

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления детали «Винт силовой»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Пожидаев Константин Николаевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст.преподаватель	Черкасов А.И			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Клемашева Е.И	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич О.А	к.б.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

Томск – 2022 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ДОПК(У)-1	Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии со стандартами и с учетом технических и эксплуатационных характеристик деталей и узлов изделий
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств

ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Е.А. Ефременков
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Пожидаев Константин Николаевич

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Винт силовой»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 34-76/с от 03.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>1.Чертеж детали 2.Производственная программа выпуска детали – 1000 шт/год.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1.Проектирование технологического процесса изготовления детали 2.Социальная ответственность 3.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1.Чертежи детали 2.Чертеж специального приспособления</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения»</p>	<p>Клемашева Елена Игоревна</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Антоневич Ольга Алексеевна</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>13.12.2021</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Черкасов Александр Иванович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Пожидаев Константин Николаевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 листов графического материала, 110 страниц пояснительной записки.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ВИНТ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ.

Тема ВКР: Разработка технологии изготовления детали «Винт силовой».

Целью данной выпускной работы является проектирование технологического процесса. В данном технологическом процессе используется универсальное оборудование, специальное и универсальные приспособления, а также оборудование с ЧПУ, что позволяет снизить затраты времени на производство детали.

В ходе выполнения ВКР были подробно рассмотрены следующие разделы: Проектирование технологического процесса изготовления детали; Финансовый менеджмент; Социальная ответственность.

В разделе «Проектирование технологического процесса» были рассмотрены следующие этапы: анализ технологичности; проектирование технологического маршрута и операций; размерный анализ; произведен расчет режимов резания; разработано специальное приспособление.

В разделе «Финансовый менеджмент» рассчитана стоимость разработки технологического процесса.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные факторы присущие данному технологическому процессу, выбрано наиболее вероятное ЧП и разработаны мероприятия по его устранению.

Содержание

Введение.....	10
1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «ВИНТ СИЛОВОЙ»	11
1.1 Назначение и конструкция детали	11
1.2 Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа	13
1.3 Определение типа производства.....	16
1.4 Выбор заготовки.....	18
1.5 Принятый маршрутный и операционный техпроцесс	21
1.6 Расчет припусков на обработку, операционных и исходных размеров заготовки	22
1.7 Расчет точности операции.....	27
1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	28
1.9 Расчет и назначение режимов обработки	33
1.10 Нормирование технологического процесса	41
1.11 Размерный анализ техпроцесса.....	43
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	48
2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления.....	48
2.2 Описание и работа приспособления.....	48
2.3 Разработка схемы установки заготовки и расчет погрешностей обработки	50
2.4 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления	50
2.5 Разработка расчетной схемы, определение сил, действующих на заготовку при обработке	50
Заключение	53
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	55
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности	55

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	55
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений	57
3.2 SWOT-анализ	58
3.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	60
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	60
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	62
3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	67
3.4.1 Расчет материальных затрат НИР	67
3.4.2 Расчёт затрат на спецоборудование для экспериментальных работ	68
3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	69
3.4.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	70
3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды	71
3.4.6 Услуги сторонних организаций	71
3.4.7 Накладные расходы.....	72
3.4.8 Расчет бюджета проекта	72
3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	72
Заключение	75
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	79
Введение.....	79
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	81
4.2 Производственная безопасность.....	86
4.3 Экологическая безопасность.....	93
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	94
Заключение	95
Вывод.....	98
Список литературы	99
Приложение	105

Введение

Современный этап развития машиностроения характеризуется повышением экономических и научно-технических требований к производству. Одной из самых главных задач машиностроения является создание нового современного оборудования, технологических процессов, системы организации производства и управления, обеспечивающих высокую производительность труда.

Обзор отечественной и зарубежной технической литературы показывает, что современное машиностроение характеризуется следующими особенностями:

1) Повышение технологической сложности изделий и требований к точности их изготовления.

2) Повышение требований к мобильности (гибкости) производства связанных с необходимостью совершенствования морально устаревших изделий.

3) Рост требований к быстрой фондоотдаче капитальных вложений и связанное с этим сокращение сроков проектирования технологических процессов и подготовки производства.

Эти особенности определяют новые тенденции в развитии технологии машиностроения и станкостроения.

В области технологии машиностроения четко просматриваются тенденция, максимальной концентрации операций и резкого сокращения трудоемкости обработки за счет внедрения автоматизированного оборудования и, особенно, станков с ЧПУ. В области машиностроения основное внимание уделяется точности изготовления изделий за счет совершенствования технологии их изготовления операций.

1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «ВИНТ СЛОВОЙ»

1.1 Назначение и конструкция детали

Деталь «Винт» относится к классу валов (рисунок 1.1).

Деталь «Винт» используется в тисках пневматических поворотных, которые установлены на заточном станке 3В642.

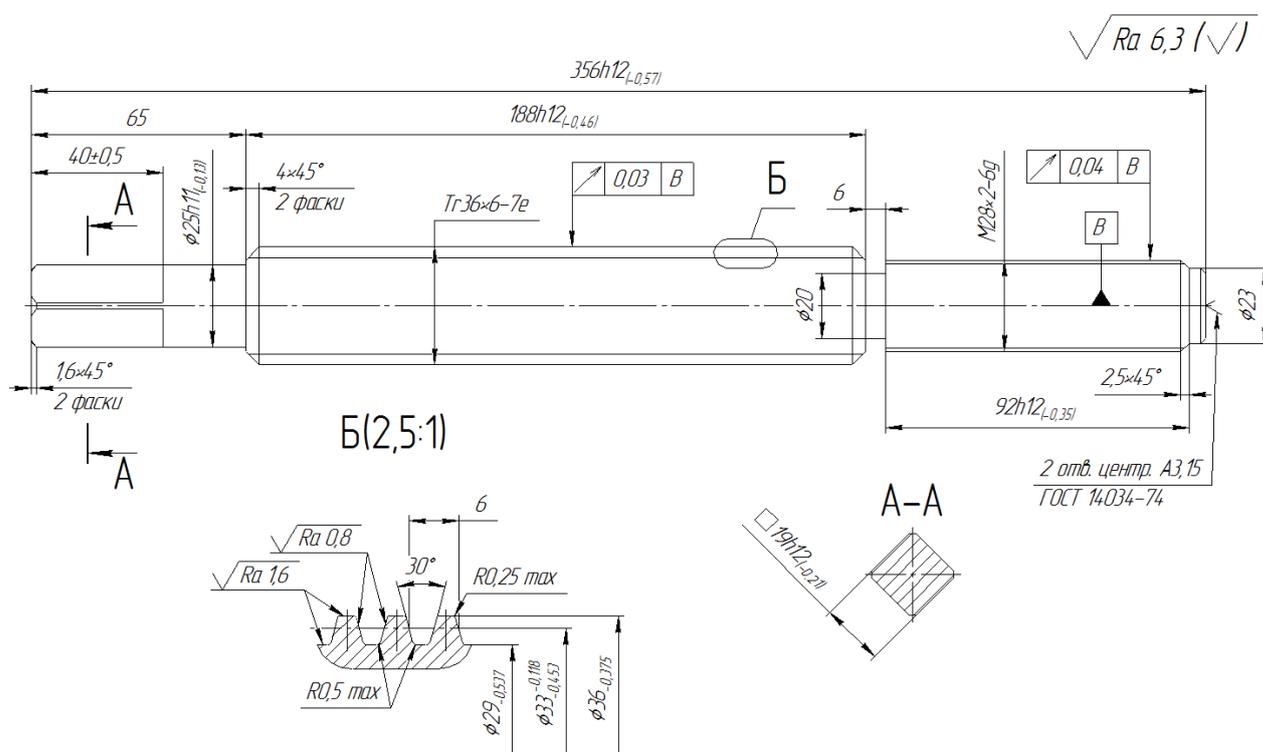


Рисунок 1.1 – Деталь «Винт»

Универсальные заточные станки 3В642 предназначены не только для заточки основных видов режущего инструмента: резцов, фрез, зенкеров, но и при использовании специальных приспособлений, для круглого наружного, внутреннего и плоского шлифования деталей.

Тиски пневматические поворотные используются при закреплении деталей для шлифования поверхностей на станке 3В642.

При вращении винта (поз. 1), регулируемый ползун (поз. 2) тисков настраивается на размер (рисунок 1.2).

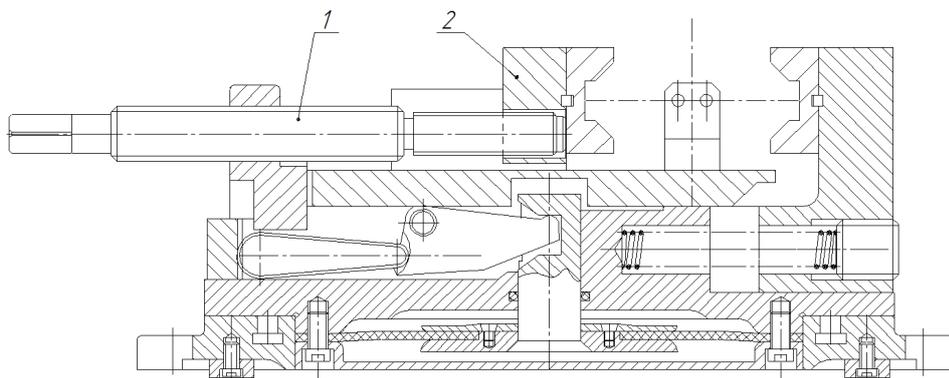


Рисунок 1.2 – Тиски пневматические поворотные

Основной конструкторской базой детали «Винт» является:

- цилиндрическая поверхность с резьбой $Tr36 \times 6-7e$.

Вспомогательными конструкторскими базами детали «Винт» являются:

- цилиндрическая поверхность с резьбой $M28 \times 2-6g$;

- правый торец размера $356h12$.

К исполнительной поверхности детали «Винт» относятся:

- правый торец размера $356h12$.

Цилиндрическая поверхность с резьбой $M28 \times 2$ имеет класс точности $6g$. Класс точности выбран по ГОСТ 16093-81 [1]. Радиальное биение данной поверхности не более 0,04 мм.

Цилиндрическая поверхность с резьбой $Tr36 \times 6$ имеет класс точности $7e$. Класс точности выбран по ГОСТ 1 02556-85 [2]. Радиальное биение данной поверхности не более 0,03 мм.

Цилиндрическая поверхность $\varnothing 25$ имеет квалитет $h11$, который достигается чистовым точением. Данная поверхность фрезеруется ($\square 19h12$) для установки рукоятки тисков.

Размер 356 выполняется по квалитету $h12$. Его правый торец должен быть перпендикулярен оси вращения, для достижения наибольшей точности зажима.

В целом, можно сделать вывод, что требования к точности поверхностей детали «Винт» соответствуют условиям ее работы.

