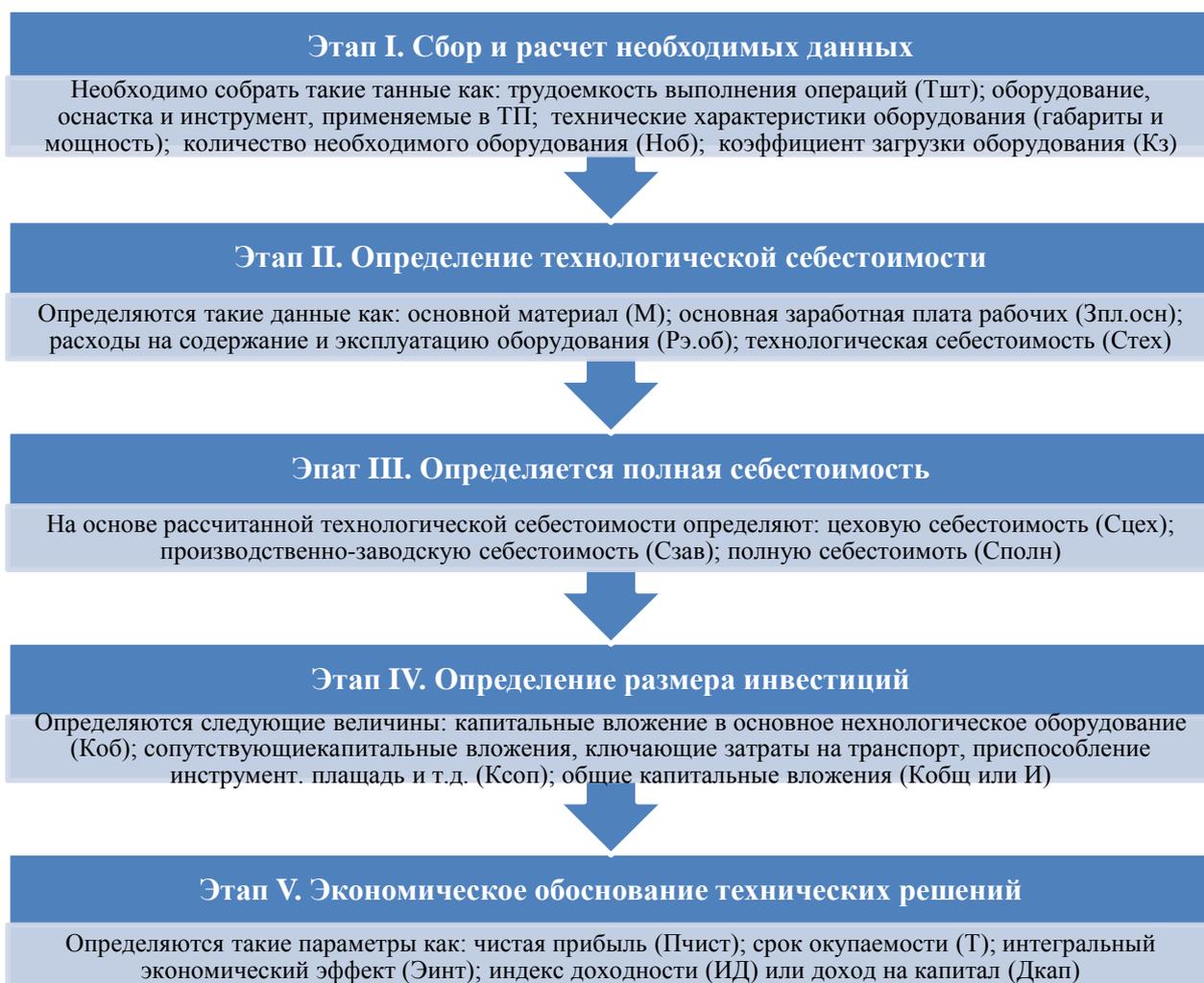


Рисунок 4 – Алгоритм определения экономической эффективности технологических решений

Как видно из рисунка 4, алгоритм предполагает выполнение пяти этапов, каждый из которых имеет обязательные расчеты ряда параметров. Подробная методика расчета этих параметров представлена в учебно-методическом пособии по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы [12].

Далее согласно описанному алгоритму необходимо провести описание каждого этапа и выполнение соответствующих расчетов.

Этап I. Сбор и расчет необходимых данных. Этот этап предполагает, на основе технологического процесса и его изменений, сбор таких данных, как стоимость оборудования, оснастки и инструмента, а так же площадь и мощность данного оборудования. Кроме этого необходимо произвести расчеты по определению количества оборудования и его загрузки.

В качестве исходных данных представим краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали в виде рисунка 5.