Деталь «Винт» изготавливается из стали 40Х ГОСТ 4543-71 [3]. Химический состав и механические свойства стали 40Х представлены в таблицах 1.1 и 1.2.

Сталь 40Х конструкционная легированная. Применяется для изготовления следующих типов деталей: оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, губчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 40Х (в %)

С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Cu
				не более			
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	0,3	0,035	0,035	0,3

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 40Х

$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, кДж/м ²	НВ, не более
780	980	10	45	59	217

1.2 Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа

Анализ технологичности является одним из важных этапов в разработке технологического процесса, обуславливает его основные технико-экономические показатели: металлоемкость, трудоемкость, себестоимость.

Анализ технологичности проводится, как правило, в два этапа: качественный анализ и количественный анализ.

Проведем качественный анализ технологичности конструкции детали «Винт» с точки зрения механической обработки.

1. Деталь имеет простую форму, что позволяет рассматривать в качестве методов получения исходных заготовок как отрезку от проката круглого сечения,

так и различные методы пластического деформирования металла в нагретом состоянии, например, штамповка на КГШП. При этом нет необходимости использовать сложные разъемы штампа, отсутствуют внутренние полости, элементы конструкции с малой жесткостью и большими вылетами.

2. Деталь имеет поверхности, удобные для базирования и закрепления при установке на станках, в процессе обработки. В качестве технологических баз могут использоваться наружные цилиндрические поверхности $\varnothing 36$ мм, $\varnothing 28$ мм, торцы детали, фаски центровых отверстий.

3. Материал детали – конструкционная легированная сталь 40Х, которая хорошо обрабатывается резанием.

4. Большинство поверхностей детали доступны для обработки на станках и непосредственного измерения. В конструкции отсутствуют сложные контурные обрабатываемые поверхности.

5. При обработке детали нет необходимости применять специальный режущий инструмент. Все поверхности и конструктивные элементы вала могут быть обработаны стандартным инструментом (резцами, фрезами и т.д.). При обработке центровых отверстий может быть использован комбинированный режущий инструмент, например, центровочные сверла.

6. У детали присутствуют канавки для выхода инструмента, но не везде. Это облегчает процесс обработки. Канавка отсутствует между цилиндрической поверхностью $\varnothing 36$ мм и цилиндрической поверхностью $\varnothing 25$ мм.

7. У детали отсутствуют места резких изменений формы, отсутствуют острые края, торцы детали имеют фаски.

8. Поверхности детали имеют относительно высокую точность, которую получают на станках нормальной точности.

Анализируя простановку размеров на чертеже детали, отметим наличие необходимого количества размеров, полностью определяющих положение всех поверхностей и конструктивных элементов детали, отсутствие замкнутых контуров размеров.

Проведем количественный анализ технологичности детали «Винт».

В соответствии с ГОСТ 14.201-85 можно использовать целый ряд количественных показателей для оценки технологичности детали.

В данном случае количественную оценку технологичности проводим по четырем показателям: коэффициенту использования материала, коэффициенту унификации, коэффициенту точности обработки детали и коэффициенту шероховатости [4].

Коэффициент использования материала выберем в разделе выбора заготовки.

Определяем коэффициент унификации:

$$K_y = \frac{Q_{y.t}}{Q_y}, \quad (1)$$

где $Q_{y.t}$ – количество унифицированных типоразмеров конструктивных элементов, $Q_{y.t} = 7$;

Q_y – количество всех конструктивных элементов, $Q_y = 7$;

$$K_y = \frac{7}{7} = 1.$$

Определяем коэффициент точности обработки детали:

$$K_{t.o} = \frac{Q_{п.н}}{Q_{п.о}}, \quad (2)$$

где $Q_{п.н}$ – количество поверхностей детали необоснованной точности, $Q_{п.н} = 0$;

$Q_{п.о}$ – общее количество размеров, подлежащих обработке, $Q_{п.о} = 16$;

$$K_{t.o} = \frac{0}{16} = 0.$$

Определяем коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{ш} = \frac{Q_{н.ш}}{Q_{п.о}}, \quad (3)$$

где $Q_{н.ш}$ – количество поверхностей детали необоснованной шероховатости, $Q_{н.ш} = 0$;

$$K_{ш} = \frac{0}{16} = 0.$$

Коэффициенты точности и шероховатости должны стремиться к нулю, что в данном случае достигается, а коэффициенты унификации и использования материала должны стремиться к единице, исходя из этого считаем, что деталь «Винт» обладает достаточной технологичностью.

1.3 Определение типа производства

Для составления маршрутного технологического процесса изготовления детали требуется для начала определить тип производства для рационального выбора технологического оборудования и методов обработки поверхностей.

Тип производства согласно ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций за одним рабочим местом или единицей оборудования. Тип производства определяется коэффициентом:

$$K_{з.о} = \frac{Q}{P_M}, \quad (4)$$

где Q – число различных операций;

P_M – число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Таблица 1.3 – Определение типа производства

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелко-серийное	Средне-серийное	Крупно-серийное	Массовое
< 1,0	< 10	10 – 2000	2000-75000	75000-200000	> 200000
1,0 – 2,5	< 10	10 – 1000	1000-50000	50000-100000	> 100000
2,5 – 5,0	< 10	10 – 500	500-35000	35000-75000	> 75000
5,0 – 10,0	< 10	10 – 300	300-25000	25000-50000	> 50000
> 10	< 10	10 – 200	200-10000	10000-25000	> 25000

Так как на данном этапе неизвестны вышеуказанные показатели для расчета, то для предварительного определения типа производства можно использовать годовой объем и массу детали.

Так как масса детали – 2,16 кг, а программа выпуска деталей в год – 1000 шт., то тип производства – мелкосерийное.

Мелкосерийное производство — переходная форма от единичного производства к выпуску продукции мелкими сериями. Изготовление изделий или отдельных деталей, как правило, не повторяется. Размер серий неустойчив, а сбыт ограничен имеющимися заказами или договорами. По этой причине сравнительно быстро прекращается изготовление одних видов продукции и налаживается освоение новых. К мелкосерийному можно отнести производство некоторых видов проката и сплавов специального назначения, небольших партий изделий, машин, предназначенных для экспериментирования в различных условиях, и т. д. Мелкосерийное производство отличается от опытного производства, продукция которого, как правило, ограничивается изготовлением одного образца.

Такт запуска деталей предметно-замкнутым участком цеха, мин/шт.:

$$t = \frac{60 \cdot F_d}{N}, \quad (5)$$

где F_d — действительный фонд времени работы оборудования в течение планируемого периода, $F_d = 2030$ ч (для односменной работы);

$$t = \frac{60 \cdot 2030}{1000} = 121,8 \text{ мин.}$$

В серийном производстве такт выпуска значительно превышает величину штучного времени выполнения отдельных операций обработки заготовок. Поэтому заготовки здесь запускают в обработку партиями, а сборку ведут сериями однотипных изделий.

Определение размера производственной партии обработки заготовок:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (6)$$

где a — периодичность запуска партий в обработку, $a = 10$ дней;

F — число рабочих дней в году, при пятидневной рабочей неделе $F = 251$ день;

$$n = \frac{1000 \cdot 10}{251} = 40 \text{ шт.}$$

1.4 Выбор заготовки

Для изготовления детали можно использовать заготовку из круглого проката или поковку.

Сравним два метода получения заготовок: круглый прокат и поковка.

Круглый прокат (ГОСТ 2590-2006).

Диаметр $D = 40$ мм, длина $L = 360$ мм.

Объем заготовки:

$$V_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 0,04^2}{4} \cdot 0,36 = 0,00045 \text{ м}^3.$$

Масса заготовки, получаемой методом проката, $Q_{\text{пр}}$ определяется по формуле:

$$M_{\text{пр}} = \rho \cdot V, \text{ кг} \quad (7)$$

где ρ – плотность материала, $\rho = 7820$ кг/м³;

$$M_{\text{пр}} = 7820 \cdot 0,00045 = 3,53 \text{ кг}.$$

Стоимость получения заготовки методом проката $C_{\text{п}}$ определяется по формуле [4, стр. 46]:

$$C_{\text{пр}} = M_{\text{пр}} \cdot S_{\text{пр}} - (M_{\text{пр}} - m) \cdot S_{\text{отх}} / 1000, \text{ руб} \quad (8)$$

где $S_{\text{пр}}$ – стоимость получения 1 кг заготовки методом проката, $S_{\text{пр}} = 94$ руб/кг;

m – масса детали, $m = 2,16$ кг;

$S_{\text{отх}}$ – стоимость 1 тонны отходов, $S_{\text{отх}} = 20000$ руб/т;

$$C_{\text{пр}} = 3,53 \cdot 94 - (3,53 - 2,16) \cdot 20000 / 1000 = 304,4 \text{ руб}.$$

Технологическая себестоимость правки, калибровки, резки:

$$C_{\text{о.з}} = \frac{C_{\text{п.з}} \cdot t_{\text{шт}}}{60}, \quad (9)$$

где $C_{\text{п.з}}$ – приведенные затраты на рабочем месте, $C_{\text{п.з}} = 125,6$ руб/ч;

$t_{\text{шт}}$ – штучное время на операции правки, калибровки, резки,

$$t_{\text{шт}} = \frac{L_{\text{рез}} + y}{S_{\text{м}}} \cdot \varphi, \quad (10)$$

где $L_{рез}$ – длина резания при разрезании проката на штучные заготовки,

$$L_{рез} = 40 \text{ мм};$$

y – величина врезания и перебега, $y = 68$ мм;

S_m – минутная подача при разрезании, $S_m = 70$ мм/мин;

φ – коэффициент, показывающий долю вспомогательного времени в штучном производстве, $\varphi = 1,84$;

$$t_{шт} = \frac{40 + 68}{70} \cdot 1,84 = 2,84 \text{ мин};$$

$$C_{o.з} = \frac{125,6 \cdot 2,84}{60} = 5,9 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость заготовки из проката:

$$C_{пр.полн} = C_{пр} + C_{o.з} = 304,4 + 5,9 = 310,3 \text{ руб.}$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{и.м} = \frac{m}{M_{пр}} = \frac{2,16}{3,53} = 0,61.$$

Поковка (ГОСТ 7505-89).

Принимаем способ получения поковки – штамповка на горизонтально-ковочной машине (ГКМ).

Для выбранного метода получения заготовки принимаем степень точности Т4 [12].

Расчетная масса поковки $M_{пок}$, кг, определяется по формуле:

$$M_{пок} = m \cdot K_p, \quad (11)$$

где K_p – расчетный коэффициент, $K_p = 1,3$ [11].