Базовый вариант технологического процесса токарной операции 015	Проектный вариант технологического процесса токарной операции 015
<ul style="list-style-type: none">• <u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3• <u>Оснастка</u> – патрон 3-хкулачковый с ручным зажимом• <u>Инструмент</u> – резец контурный, Т5К10• <u>Трудоемкость</u> – Тшт = 8,49 мин, То = 7,25 мин	<ul style="list-style-type: none">• <u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, HAAS GT10.• <u>Оснастка</u> – патрон 3-хкулачковый с механизированным зажимом• <u>Инструмент</u> – резец контурный специальный с каналом для СОЖ и режущей пластиной GT5015 «Sandvik».• <u>Трудоемкость</u> – Тшт = 5,38 мин, То = 4,49 мин

Рисунок 5 – Краткое описание изменений технологического процесса

Как видно из рисунка 5, изменениям подвергается модель оборудования и применяемый инструмент. Так как в процессе предложенного технического решения материал и способ получения заготовки не изменились, поэтому в дальнейшем, расчеты, применяемые для

определения стоимости материалов, будут исключены. Это связано с тем, что в обоих вариантах расходы на материалы останутся одинаковыми и на конечный результат расчетов влияния не окажут.

Этап II. Определение технологической себестоимости. Данный этап позволяет произвести расчеты слагаемых технологической себестоимости: расходов на материал, заработную плату рабочих и операторов, социальных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

Применение необходимой методики, в совокупности с программным обеспечением Microsoft Excel, позволяет получить числовые параметры всех необходимых значений для написания соответствующих выводов, как по данному этапу, так и по всем последующим.

Результаты выполнения этапа II представлены на рисунке 6.

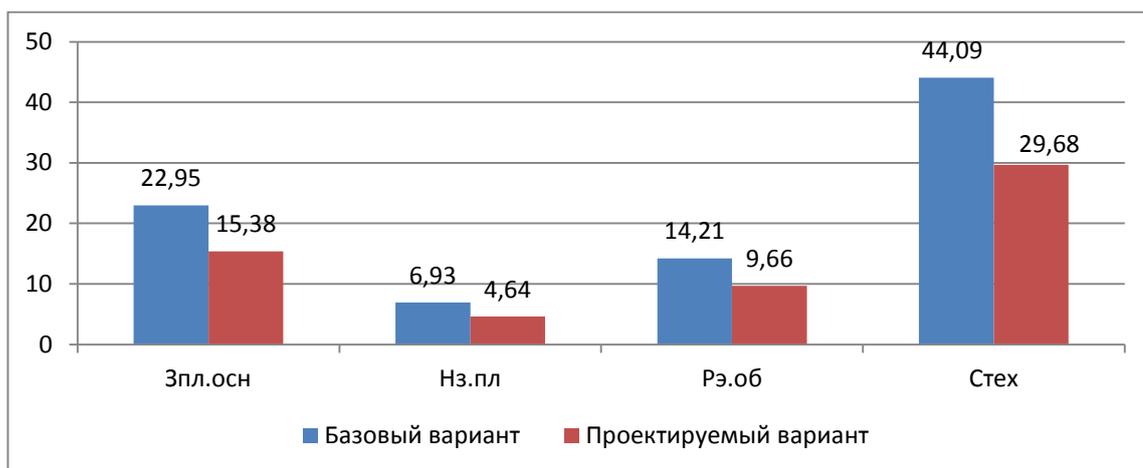


Рисунок 6 – Формирование технологической себестоимости токарной операции 015 по вариантам, руб.

Анализируя рисунок 6 можно сделать вывод о том, что в проектируемом варианте все расходы представленных параметров снижаются. Такие изменения позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 32,7%.

Этап III. Определение полной себестоимости. В рамках данного этапа последовательно определяются такие виды себестоимости как: цеховая,

производственная и полная.

Результаты выполнения этапа III представлены на рисунке 7. Анализируя методику расчета полной себестоимости, можно сказать, что основой для ее определения является величина технологической себестоимости. Поэтому, чтобы показать связь между перечисленными видами себестоимости, на этом рисунке представлены все их виды.

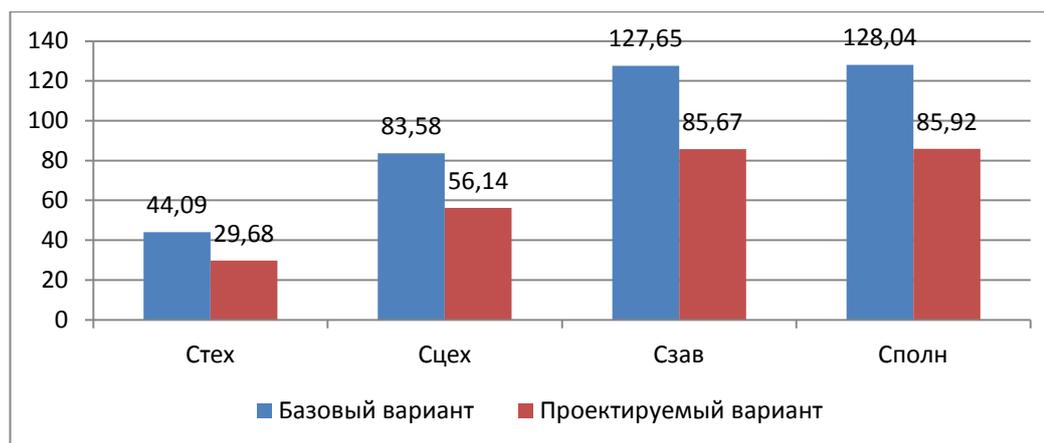


Рисунок 7 – Формирование полной себестоимости токарной операции 015 по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 7, все значения в проектируемом варианте, также имеют тенденцию к снижению. Так полная себестоимость токарной операции 015 проектируемого процесса уменьшилась на 42,12 рубля, что составляет 32,9%.

Этап IV. Определение инвестиций. Этот этап позволяет определить необходимый объем инвестиций, который потребуется для осуществления предложенных совершенствований технологического процесса.

Результаты выполнения этапа IV представлены на рисунке 8.

Как видно из рисунка 8, инвестиции потребуются на: закупку оборудования (K_{OB}); доставку и монтаж оборудования (K_M); проектирование ($Z_{ПР}$), инструмент ($K_{И}$), производственную площадь ($K_{Э.ПЛ}$); корректировку управляющей программы (K_A) и незавершенное производство ($НЗП$). Учитывая размеры перечисленных параметров, общий объем инвестиций (I)

составит 1835107 рублей.

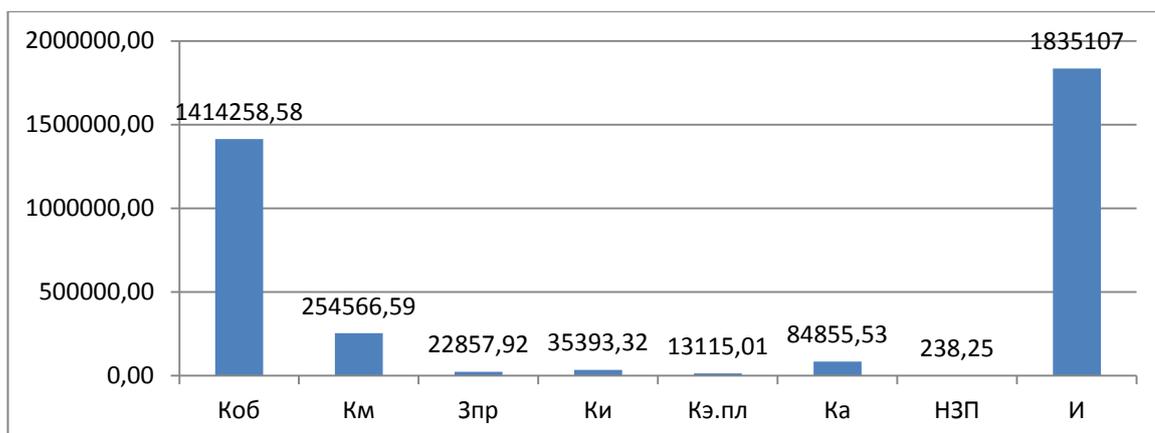


Рисунок 8 – Формирование размера инвестиций на выполнение измененных токарной операции 015, руб.

Этап V. Экономическое обоснование изменений технологического процесса. На данном этапе выполняются все необходимые расчеты, связанные с определением срока окупаемости инвестиций и прибыльности предлагаемых технических решений.

Из всех перечисленных параметров данного этапа, описанных в рисунке 4 (алгоритм определения экономической эффективности технологических решений), наибольший интерес для итоговых выводов представляют величина интегрального экономического эффекта.

Согласно проведенным расчетам, с учетом размера прибыли на заданную программу выпуска и размера инвестиций, интегральный экономический эффект составит 239872,45 рубля при сроке окупаемости 5 лет. Данная величина является положительной, что подтверждает целесообразность финансовых вложений в предложенное техническое решение.

В данном разделе эффективность принятых решений подтверждена путем определения экономических показателей спроектированного технологического процесса и предложенных изменений.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе решены следующие задачи.

На первом этапе проектирования разработан технологический процесс изготовления детали с учетом типовых технологических процессов, а также особенностей среднесерийного типа производства. Для этого выбран метод получения заготовки и проведено ее проектирование, определены припуски на обработку поверхностей, определен маршрут обработки поверхностей, выбраны схемы базирования, определены режимы резания, определены операционные технические требования, назначены оборудование и средства технологического оснащения, проведено нормирование технологических операций.