Таким образом,

$$M_{пок} = 2,15 \cdot 1,3 = 2,8 \text{ кг.}$$

Расчетная масса фигуры (цилиндра), описывающей заготовку $M_{ф}$, кг, определяем по формуле:

$$M_{ф} = \frac{\pi \cdot d_{ф}^2}{4} \cdot L_{ф} \cdot \rho, \quad (12)$$

где $d_{ф}$ – диаметр фигуры (цилиндра), описывающей заготовку, мм, принимаем

диаметр детали, увеличенный в 1,05 раза, т.е.

$$d_{\Phi} = 36 \cdot 1,05 = 37,8 \text{ мм};$$

L_{Φ} – длина фигуры (цилиндра), описывающей заготовку, мм, принимаем длину детали, увеличенную в 1,05 раза, т.е.

$$L_{\Phi} = 356 \cdot 1,05 = 374 \text{ мм};$$

Таким образом

$$M_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 0,0378^2}{4} \cdot 0,374 \cdot 7820 = 3,28 \text{ кг.}$$

$$M_{\text{пок}}/M_{\Phi} = 2,8/3,28 = 0,85.$$

Степень сложности – С1, т.к. отношение массы поковки к массе описывающей ее фигуры более 0,63 [11].

Группа стали – М2 (содержание легирующих элементов от 2 до 5%) [11].

В зависимости от выбранного вида оборудования – горизонтально-ковочной машины – принимаем класс точности Т4.

Определяем исходный индекс по ГОСТ 7505-89: 12.

По результатам 3D-моделирования определяем массу заготовки $M_{\text{шт}} = 3,46$ кг.

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{и.м}} = \frac{m}{M_{\text{пок}}} = \frac{2,16}{3,46} = 0,62.$$

Стоимость получения заготовки методом поковки $C_{\text{пок}}$ определяется по формуле, [1, стр. 46]:

$$C_{\text{пок}} = (S_{\text{пок}} \cdot M_{\text{пок}} \cdot k_{\text{т}} \cdot k_{\text{с}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{п}}) - (M_{\text{пок}} - m) \cdot S_{\text{отх}} / 1000, \text{ руб.},$$

где $k_{\text{т}}$, $k_{\text{с}}$, $k_{\text{в}}$, $k_{\text{м}}$, $k_{\text{п}}$ – поправочные коэффициенты, $k_{\text{т}} = 1,0$; $k_{\text{с}} = 0,87$; $k_{\text{в}} = 1,0$; $k_{\text{м}} = 1,13$; $k_{\text{п}} = 1,0$;

$S_{\text{пок}}$ – стоимость поковки, $S_{\text{п}} = 130$ руб/кг;

$$C_{\text{пок}} = (130 \cdot 3,46 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1,13 \cdot 1) - (3,46 - 2,15) \cdot 20000 / 1000 = 416 \text{ руб.}$$

Таким образом, более выгодно применять заготовку, получаемую из проката.

Экономический годовой эффект использования заготовки из проката:

$$\Xi = (C_{\text{пок}} - C_{\text{пр.полн}}) \cdot N = (416 - 310,3) \cdot 1000 = 105700 \text{ руб.}$$

1.5 Принятый маршрутный и операционный техпроцесс

На основе анализа базового техпроцесса составляется новый маршрутно-операционный техпроцесс изготовления детали (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Маршрутный процесс изготовления детали «Винт»

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Модель станка	Режущий инструмент	Технологические базы
1	2	3	4	5
005	Заготовительная Установить пруток, закрепить. 1. Отрезать заготовку от прутка, выдерживая размер 360 ± 1 .	8535	Пила при станке	Поверхность заготовки $\varnothing 40$
010	Правка Установить заготовку 1. Править заготовку для уменьшения кривизны профиля до $0,12 \text{ мкм/мм}$	И5526	Вальцы станочные	Поверхность заготовки $\varnothing 40$
015	Термическая 1. Закалить $840 \dots 860 \text{ }^\circ\text{C}$. 2. Отпустить $580 \dots 650 \text{ }^\circ\text{C}$.	ПКМ 6.12.5	-	-
020	Фрезерно-центровальная Установить заготовку, закрепить 1. Фрезеровать торцы, выдерживая размер $356_{-0,57}$. 2. Сверлить центровые отверстия А3,15 ГОСТ 14034-74, выдерживая размеры $\varnothing 3,15^{+0,12}$; $3,07^{+0,12}$; 7 min ; 60° .	МР-71М	Фреза 2210-0071 Р6М5 ГОСТ 9304-69 Сверло 2317-0106 Р6М5 ГОСТ 14952-75	Поверхность заготовки $\varnothing 40$

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5
025	<p>Токарная с ЧПУ Установить заготовку, закрепить.</p> <p>1. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 36_{-0,16}^{+1}$.</p> <p>2. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 28_{-0,065}^{+0,275}$; $102,5_{-0,3}^{+0,3}$.</p> <p>3. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 23_{-0,52}^{+1,23}$; $5_{-0,80}^{+1,23}$.</p> <p>4. Точить канавку, выдерживая размеры $103_{-0,94}^{+0,83}$; $6_{-0,3}^{+0,3}$; $\varnothing 20_{-0,52}$.</p> <p>5. Точить фаски $1,6 \times 45^\circ$; $2,5 \times 45^\circ$; $4 \times 45^\circ$.</p>	Haas ST-10	<p>Резец PCLNL2525M12, пл. CNMG120404- M5 TP2501</p> <p>Резец DWLNR2525M08, пл. WNMG080616- M6 TP1501</p> <p>Резец CFIR2525M06, пл. LCMF160608- 0600-FT TGP25</p>	Поверхность заготовки $\varnothing 40$, торец
030	<p>Токарная с ЧПУ Установить заготовку, закрепить.</p> <p>1. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 25_{-0,13}^{+0,37}$;</p> <p>2. Точить фаски $1,6 \times 45^\circ$; $4 \times 45^\circ$.</p>	Haas ST-10	Резец DWLNR2525M08, пл. WNMG080616- M6 TP1501	Поверхность детали $\varnothing 28$, торец
035	<p>Вертикально-фрезерная Установить заготовку, закрепить</p> <p>1. Фрезеровать квадрат, выдерживая размеры 19. $0,21$; $40 \pm 0,31$.</p>	6P12Б	Фреза 2223-0021 P6M5 ГОСТ 17026-71	Поверхность детали $\varnothing 36$, торец
040	<p>Резьбонарезная Установить заготовку, закрепить</p> <p>1. Нарезать резьбу M28×2- 6g.</p> <p>2. Нарезать резьбу Tr36×6- 7e.</p>	16K20	Резец CER2525M16QHD, пл. 16ER2.0ISO CP500 Резец CER2525M27QHD, пл. 27ER6.0TR CP500	Поверхность детали $\varnothing 25$, торец

Продолжение таблицы 4.1

045	Слесарная 1. Зачистить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак слесарный	Напильник 2820- 001 ГОСТ 1465-80	-
050	Моечная 1. Промыть деталь, просушить	Ванна моечная	-	-
055	Контрольная 1. Контролировать размеры согласно чертежу	Стол ОТК	-	-

1.6 Расчет припусков на обработку, операционных и исходных размеров заготовки

Для поверхности диаметром $25h11_{(-0,13)}$ мм произведем расчет припусков аналитическим методом. Вид заготовки – прокат.

Маршрут обработки:

- Точение черновое.
- Точение чистовое.

Качество поверхности заготовки.

Высота неровностей $Rz_1 = 160$ мкм [1, стр. 180, табл. 1].

Величина дефектного слоя $T_1 = 250$ мкм [1, стр. 180, табл. 1].

Суммарная величина пространственных отклонений

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{\Pi}^2}, \quad (13)$$

где $\Delta_{\Sigma k}$ – общее отклонение оси от прямолинейности,

$$\Delta_{\Sigma k} = l \cdot \frac{\Delta_k}{\Delta_k^2 + 0,25}, \quad (14)$$

где l – длина заготовки, $l = 360$ мм;

Δ_k – отклонение оси детали от прямолинейности, $\Delta_k = 0,12$ мкм/мм [1, стр. 181, табл. 4];

$$\Delta_{\Sigma k} = 360 \cdot \frac{0,12}{0,12^2 + 0,25} = 163 \text{ мкм};$$

$\Delta_{ц}$ – смещение оси заготовки в результате погрешности центрирования,

$$\Delta_k = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1}, \quad (15)$$

где T – допуск на размер заготовки, согласно ГОСТ 2590-2006 для диаметра прутка 40 мм $T = 1,1$ мм;

$$\Delta_k = 0,25 \cdot \sqrt{1,1^2 + 1} = 0,372 \text{ мм} = 372 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{163^2 + 372^2} = 406 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки принимаем укрупненно $\varepsilon_y = 200$ мкм.

Точность и качество поверхности после механической обработки:

$$R_{z2} = 63 \text{ мкм}, T_2 = 60 \text{ мкм}, \rho = 406 \cdot 0,06 = 24 \text{ мкм}.$$

$$R_{z3} = 30 \text{ мкм}, T_3 = 30 \text{ мкм}; \rho = 406 \cdot 0,04 = 16 \text{ мкм}.$$

Таблица 1.5 – Расчет припусков

Маршрут обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный минимальный припуск, мкм	Расчетный наименьший размер, мм	Допуск на промежуточные размеры, мкм	Предельные размеры заготовки по переходам, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	R_z	T	ρ	ε_y				min	max	min	max
Заготовка	160	250	406	-	-	26,89	1100	26,9	28	-	-
Точение черновое	63	60	24	200	2·863	25,16	330	25,17	25,5	1730	2500
Точение чистовое	30	30	16	-	2·147	24,87	130	24,87	25	300	500
Итого										2030	3000

Припуск на точение черновое:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(Rz + T)_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y,i}^2} \right]; \quad (16)$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[160 + 250 + \sqrt{406^2 + 200^2} \right] = 2 \cdot 863 \text{ мкм.}$$

Припуск на точение чистовое:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (Rz_2 + T_2 + \rho_2); \quad (17)$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (63 + 60 + 24) = 2 \cdot 147 \text{ мкм.}$$

Определяем расчетный размер:

$$D_{\max 3} = D + es = 2 + 0 = 25 \text{ мм.}$$

$$D_{\min 3} = D_{\max 3} - \delta_3.$$

$$D_{\min 3} = 25 - 0,13 = 24,87 \text{ мм.}$$

$$D_{\min i} = D_{\min i+1} + 2Z_{\min}.$$

$$D_{\min 2} = 24,87 + 2 \cdot 0,147 = 25,164 \text{ мм;}$$

$$D_{\min 1} = 25,164 + 2 \cdot 0,863 = 26,89 \text{ мм.}$$

Принимаем $D_{\min 1} = 26,9 \text{ мм; } D_{\min 2} = 25,17 \text{ мм; } D_{\min 3} = 24,87 \text{ мм.}$

$$D_{\max} = D_{\min} + \delta.$$

$$D_{\max 2} = 25,17 + 0,33 = 25,5 \text{ мм;}$$

$$D_{\max 1} = 26,9 + 1,1 = 28 \text{ мм.}$$

Припуск на обработку:

$$2Z_{\max} = D_{\max i-1} - D_{\max i};$$

$$2Z_{\max 2} = 28 - 25,5 = 2,5 \text{ мм;}$$

$$2Z_{\max 3} = 25,5 - 25 = 0,5 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\min} = D_{\min i-1} - D_{\min i};$$

$$2Z_{\min 2} = 26,9 - 25,17 = 1,73 \text{ мм;}$$

$$2Z_{\min 3} = 25,17 - 24,87 = 0,3 \text{ мм.}$$

Проверка

$$Z_{\max i} - Z_{\min i} = \delta_{i-1} - \delta_i.$$

$$2500 - 1730 = 1100 - 330;$$

$$770 = 770.$$

$$330 - 130 = 500 - 300;$$

$$200 = 200.$$

Расчеты выполнены верно.