На следующем этапе проведено совершенствование спроектированного технологического процесса изготовления. Спроектирован механизированный патрон на токарные операции, что позволило сократить время их выполнения. Также спроектирован резец с подводом смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания, что позволило увеличить стойкость резцов.

Далее произведена оценка на безопасность и экологичность выполнения спроектированного технологического процесса.

Эффективность принятых решений подтверждена путем определения экономических показателей спроектированного технологического процесса и предложенных изменений.

Решение данных задач позволило достигнуть цели данной выпускной квалификационной работы, то есть разработать технологию изготовления шнека способную обеспечивать выпуск годовой программы деталей требуемого качества с минимальными экономическими затратами в течение заданного срока в условиях среднесерийного типа производства.

Список используемых источников

1. Артамонов Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

2. Афонькин М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380 с.

3. 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: 15.04.2022).

4. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 19.04.2022).

5. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства : учебно-методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2018. –203 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 26.03.2022).

6. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2021. – 22 с.

7. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 45 с

8. Зажимные механизмы и технологическая оснастка для высокоэффективной токарной обработки : [монография] / Ю.Н. Кузнецов [и др.]. – Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 476 с.

9. Иванов И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 12.04.2022).

10. Каталог продукции «haascnc». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.int.haascnc.com> (дата обращения: 20.04.2022).

11. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 20.04.2022).

12. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 05.10.2022).

13. Пелевин В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 18.04.2022).

14. Погонин А.А. Технология машиностроения : учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3-е изд., доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 530 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045711> (дата обращения: 08.04.2022).

15. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. – Санкт–Петербург. : Лань, 2018. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 25.04.2022).

16. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ;

ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва». – Тольятти : ТГУ, 2015. – 140 с.

17. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва». – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 15.04.2022).

18. Солоненко В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 416 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/549074> (дата обращения: 15.04.2022).

19. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение–1, 2003. – 910 с.

20. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение–1, 2003. – 941 с.

21. Ямников А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А.С. Ямников, Е.Ю. Кузнецов, М.Н. Бобков ; под редакцией А.С. Ямникова. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 328 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148337> (дата обращения: 10.04.2022).

22. Химический состав и физико-механические свойства стали 12Х18Н9ТЛ [Электронный ресурс]. – URL: <https://scraptraffic.com/splav/12x18n9tl> (дата обращения: 07.04.2022).

23. Kadyrov I., Turusbekov B. Development of an automatic system of stabilization thrust force at the turning operations and its mathematical model. / Proceedings – 2019 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency, SUMMA 2019. P. 255 – 257.

24. Mia M. An approach to cleaner production for machining hardened steel using different cooling-lubrication condition. / Mia M., Gupta M.K., Singh G., Królczyk G., Pimenov D.Y. // *J. Cleaner Prod.* 187 (2018), P 1069 – 1081

25. Watson J.K., Taminger K.M.B. A decision-support model for selecting additive manufacturing versus subtractive manufacturing based on energy consumption. / *J. Cleaner Prod.* 176 (2018), P 1316 – 1322.

26. Weinert K. Dry machining and minimum quantity lubrication. / Weinert K., Inasaki I., Sutherland J.W., Wakabayashi T. // *CIRP Ann-Manuf. Techn.* 53:2 (2004), P 511–537.

27. Zhou L. Energy consumption model and energy efficiency of machine tools: a comprehensive literature review. / Zhou L., Li J., Li F., Meng Q., Li J., Xu X. // *J. Cleaner Prod.* 112 (2016), P 3721 – 3734.

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

<i>Добл.</i>																
<i>Взам.</i>																
<i>Побл.</i>																
<i>Разработал</i>	<i>Орлов</i>				ТГУ кафедра ОТМП											
<i>Проверил</i>	<i>Козлов</i>				Шнек											
<i>Утвердил</i>	<i>Логинов</i>															
<i>Н.контр.</i>	<i>Козлов</i>															
M01	<i>Сталь 12X18H9T ГОСТ 2176-77</i>															
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.раск.	КММ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ						
		166	6,19	1		Q77	24	φ213,2x178,6	1	8,05						
A	Цех	Уч	PM	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
B	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Траз	Тшт
A03	<i>XX XX XX 000 Заготовительная</i>															
B04	<i>Литейная машина</i>															
O5																
A06	<i>XX XX XX 005 4110 Токарная</i>															
B07	<i>381101 Токарный HAAS GT10</i>					3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1	3,15	
O08	<i>Точить поверхности 1, 3, 6, 7, 14 в размер φ14,22^{+0,4}, φ55^{+0,3}, φ32^{+0,25}, 171,5^{+0,4}, 82,1^{+0,35}, 166^{+0,4}.</i>															
T09	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392190 Резец расточной TNMX160408-WMX «Sandvik»</i>															
T10	<i>GS4235; 392190 Резец контурный CNMG250924-PR «Sandvik» GS4235; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I</i>															
T11	<i>ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.</i>															
12																
A13	<i>XX XX XX 010 4110 Токарная</i>															
B14	<i>381101 Токарный HAAS GT10</i>					3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1	3,67	
O15	<i>Точить поверхности 15, 16, 18, 19, 20, 24, 25, 27, 28 в размер φ200,796^{+0,46}, φ188,78_{0,16}, φ140^{+0,4},</i>															
O16	<i>φ72^{+0,3}, φ40^{+0,25}, 169^{+0,4}, 151,5^{+0,4}, 137,5^{+0,35}, 53^{+0,3}, 30^{+0,25}.</i>															
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Шк	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
T 19	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392190 Резец расточной TNMX160408-WMX «Sandvik»															
T 20	GS4235; 392190 Резец контурный CNMG250924-PR «Sandvik» GS4235; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I															
T 21	ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.															
22																
A 23	XX XX XX 015 4110 Токарная															
Б 24	381101 Токарный HAAS GT10					3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1		5,38
О 25	Точить поверхности 1, 2, 3, 6, 7, 14 в размер $\phi 140,72^{+0,16}$, $\phi 55^{+0,12}$, $\phi 32^{+0,1}$, $168^{+0,16}$, $81,8^{+0,14}$, $164,5^{+0,16}$															
T 26	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392190 Резец расточной VCMТ160408-WMX «Sandvik»															
T 27	СТ 5015; 392190 Резец контурный специальный СТ 5015; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89;															
T 28	393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.															
29																
A 30	XX XX XX 020 4110 Токарная															
Б 31	381101 Токарный HAAS GT10					3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1		5,34
О 32	Точить поверхности 15, 16, 17, 18, 25 в размер $\phi 199,998^{+0,185}$, $\phi 189,4^{+0,185}$, $167^{+0,16}$, $53^{+0,12}$															
T 33	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392190 Резец расточной VCMТ160408-WMX «Sandvik»															
T 34	СТ 5015; 392190 Резец контурный специальный СТ 5015; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89;															
T 35	393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.															
36																
A 37	XX XX XX 025 4120 Сверлильная															
Б 38	381210 Сверлильный с ЧПУ HAAS OM-13					17335	422	1P	1	1	1	1200	1		0,38	
О 39	Сверлить поверхность 13 в размер $\phi 13^{+0,18}$, $58,5^{+0,3}$															
T 40	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 391213 Сверл $\phi 13$ R840-1300-30-A0A GC1220 Sandvik;															
T 41	393450 Нутромер НМ-25 ГОСТ10-88; 393400 Калибр.															
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тлоз	Тшт		
А 42	XX XX XX	030	4180	Протяжная														
Б 43	381756	Протяжной	7555	3	16458	422	1Р	1	1	1	1200	1					1,05	
О 44	Протянуть поверхности 4, 5 в размер $\phi 36^{+0,018}$, $6^{+0,006}$.																	
Т 45	396190 Опора шаровая; 392335 Протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83 Р9; 393110 Калибр.																	
46																		
А 47	XX XX XX	035	4268	Накатная														
Б 48	381641	Накатной	RWT12X	3	16869	422	1Р	1	1	1	1200	1					2,35	
О 49	Накатывать поверхности 21, 22, 23 в размер $0,6^{+0,1}$, $1^{+0,1}$.																	
Т 50	396190 Оправка шлицевая; 3923XX Ролики накатные специальные; 393110 Калибр.																	
51																		
А 52	XX XX XX	040	4260	Фрезерная														
Б 53	381210	Фрезерный с ЧПУ	Haas VF-1	3	17335	422	1Р	1	1	1	1200	1					20,14	
О 54	Фрезеровать поверхности 8, 9, 10, 11, 12 выдерживая размеры и допуски согласно чертежа детали.																	
Т 55	396100 Патрон 3-х кулачковый специальный; 391822 Фреза концевая R390-012A16-11L Sandvik GC4230																	
Т 56	391822 Фреза сферическая R216.42-08030-A108G Sandvik GC1620; 393610 Шаблон.																	
57																		
А 58	XX XX XX	045	Термическая															
59																		
А 60	XX XX XX	050	4133	Шлифовальная														
Б 61	381313	Плоскошлифовальный	ЗД722	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1					6,94	
О 62	Шлифовать поверхности 1, 18 в размер $166^{+0,063}$.																	
Т 63	396190 Плита магнитная ГОСТ 17519-81; 396161 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР																	
Т 64	ГОСТ11098-75.																	
МК																		