Схема расположения межоперационных припусков представлена на рисунке 1.3.

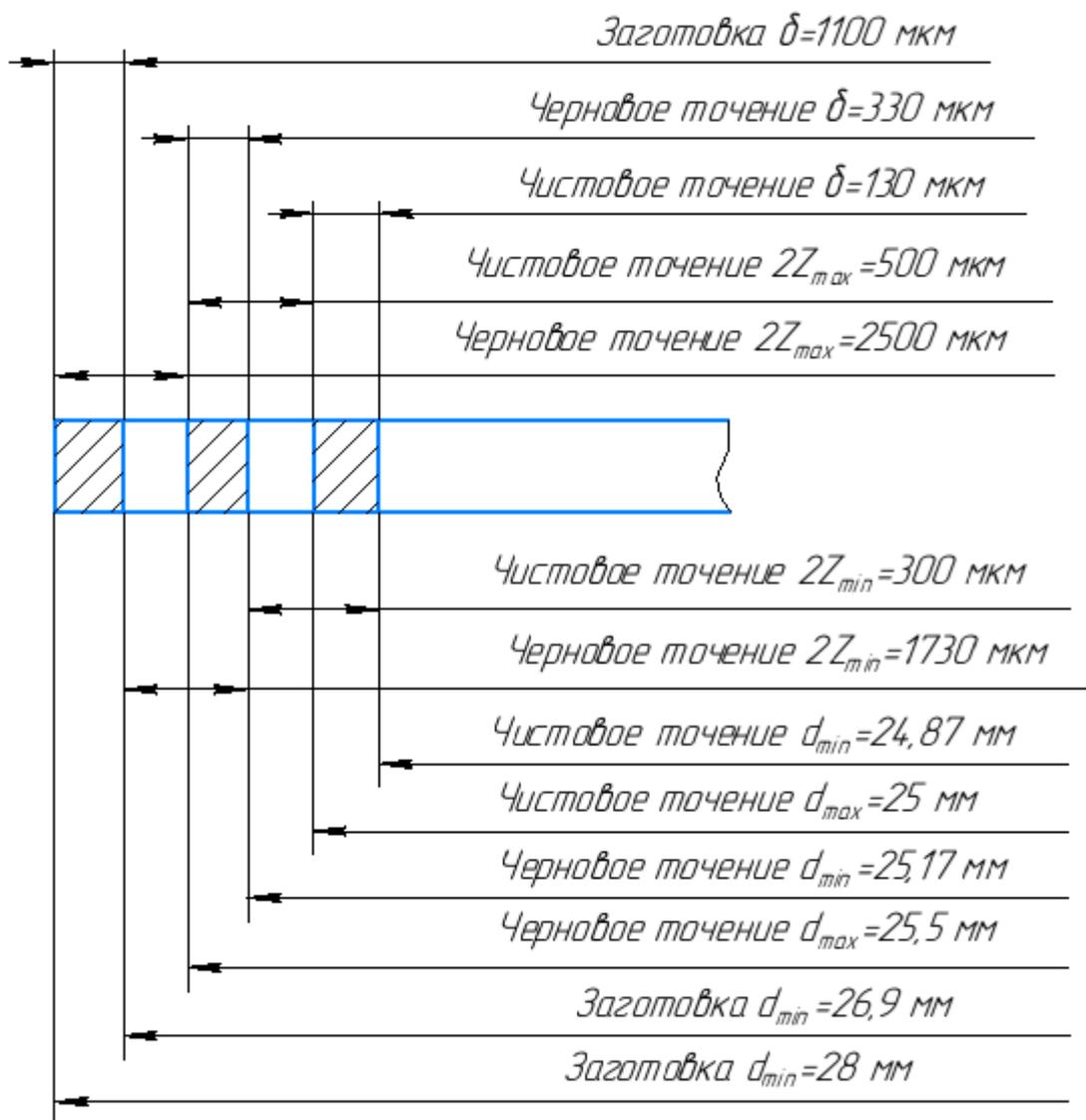


Рисунок 1.3 – Схема расположения межоперационных припусков

1.7 Расчет точности операции

Расчет точности выполняется на одну операцию разработанного технологического процесса, на которой обеспечиваются 6...10 квалитеты точности.

Выполним расчет точности для тонкого обтачивания наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 25h11_{(-0,13)}$.

При расчете технологической операции на точность величина суммарной погрешности обработки не должна превышать величины допуска на получаемый размер $T_{\text{дет}}$.

Величина суммарной погрешности обработки по диаметральным и продольным размерам в общем виде в серийном производстве определяется по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{и}} + \Delta_{\text{н}} + \sqrt{\Delta_{\text{сл}}^2 + \varepsilon_y^2}, \quad (18)$$

где $\Delta_{\text{и}}$ – погрешность, обусловленная износом режущего инструмента,

$$\Delta_{\text{и}} = \frac{L}{1000} \cdot u_0, \quad (19)$$

где L – длина пути резания,

$$L = L_N + L_{\text{н}}, \quad (20)$$

где L_N – путь резания для партии заготовок,

$$L_N = L_{\text{д}} \cdot N, \quad (21)$$

где $L_{\text{д}}$ – путь резания при точении одной заготовки, $L_{\text{д}} = 65$ мм;

$$L_N = 65 \cdot 1000 = 65000 \text{ мм};$$

$L_{\text{н}}$ – условно принятая величина, для учета более интенсивного начального износа на первом участке кривой, принимаем $L_{\text{н}} = 5000$ мм;

$$L = 65000 + 5000 = 70000 \text{ мм};$$

u_0 – относительный износ, $u_0 = 25$ мкм/км;

$$\Delta_{\text{и}} = \frac{70000 \cdot 10^{-6}}{1000} \cdot 25 = 0,002 \text{ мкм};$$

Δ_n – погрешность настройки станка, $\Delta_n = 8$ мкм;

$\Delta_{сл}$ – поле рассеяния погрешностей обработки, обусловленных действием случайных факторов, $\Delta_{сл} = 0,04$ мкм;

ε_y – погрешность установки заготовки, $\varepsilon_y = 0$;

$$\Delta_{\Sigma} = 0,002 + 8 + \sqrt{0,04^2 + 0^2} = 8,042 \text{ мкм.}$$

На операции будет обеспечиваться необходимая точность обработки, т.к. $\Delta_{\Sigma} < T_{дет.}$

1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки

Для заготовительной операции выбираем ленточнопильный отрезной станок 8535 (рисунок 1.4). Характеристики станка приведены в таблице 1.6.



Рисунок 1.4 – Ленточнопильный отрезной станок 8535

Таблица 1.6 – Характеристики станка 8535

Характеристика	Значение
Размеры сечения круглой заготовки, мм	20...350
Наибольший размер сечения квадратной заготовки, мм	350
Наибольшие размеры сечения прямоугольной заготовки, мм	350×500
Скорость движения пилы (б/с регулирование), м/мин	20...100
Размеры сечения биметаллической ленточной пилы, мм	34×1,1
Длина ленточной пилы, мм	4260
Электродвигатель главного привода, кВт	3
Масса станка, кг	1500

Для фрезерно-центровальной операции выбираем фрезерно-центровальный станок МР-71М (рисунок 1.5). Характеристики станка приведены в таблице 1.7.

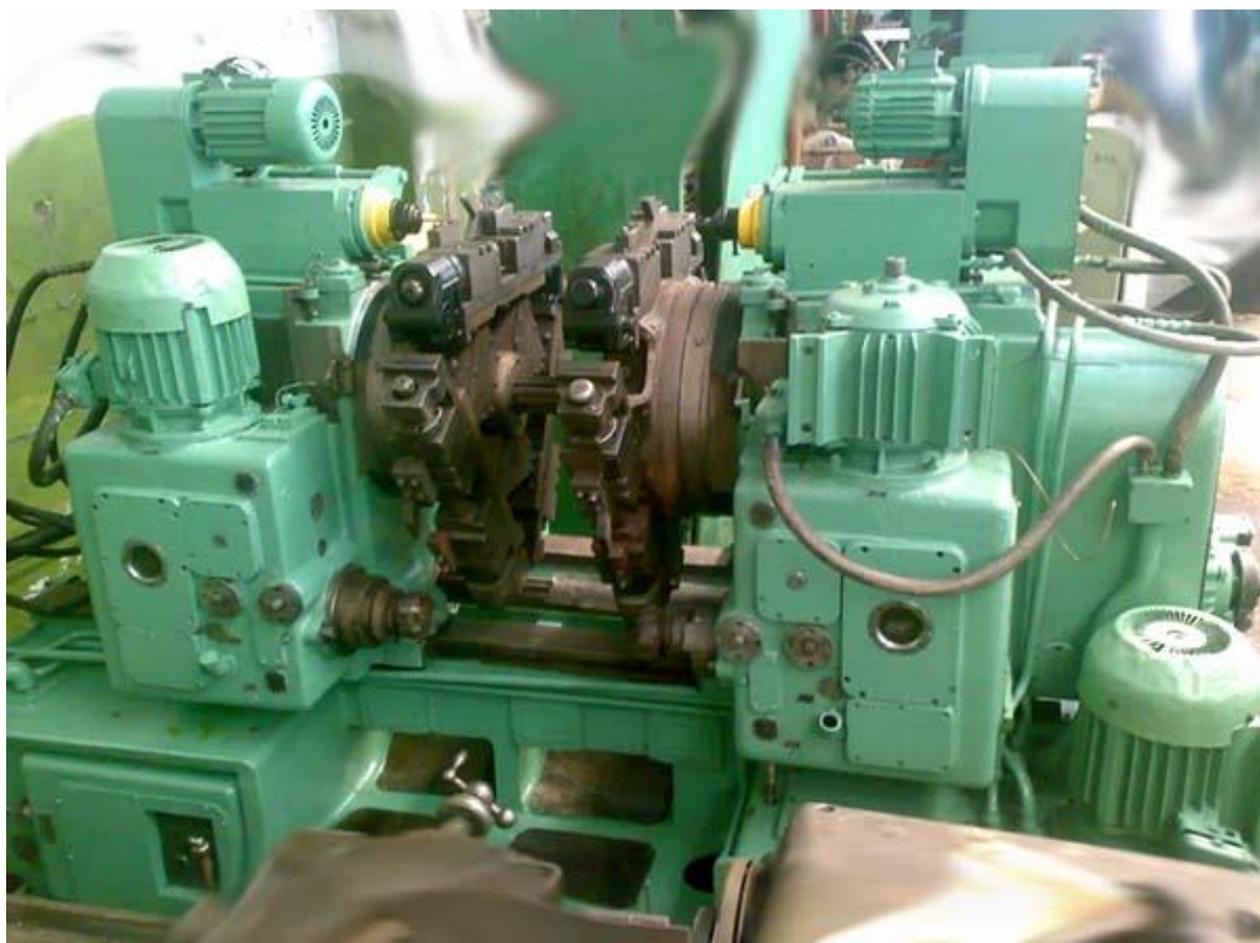


Рисунок 1.5 – Фрезерно-центровальный станок МР-71М

Таблица 1.7 – Характеристики станка МР-71М

Характеристика	Значение
Пределы длины обрабатываемых деталей, мм:	200...500
Пределы диаметров устанавливаемых в тисках деталей, мм	25...125
Высота центров над станиной, мм	315
Высота центров над полом, мм	1040
Фрезерные головки	
Наибольший поперечный общий ход, мм	220
Количество скоростей фрезерного шпинделя	6
Пределы частот вращения фрезерного шпинделя, об/мин	125...712
Пределы подач фрезерного шпинделя, мм/мин	20...400
Диаметр устанавливаемой фрезы, мм	90...160
Сверлильные головки	
Наибольший поперечный общий ход, мм	75
Количество скоростей сверлильного шпинделя	6
Пределы частот вращения сверлильного шпинделя, об/мин	238...1125
Пределы подач сверлильного шпинделя, мм/мин	20...300
Количество электродвигателей на станке	6
Электродвигатель привода фрезерных головок, кВт	7,5; 10
Электродвигатель привода сверлильных головок, кВт	2,2; 3
Электродвигатель привода гидронасоса, кВт	5,5
Электродвигатель насоса охлаждающей жидкости, кВт	0,12
Суммарная мощность установленных электродвигателей, кВт	31,62
Масса станка, кг	6500

Для токарных операций с ЧПУ выбираем токарно-револьверный станок Haas ST-10 (рисунок 1.6). Характеристики станка приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Характеристики станка Haas ST-10

Характеристика	Значение
1	2
Макс. устанавливаемый диаметр над станиной, мм	419
Макс. устанавливаемый диаметр над кареткой, мм	419
Макс. обрабатываемый диаметр (зависит от револьвера), мм	305
Макс. длина обработки (без патрона), мм	406
Диаметр 3-х кулачкового патрона, мм	165
Макс. диаметр обрабатываемого прутка, мм	44
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	58,7
Макс. частота вращения шпинделя, об/мин	6000
Максимальный крутящий момент, Н·м	102
Максимальная мощность шпинделя, кВт	11,2

Продолжение таблицы 1.8

1	2
Перемещение по оси X, мм	200
Перемещение по оси Y, мм	-
Перемещение по оси Z, мм	406
Макс. осевое усилие, кН	14,7
Макс. скорость холостых подач, м/мин	30,5
Исполнение посадочного гнезда револьвера	VDI40
Количество инструментальных гнезд в револьвере, шт	12



Рисунок 1.6 – Токарно-револьверный станок Haas ST-10

Для вертикально-фрезерной операции выбираем вертикальный консольно-фрезерный станок 6P12Б (рисунок 1.7). Характеристики станка приведены в таблице 1.9.



Рисунок 1.7 – Вертикальный консольно-фрезерный станок 6P12Б

Таблица 1.9 – Характеристики станка 6P12Б

Характеристика	Значение
Размеры поверхности стола, мм	1250×320
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	250
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм	30...450
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих станины (вылет), мм	350
Наибольший продольный ход стола от руки (по оси X), мм	800
Наибольший поперечный ход стола от руки (по оси Y), мм	250
Наибольший вертикальный ход стола от руки (по оси Z), мм	420
Пределы продольных подач стола (X), мм/мин	12,5...1600
Пределы поперечных подач стола (Y), мм/мин	12,5...1600
Пределы вертикальных подач стола (Z), мм/мин	4,1...530
Количество подач продольных/ поперечных/ вертикальных	22
Частота вращения шпинделя, об/мин	40...2000
Количество скоростей шпинделя	18
Количество электродвигателей на станке	3
Электродвигатель привода главного движения, кВт	7,5
Электродвигатель привода подач, кВт	2,2
Электродвигатель насоса охлаждающей жидкости, кВт	0,12
Суммарная мощность всех электродвигателей, кВт	9,825
Масса станка, кг	3120

Для резбонарезной операции выбираем токарно-винторезный станок 16К20 (рисунок 1.8). Характеристики станка приведены в таблице 1.10.



Рисунок 1.8 – Токарно-винторезный станок 16К20

Таблица 1.10 – Характеристики станка 16K20

Характеристика	Значение
Наибольший диаметр заготовки устанавливаемой над станиной, мм	400
Высота оси центров над плоскими направляющими станины, мм	215
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	52
Наибольший диаметр прутка, проходящий через отв. в шпинделе, мм	50
Частота вращения шпинделя в прямом направлении, об/мин	12,5...1600
Частота вращения шпинделя в обратном направлении, об/мин	19...1900
Количество прямых скоростей шпинделя	22
Количество обратных скоростей шпинделя	11
Диапазон продольных подач, мм/об	0,05...2,8
Диапазон поперечных подач, мм/об	0,025...1,4
Количество подач продольных	42
Количество подач поперечных	42
Электродвигатель главного привода, кВт	11
Масса станка, кг	3010

1.9 Расчет и назначение режимов обработки

Операция 025 Токарная с ЧПУ

1. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 36_{-0,16}; 291^{+1}$.

Инструмент: резец PCLNL2525M12, пл. CNMG120404-M5 TP2501.

Глубина резания:

$$t = \frac{D_0 - D}{2}, \quad (22)$$

где D_0 – диаметр заготовки, $D_0 = 40$ мм;

D – диаметр обрабатываемой поверхности, $D = 36$ мм;

$$t = \frac{40 - 36}{2} = 2 \text{ мм.}$$

Принимаем подачу $S = 0,32$ мм/об [2, стр. 266, табл. 11].

Определяем скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (23)$$

где T – период стойкости резца, $T = 45$ мин;

C_V, m, x, y – коэффициент и показатели степени, определяем по

справочнику [2, стр. 269, табл. 17]: $C_V = 350$, $m = 0,2$, $x = 0,15$, $y = 0,35$;

K_V – общий поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания,

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV}, \quad (24)$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки,

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}, \quad (25)$$

где K_r – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости, $K_r = 1$;

n_V – показатель степени, $n_V = 1$;

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,765;$$

K_{IV} – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала, $K_{IV} = 1$ [2].

K_{IIV} – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки, $K_{IIV} = 0,9$ [2];

$$K_V = 0,765 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,69.$$

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,32^{0,35}} \cdot 0,69 = 151,2 \text{ м/мин.}$$

Определим частоту вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 151,2}{3,14 \cdot 36} = 1340 \text{ мин}^{-1}. \quad (26)$$

Определяем силу резания:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (27)$$

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степени, определяем по справочнику [2, стр. 273, табл. 22]: $C_p = 300$, $x = 1$; $y = 0,75$; $n = -0,15$;

K_p – поправочный коэффициент,

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (28)$$

где K_{Mp} – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала,

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (29)$$

где n – показатель степени, $n = 0,75$ [3].

$$K_{Mp} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22.$$

$$K_{\varphi p} = 0,94; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1 [2].$$

$$K_p = 1,22 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,15.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 151,2^{-0,15} \cdot 1,15 = 1381,4 \text{ Н.}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1381,4 \cdot 151,2}{1020 \cdot 60} = 3,4 \text{ кВт.}$$

Длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (30)$$

где l – длина обработки, $l = 291$ мм;

l_1 – величина врезания инструмента, принимаем $l_1 = 2$ мм;

l_2 – величина перебега инструмента, принимаем $l_2 = 1$ мм;

$$L = 291 + 2 + 1 = 294 \text{ мм.}$$

Определяем основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{294 \cdot 1}{1340 \cdot 0,32} = 0,69 \text{ мин.}$$

2. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 28_{-0,21}; 102,5^{+0,3}$.

Инструмент: резец PCLNL2525M12, пл. CNMG120404-M5 TP2501.

Глубина резания:

$$t = \frac{D_0 - D}{2}, \quad (31)$$

где D_0 – диаметр поверхности до обработки, $D_0 = 36$ мм;

D – диаметр поверхности после обработки, $D = 28$ мм;

$$t = \frac{36 - 28}{2} = 4 \text{ мм.}$$

Принимаем $t = 2 \text{ мм}$, $i = 2$.

Принимаем подачу $S = 0,32 \text{ мм/об}$ [2, стр. 266, табл. 11].

Определяем скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (32)$$

где T – период стойкости резца, $T = 45 \text{ мин}$;

C_V , m , x , y – коэффициент и показатели степени, определяем по справочнику [2, стр. 269, табл. 17]: $C_V = 350$, $m = 0,2$, $x = 0,15$, $y = 0,35$;

K_V – общий поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания,

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV}, \quad (33)$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки,

$$K_{MV} = 0,765;$$

K_{IV} – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала, $K_{IV} = 1$ [2].

K_{IIV} – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки, $K_{IIV} = 1$ [2];

$$K_V = 0,765 \cdot 1 \cdot 1 = 0,765.$$

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,32^{0,35}} \cdot 0,765 = 168 \text{ м/мин.}$$

Определим частоту вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 168}{3,14 \cdot 28} = 1910 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем силу резания:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (34)$$

где C_p, x, y, n – коэффициент и показатели степени, определяем по справочнику [2, стр. 273, табл. 22]: $C_p = 300, x = 1; y = 0,75; n = -0,15;$

K_p – поправочный коэффициент, $K_p = 1,15;$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 168^{-0,15} \cdot 1,15 = 1361,2 \text{ Н.}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1361,2 \cdot 168}{1020 \cdot 60} = 3,74 \text{ кВт.}$$

Длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (35)$$

где l – длина обработки, $l = 102,5$ мм;

l_1 – величина врезания инструмента, принимаем $l_1 = 2$ мм;

l_2 – величина перебега инструмента, принимаем $l_2 = 1,5$ мм;

$$L = 103 + 2 + 1,5 = 106 \text{ мм.}$$

Определяем основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{106 \cdot 2}{1910 \cdot 0,32} = 0,35 \text{ мин.}$$

3. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 23_{-0,52}; 5^{+1,23}_{-0,80}$.