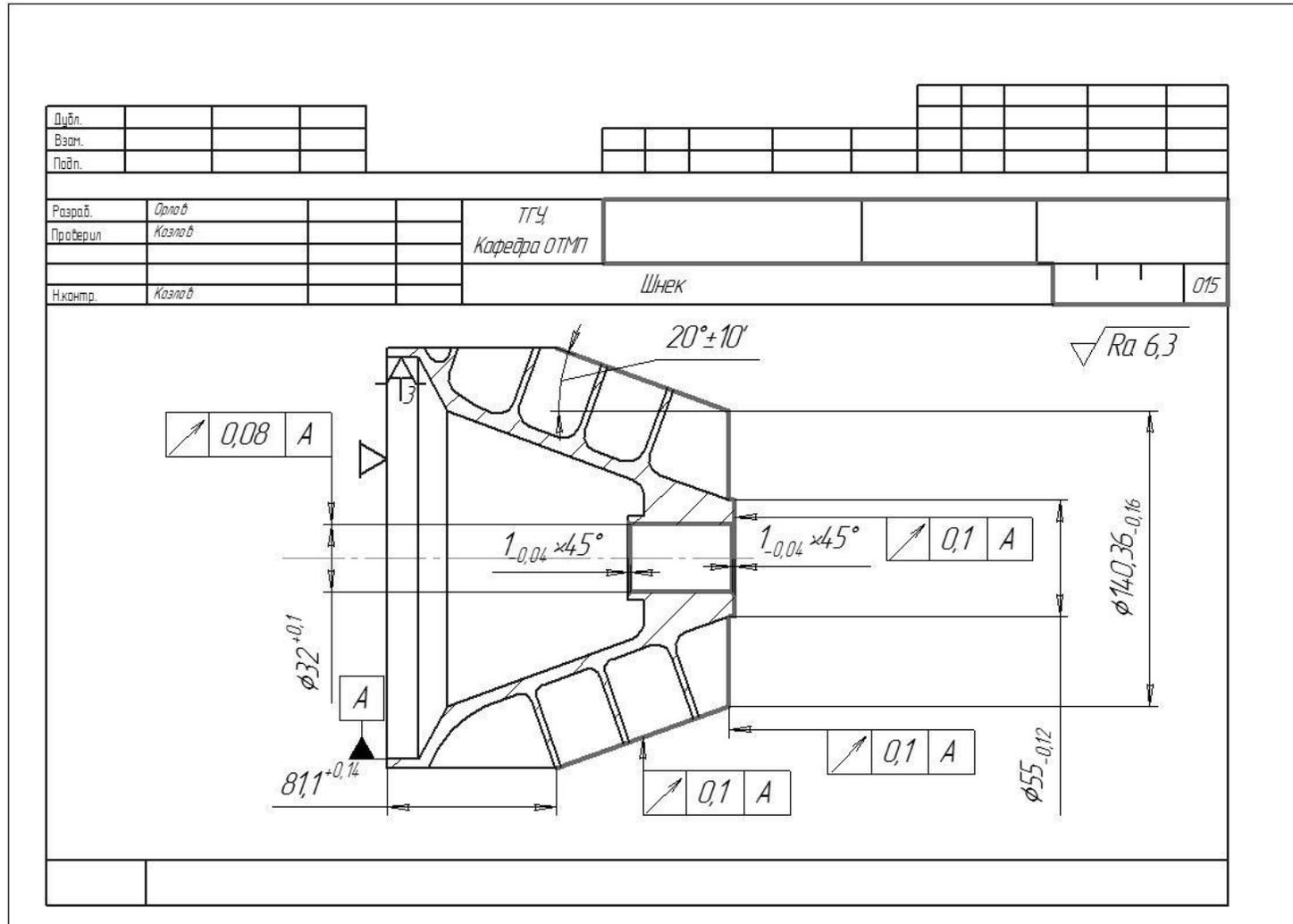
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Шех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тлоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тлоз	Тшт
А 65	XX XX XX	055	4132	Шлифовальная												
Б 66	381312	Внутришлифовальный	ЗК227В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1				2,46
О 67	Шлифовать поверхности 16, 25 в размер $\phi 189,88^{+0,072}$, $51^{+0,046}$															
Т 68	396190 Оправка шлицевая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.															
69																
А 70	XX XX XX	060	4132	Шлифовальная												
Б 71	381311	Круглошлифовальный	ЗМ151Ф2	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1				3,25
О 72	Шлифовать поверхности 15, 14 в размер $\phi 199,586^{+0,072}$, $81^{+0,054}$															
Т 73	396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.															
74																
А 75	XX XX XX	065	4132	Шлифовальная												
Б 76	381312	Внутришлифовальный	ЗК227В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1				2,69
О 77	Шлифовать поверхность 16 в размер $\phi 190^{+0,072}$															
Т 78	396190 Оправка шлицевая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.															
79																
А 80	XX XX XX	070	4132	Шлифовальная												
Б 81	381311	Круглошлифовальный	ЗМ151Ф2	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1				4,81
О 82	Шлифовать поверхности 15, 14 в размер $\phi 199,354^{+0,046}$, $80,6^{+0,054}$															
Т 83	396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.															
84																
А 85	XX XX XX	075	Моечная.													
86																
А 87	XX XX XX	080	Контрольная.													
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



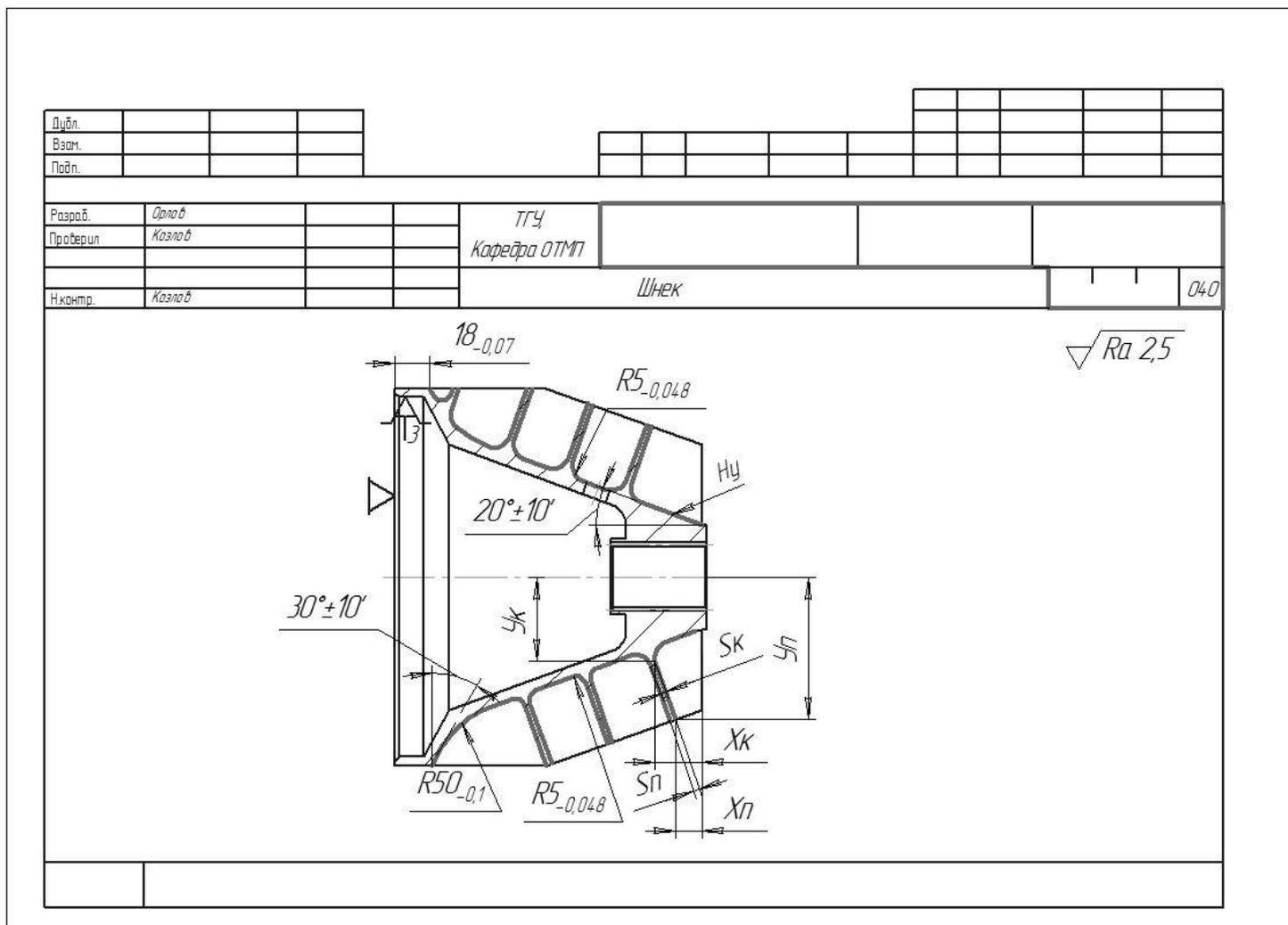
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2.118-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Орлов			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Н.контр.	Козлов			Шнек					Щек	Уч.	Р.М.	Опер. 015
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MO	Профиль и размеры			МЭ	КОИД	
Токарная		Сталь 12Х18Н9ТЛ ГОСТ 2176-77		HB 160	166	6,19	ø213,2x178,6			8,05	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Т ₀	Т _б	Т _{гв}	Т _{шт}	Сож				
HAAS GT10				4,49			5,38	Украина-1				
				пи	о или в	L	t	i	s	п	у	
01	1. Установить заготовку											
Т ₀₂	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392190 Резец расточной VCMТ160408-WMX «Sandvik»;											
Т ₀₃	СТ 5015; 392190 Резец контурный специальный СТ 5015; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 186-89;											
Т ₀₄	393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88											
05	2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.											
Р ₀₆		1				0,41	0,2	260	165			
Р ₀₇		2				0,69	0,1	360	200			
08	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.											
09												
10												
11												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 2.118-82				Формат				
Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
Разраб.	Орлов			ТГУ														
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП														
Н.контр.	Козлов			Шнек						Щек	Уч.	Р.М.	Опер.	040				
Наименование операции		Материал			Твердость	EB	MO	Профиль и размеры			МЭ	КОИД						
Токарная		Сталь 12Х18Н9ТЛ ГОСТ 2176-77			НВ 160	166	6,19	ø23,2x178,6			8,05	1						
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			Тв	Тб	Тгв	Тшт	Сож									
HAAS VF 1					18,48			20,14	Украина-1									
											пи	о или в	L	t	i	s	п	v
01	1. Установить заготовку																	
Т.02	396100 Патрон 3-х кулачковый специальный; 391822 Фреза концевая R390-0M2A16-11L Sandvik GC4230																	
Т.03	391822 Фреза сферическая R216.42-08030-A108G Sandvik GC1620; 393610 Шдлон.																	
04	2. Фрезеровать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза																	
Р.05	1																	
							4,7		0,2	4500	170							
Р.06	2																	
							3,1		0,16	6500	190							
07	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.																	
08																		
09																		
10																		
11																		