Инструмент: резец PCLNL2525M12, пл. CNMG120404-M5 TP2501.

Глубина резания:

$$t = \frac{D_0 - D}{2}, \quad (36)$$

где D_0 – диаметр поверхности до обработки, $D_0 = 28$ мм;

D – диаметр поверхности после обработки, $D = 23$ мм;

$$t = \frac{28 - 23}{2} = 2,5 \text{ мм.}$$

Принимаем подачу $S = 0,32$ мм/об [2, стр. 266, табл. 11].

Определяем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (37)$$

где T – период стойкости резца, $T = 45$ мин;

C_V, m, x, y – коэффициент и показатели степени, определяем по справочнику [2, стр. 269, табл. 17]: $C_V = 350, m = 0,2, x = 0,15, y = 0,35$;

K_V – общий поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания, $K_V = 0,765$;

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,32^{0,35}} \cdot 0,765 = 162,4 \text{ м/мин.}$$

Определим частоту вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 162,4}{3,14 \cdot 23} = 2250 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем силу резания:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (38)$$

где C_p, x, y, n – коэффициент и показатели степени, определяем по справочнику [2, стр. 273, табл. 22]: $C_p = 300, x = 1; y = 0,75; n = -0,15$;

K_p – поправочный коэффициент, $K_p = 1,15$;

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 162,4^{-0,15} \cdot 1,15 = 1710 \text{ Н.}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1710 \cdot 162,4}{1020 \cdot 60} = 4,54 \text{ кВт.}$$

Длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (39)$$

где l – длина обработки, $l = 5$ мм;

l_1 – величина врезания инструмента, принимаем $l_1 = 2$ мм;

l_2 – величина перебега инструмента, принимаем $l_2 = 1$ мм;

$$L = 5 + 2 + 1 = 8 \text{ мм.}$$

Определяем основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{8 \cdot 1}{2250 \cdot 0,32} = 0,01 \text{ мин.}$$

4. Точить канавку, выдерживая размеры $103^{+0,83}_{-0,94}; 6^{+0,3}; \text{Ø}20_{-0,52}$.

Инструмент: резец CFIR2525M06, пл. LCMF160608-0600-FT TGP25.

Глубина резания определяется шириной канавки $t = 6$ мм.

Принимаем подачу $S = 0,08$ мм/об [2, стр. 268, табл. 15].

Определяем скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (40)$$

где T – период стойкости резца, $T = 45$ мин;

C_V, m, y – коэффициент и показатели степени, определяем по справочнику [2, стр. 269, табл. 17]: $C_V = 47, m = 0,2, y = 0,8$;

K_V – общий поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания, $K_V = 0,765$;

$$V = \frac{47}{45^{0,2} \cdot 0,08^{0,8}} \cdot 0,765 = 126,7 \text{ м/мин.}$$

Определим частоту вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 126,7}{3,14 \cdot 20} = 2020 \text{ мин}^{-1}.$$

Длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (41)$$

где l – длина обработки, $l = 3$ мм;

l_1 – величина врезания инструмента, принимаем $l_1 = 2$ мм;

l_2 – величина перебега инструмента, принимаем $l_2 = 1$ мм;

$$L = 3 + 2 + 1 = 6 \text{ мм.}$$

Определяем основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{6 \cdot 1}{2020 \cdot 0,08} = 0,04 \text{ мин.}$$

5. Точить фаски $1,6 \times 45^\circ$; $2,5 \times 45^\circ$; $4 \times 45^\circ$.

Инструмент: резец DWLNR2525M08, пл. WNMG080616-M6 TP1501.

Максимальная глубина резания $t = 4$ мм.

Подача $S = 0,24$ мм/об.

Определяем скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (42)$$

где T – период стойкости резца, $T = 45$ мин;

C_V, m, x, y – коэффициент и показатели степени, определяем по справочнику [2, стр. 269, табл. 17]: $C_V = 350, m = 0,2, x = 0,15, y = 0,35$;

K_V – общий поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания, $K_V = 0,765$;

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,24^{0,35}} \cdot 0,765 = 167,4 \text{ м/мин.}$$

Определим частоту вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 167,4}{3,14 \cdot 36} = 1480 \text{ мин}^{-1}.$$

Длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2, \tag{43}$$

где l – длина обработки, $l = 11,5$ мм;

l_1 – величина врезания инструмента, принимаем $l_1 = 6$ мм;

l_2 – величина перебега инструмента, принимаем $l_2 = 6$ мм;

$$L = 11,5 + 6 + 6 = 23,5 \text{ мм.}$$

Определяем основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{23,5 \cdot 1}{1480 \cdot 0,24} = 0,07 \text{ мин.}$$

Суммарное время обработки на операции:

$$\Sigma T_o = 0,69 + 0,35 + 0,01 + 0,04 + 0,07 = 1,16 \text{ мин.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 1.11.

Таблица 1.11 – Режимы резания

Переход	t , мм	i	S , мм/об	S_m , мм/мин	n , об/мин	V , м/мин	T_o , мин
Операция 020. Фрезерно-центровальная							
1	2	1	1,12	200	180	35,6	0,55
2	1,575	1	0,04	45	1125	11,7	0,24
ИТОГО							0,79
Операция 025. Токарная с ЧПУ							
1	2	1	0,32	429	1340	151,2	0,69
2	2	2	0,32	611	1910	168	0,35
3	2,5	1	0,32	720	2250	162,4	0,01
4	6	1	0,08	162	2020	126,7	0,04

Продолжение таблицы 1.11

5	4	1	0,24	355	1480	167,4	0,07
ИТОГО							1,16
Операция 030. Токарная с ЧПУ							
1	2,5	3	0,32	595	1860	146,5	0,35
2	4	1	0,24	355	1480	167,4	0,05
ИТОГО							0,4
Операция 035. Вертикально- фрезерная							
1	3	4	0,6	189	315	44,5	2,25
ИТОГО							2,25
Операция 040. Резьбонарезная							
1	0,108	10	2	630	315	27,7	1,52
2	0,146	16	6	120	20	2,26	32
		8		240	40	4,52	
ИТОГО							33,52

1.10 Нормирование технологического процесса

Рассчитаем нормы времени на примере операции 025.

Суммарное время обработки на операции 025 составляет $T_0 = 1,16$ мин.

Норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле:

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}, \quad (44)$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время;

$$T_{п-з} = T_{нал} + T_{доп} + T_{ин}, \quad (45)$$

где $T_{нал}$ – время на наладку станка, инструментов, приспособлений,
 $T_{нал} = 14$ мин [4, стр. 216, табл. 6.3];

$T_{доп}$ – время на дополнительные приемы, $T_{доп} = 3$ мин [4, стр. 216, табл. 6.3];

$T_{ин}$ – время на получение и сдачу инструмента и приспособлений,

$T_{ин} = 7$ мин [4];

$$T_{п-з} = 14 + 3 + 7 = 24 \text{ мин};$$

n – количество деталей в партии, $n = 40$ шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного времени на операцию,

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{об.от}, \quad (46)$$

где T_B – вспомогательное время,

$$T_B = k \cdot (T_{ус} + T_{уп} + T_{из}), \quad (47)$$

где $T_{ус}$ – время на установку и снятие детали, $T_{ус} = 0,1$ мин [4, стр. 197, табл. 5.1];

$T_{уп}$ – время на приемы управления, $T_{уп} = 0,01$ мин [4, стр. 202, табл. 5.8];

$T_{из}$ – время на измерение детали в процессе обработки, $T_{из} = 0,2$ [4, стр. 209, табл. 5.16];

k – коэффициент, учитывающий среднесерийное производство, $k = 1,85$ [4];

$$T_B = 1,85 \cdot (0,1 + 0,01 + 0,2) = 0,57 \text{ мин};$$

$T_{об.от}$ – время на обслуживание рабочего места и отдых,

$$T_{об.от} = \frac{(T_o + T_B) \cdot P_{об.от}}{100}, \quad (48)$$

где $P_{об.от}$ – затраты времени на отдых в процентном соотношении к оперативному времени, $P_{об.от} = 7\%$ [4, стр. 214, табл. 6.1];

$$T_{об.от} = \frac{(1,16 + 0,57) \cdot 7}{100} = 0,12 \text{ мин};$$

$$T_{шт} = 1,16 + 0,57 + 0,12 = 1,85 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = \frac{24}{40} + 1,85 = 2,45 \text{ мин}.$$

Данные по остальным операциям сводим в таблицу 1.12.

Таблица 1.12 – Нормирование операций (в минутах)

№ операции	T_o	T_B	$T_{оп}$	$T_{об.от}$	$T_{п-з}$	$T_{шт}$	$T_{шт.к}$
020	0,79	0,67	1,46	0,1	22	1,56	2,11
025	1,16	0,57	1,73	0,12	24	1,85	2,45
030	0,4	0,43	0,83	0,06	24	0,89	1,49
035	2,25	0,4	2,65	0,18	25	2,83	3,45
040	33,52	1,13	34,65	2,42	24	37,07	37,67

1.11 Размерный анализ техпроцесса

1. Технологический процесс изготовления детали представлен в таблице 1.13.

2. Построим схему межоперационных размеров и припусков.

Схема показана на рисунке 1.9. Правило простановки размеров на заготовке: размеры проставляются координатным способом от поверхности принятой за базу на первой операции.

3. Выделим замыкающие звенья, составим уравнения размерных цепей (см. таблицу 1.14).

Таблица 1.13 – Технологический процесс обработки детали

Операция	Эскиз	Переходы
1 Фрезерно-центровальная		3 Подрезать торцы, выдерживая размер $356_{-0,57}$
2 Токарная с ЧПУ		1. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 23_{-0,52}$; $5_{-0,80}^{+1,23}$. 2. Точить канавку, выдерживая размер $103_{-0,94}^{+0,83}$
3 Токарная с ЧПУ		Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 25_{-0,13}$; $65 \pm 0,37$

Составляем размерную схему технологического процесса (рисунок 1.9).