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<i>Документация</i>					
A1		22.БР.ОТМП.258.70.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>					
A3	1	22.БР.ОТМП.258.70.00.001	Державка	1	
A4	2	22.БР.ОТМП.258.70.00.002	Прихват	1	
A4	3	22.БР.ОТМП.258.70.00.003	Пластина режущая	1	
A4	4	22.БР.ОТМП.258.70.00.004	Пластина опорная	1	
<i>Стандартные изделия</i>					
	5		Винт М2х5 ГОСТ17475-80	1	
	6		Винт М4х10 ГОСТ11738-84	1	
22.БР.ОТМП.258.70.00.000					
Изм. Лист		№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Орлов			
Проб.		Козлов			
Н.контр.		Козлов			
Утв.		Логинов			
Резец токарный			Лит.	Лист	Листов
					1
			ТГУ, ТМдп-1801а		
Копировал			Формат А4		

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. № подл.	Взам. инв. №	Изм. № докл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Изм. № подл.	Лист	
																			22.БР.0ТМП.258.65.00.000
		18		Винт М5х20 ГОСТ 14475-80	3														
		19		Винт М14х70 ГОСТ 11738-84	3														
		20		Кольцо ОСТ 92-8969-78	1														
		21		Подшипник 904 ГОСТ 8338-75	2														
		22		Прокладка ГОСТ 14475-80	3														
		23		Пробка М5 ГОСТ 12202-66	2														
		24		Манжета ГОСТ 8752-79	3														
		25		Демпфер ГОСТ 8754-79	2														
		26		Шайба ГОСТ 11872-89	1														
		27		Гайка М20 ГОСТ 15526-70	2														
		28		Прокладка ГОСТ 14475-80	2														
		29		Винт М8х1 ГОСТ 13897-68	1														
		30		Винт М8х25 ГОСТ 14475-80	6														
		31		Прокладка ГОСТ 14475-80	1														
22.БР.0ТМП.258.65.00.000																			
Копировал _____ Формат А4																			
Лист 2																			

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата		Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			Подп.	Дата				
<i>Перв. примен.</i>								
						<i>Документация</i>		
					22.БР.ОТМП.258.70.00.000.СБ	Сборочный чертёж		
<i>Справ. №</i>								
						<i>Детали</i>		
					22.БР.ОТМП.258.70.00.001	Державка	1	
					22.БР.ОТМП.258.70.00.002	Прихват	1	
					22.БР.ОТМП.258.70.00.003	Пластина режущая	1	
					22.БР.ОТМП.258.70.00.004	Пластина опорная	1	
<i>Стандартные изделия</i>								
						Винт М2х5 ГОСТ17475-80	1	
						Винт М4х10 ГОСТ11738-84	1	
					22.БР.ОТМП.258.70.00.000			
	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата			
	Разраб.		Орлов			Лит.	Лист	Листов
	Проб.		Козлов					1
	И.контр.		Козлов			ТГУ, ТМдп-1801а		
	Утв.		Логинов					
<i>Резец токарный</i>								
<i>Копировал</i>						<i>Формат А4</i>		