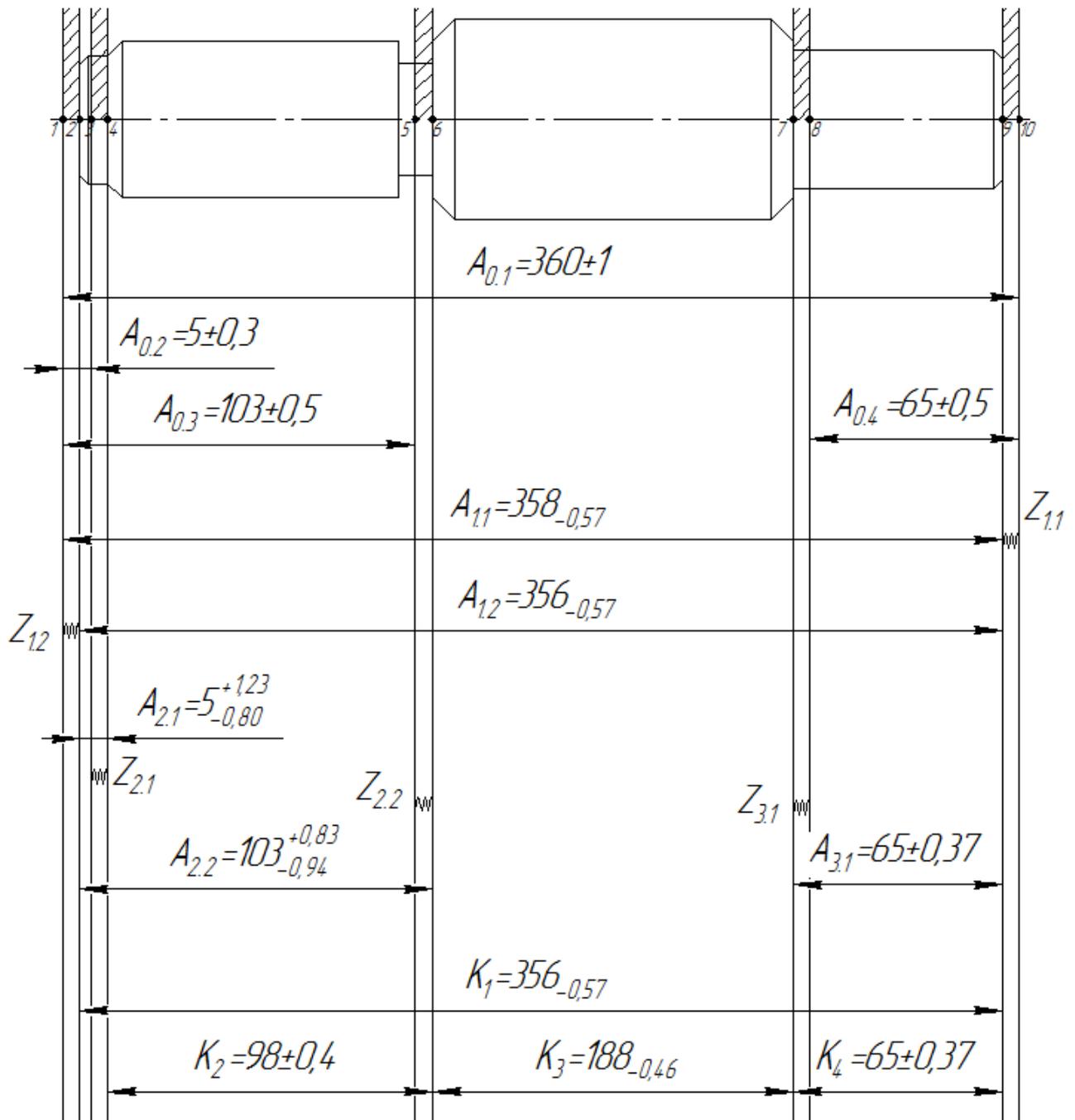


Рисунок 1.9 – Размерная схема технологического процесса

По размерной схеме технологического процесса находим технологические размерные цепи. Для этого строим граф технологических размерных цепей (рисунок 1.10).

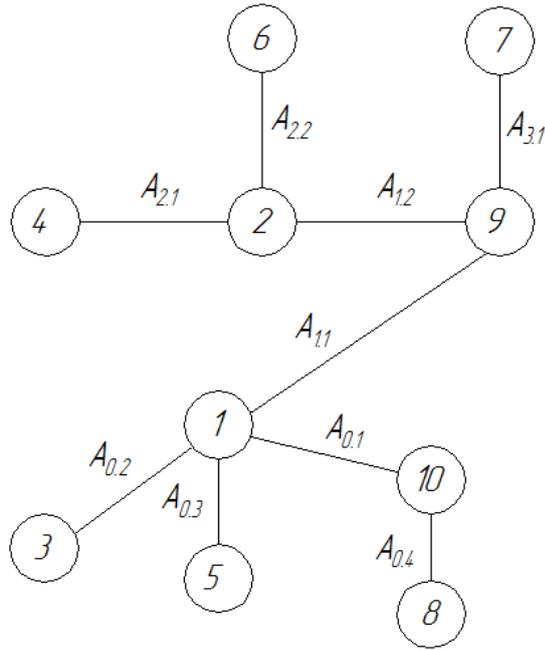


Рисунок 1.10 – Граф-дерево технологических размеров

Затем на граф-дерево технологических размеров наносим конструкторские размеры (утолщенными дугами) и припуски (волнистыми линиями). Таким образом, получаем граф технологических размерных цепей (рисунок 1.11).

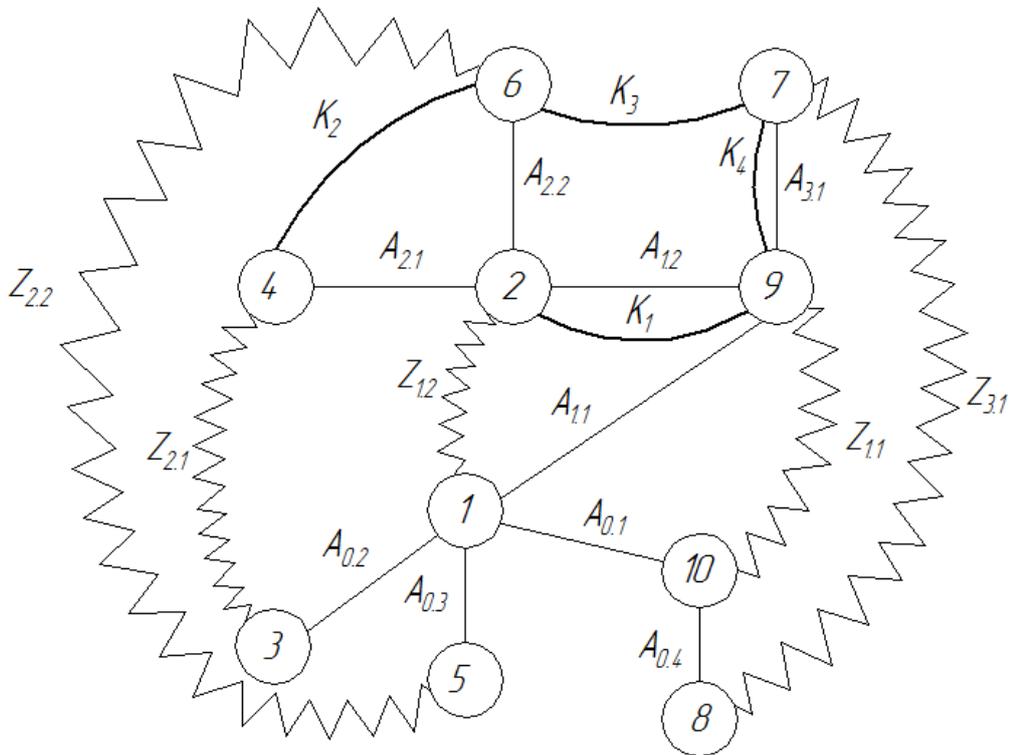
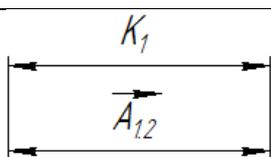
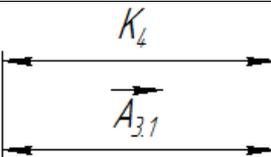
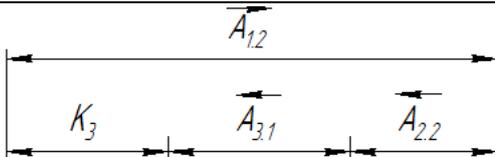
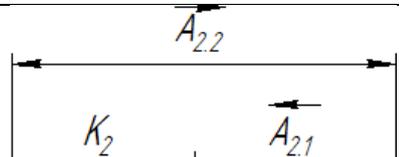
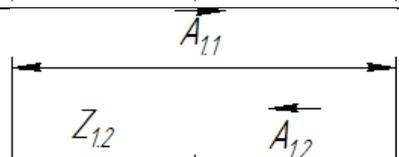


Рисунок 1.11 – Граф технологических размерных цепей

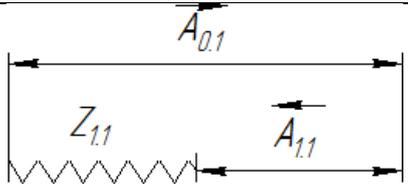
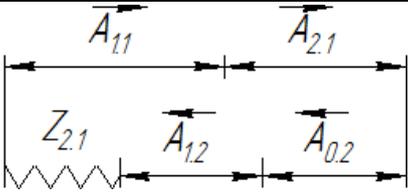
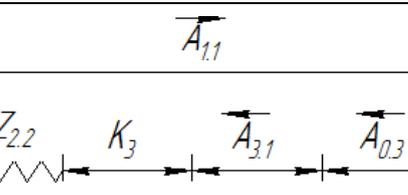
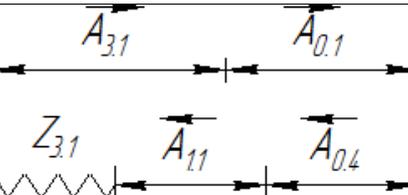
Для определения увеличивающих и уменьшающих звеньев по графу (рисунок 1.11) мысленно начинаем обход размерного контура по замыкающему звену от вершины с большим номером к вершине с меньшим номером. Если в направлении обхода составляющее звено соединяет вершину с меньшим номером с вершиной с большим номером, то оно увеличивающее, если наоборот – то уменьшающее.

Технологические размерные цепи и результаты вычислений их замыкающих звеньев (припусков и конструкторских размеров) приведены в таблице 1.14.

Таблица 1.14 – Проверка размеров

Проверяемые размеры	Схема размерных цепей	Уравнения размерных цепей и вычисление значений замыкающих звеньев
$K_1 = 356_{-0,57}$		$K_1 = A_{1.2} = 356_{-0,57}$
$K_4 = 65 \pm 0,37$		$K_4 = A_{3.1} = 65 \pm 0,37$
$K_3 = 188_{-0,46}$		$K_3 = -A_{2.2} + A_{1.2} - A_{3.1}$ $A_{2.2} = A_{1.2} - A_{3.1} - K_3 =$ $= 356_{-0,57} - 65 \pm 0,37 - 188_{-0,46} =$ $= 103^{+0,83}_{-0,94}$
$K_2 = 98 \pm 0,4$		$K_2 = -A_{2.1} + A_{2.2}$ $A_{2.1} = A_{2.2} - K_2 =$ $= 103^{+0,83}_{-0,94} - 98 \pm 0,4 =$ $= 5^{+1,23}_{-0,80}$
$Z_{1.2}$		$Z_{1.2} = A_{1.1} - A_{1.2} =$ $= 358_{-0,57} - 356_{-0,57} = 2 \pm 0,57$

Продолжение таблицы 1.14

$Z_{1.1}$		$Z_{1.1} = -A_{1.1} + A_{0.1} =$ $= -358_{-0,57} + 360_{\pm 1} =$ $= 2^{+1,57}_{-1,00}$
$Z_{2.1}$		$Z_{2.1} = -A_{0.2} + A_{1.1} -$ $A_{1.2} + A_{2.1} =$ $= -5_{\pm 0,3} + 358_{-0,57} - 356_{-0,57} +$ $+ 5^{+1,23}_{-0,80} = 2^{+0,993}_{+0,330}$
$Z_{2.2}$		$Z_{2.2} = -A_{0.3} + A_{1.1} - A_{3.1} -$ $K_3 =$ $= -103_{\pm 0,5} + 358_{-0,57} -$ $65_{\pm 0,37} -$ $- 188_{-0,46} = 2^{+1,33}_{+0,56}$
$Z_{3.1}$		$Z_{3.1} = A_{3.1} - A_{1.1} + A_{0.1} -$ $A_{0.4} =$ $= 65_{\pm 0,37} - 358_{-0,57} +$ $360_{\pm 1} -$ $- 65_{\pm 0,5} = 2^{+2,44}_{+0,13}$

Как видно из таблицы 1.14, технологический процесс изготовления винта обеспечивает получение всех конструкторских размеров, а минимальные значения припусков достаточны для обеспечения требуемого качества поверхностных слоев.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления

Требуется разработать приспособление для фрезерования квадрата $19h12$.

Станок для операции фрезерования – 6P12Б.

Установочная плита приспособления должна иметь соответствующие размеры для установки на стол станка.

Размеры рабочей области стола станка 6P12Б приведены на рисунке 2.1.

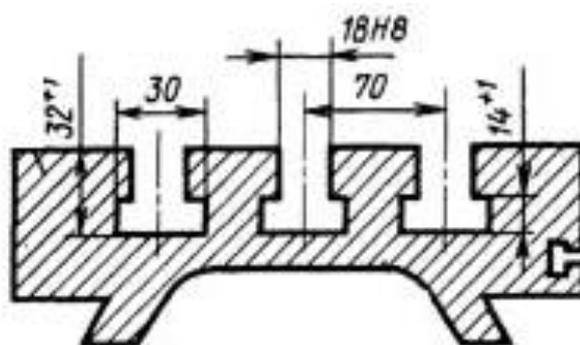


Рисунок 2.1 – Рабочая область стола станка 6P12Б

Предлагается схема установки заготовки в поводковый патрон, который имеет возможность фиксировано поворачиваться на 90° . С целью обеспечения жесткости при обработке со стороны квадрата заготовка должна поджиматься центром.

2.2 Описание и работа приспособления

Приспособление (рисунок 2.2) состоит из установочной плиты 1, которая позиционируется на столе станка при помощи сухаря 2 и крепится к столу станка болтами 3 с гайками 4. На плите 1 установлен корпус 5 при помощи штифтов 6 и винтов 7. В корпус 5 установлена оправка 8 с подшипником 9, стопорным

кольцом 10 и запрессованной втулкой 11. На оправке 8 при помощи винтов 12 крепится патрон 13 с поводком 14.

Заготовка устанавливается в оправку 8 и фиксируется в осевом направлении скобой 15, а в радиальном – винтом 16. После этого при помощи центра 17, установленного в стойку 18, прижимается по центральному отверстию. При этом стойка 18 перемещается на столе станка по сухарям 2 и фиксируется рукояткой 19 и гайкой 20.

Штифт 21 вытягивается, оправка 8 при помощи ручек 22 проворачивается до совпадения штифта и отверстия в оправке. Производится обработка первой лыски. После этого штифт 21 снова вытягивается, оправка 8 проворачивается на 90° и снова фиксируется штифтом 21.

После обработки всех четырех сторон квадрата снимается скоба 15, ослабляется винт 16, стойка 18 с центром 17 отодвигается, после чего заготовка извлекается из приспособления.

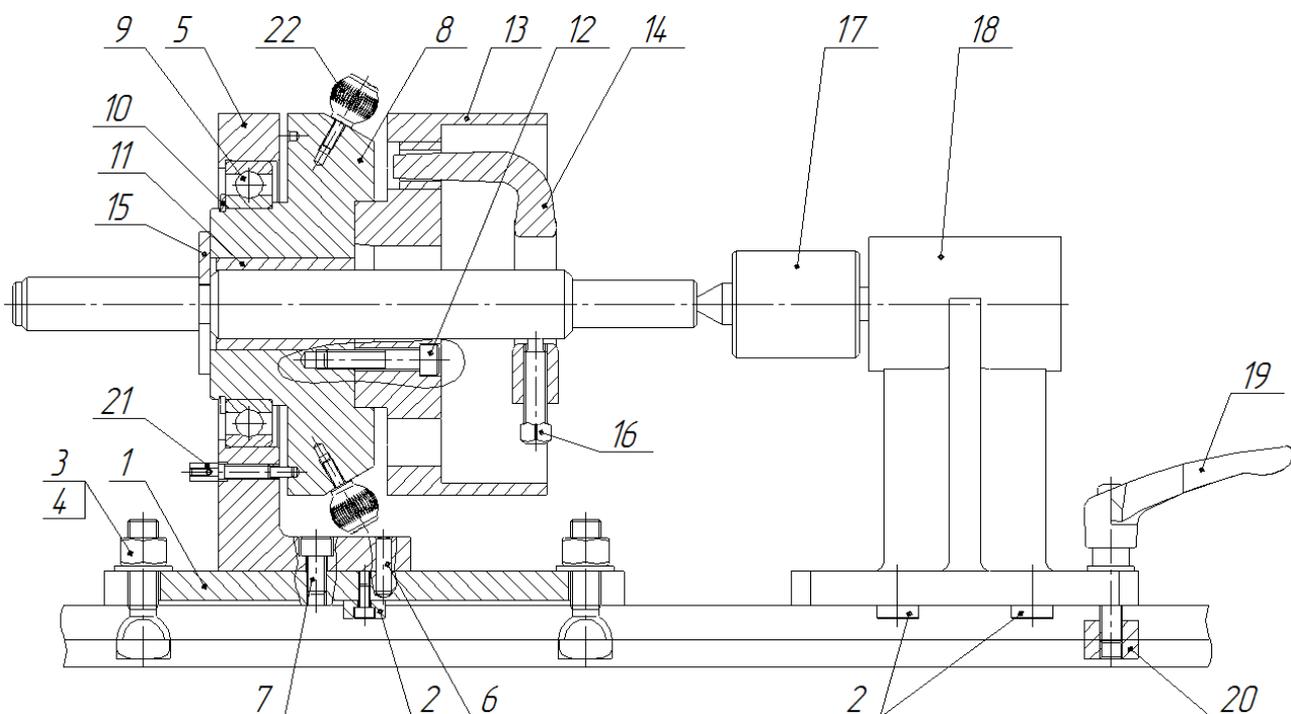


Рисунок 2.2 – Общий вид приспособления

2.3 Разработка схемы установки заготовки и расчет погрешностей обработки

Так как заготовка базируется во втулке оправки, то погрешность обработки соответствует максимальному зазору в посадке «заготовка – втулка».

Допуск на размер квадрата $19h12_{(-0,21)}$ $T = 0,21$ мм.

Посадка «заготовка – втулка» $\text{Ø}36H8/h11$:

$ES = +0,039$ мм; $EI = 0$;

$es = 0$; $ei = -0,16$ мм.

Максимальный зазор:

$S_{\max} = ES - ei = 0,039 - (-0,16) = 0,199$ мм.

Таким образом, обработка по данной схеме возможна.

2.4 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления

В технических требованиях на чертеже приспособления необходимо указать, что подвижные элементы приспособления должны перемещаться плавно, без заеданий.

Также необходимо указать все установочные размеры и посадки.

Дополнительно указывается сила резания и тип станка, для которого предназначено приспособление.

2.5 Разработка расчетной схемы, определение сил, действующих на заготовку при обработке

Схема действия сил при обработке приведена на рисунке 2.3.

При фрезеровании квадрата на заготовку оказывается действие момента сил резания $M_{кр} = 73,8$ Н·м.

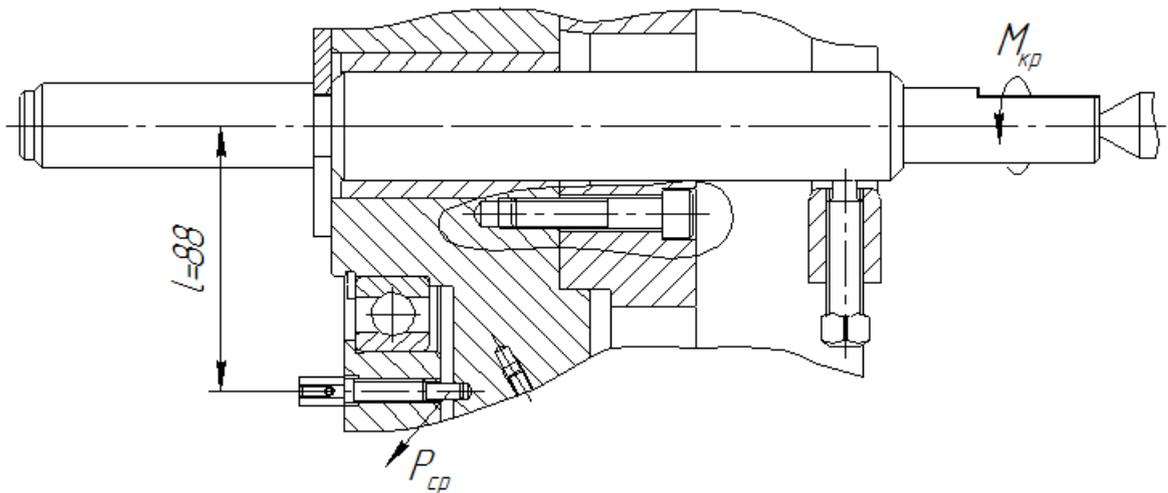


Рисунок 2.3 – Схема действия сил резания

При обработке на фиксирующий штифт оказывает действие сила, пытающаяся его срезать. В зависимости от этой силы, рассчитаем диаметр штифта.

Уравнение действия сил:

$$k \cdot M_{кр} = P_{ср} \cdot l, \quad (49)$$

где l – плечо действия срезающей силы $P_{ср}$, $l = 0,088$ м;

k – коэффициент запаса,

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6. \quad (50)$$

Коэффициент k_0 учитывает неточность расчетов сил резания, сил закрепления и внезапные факторы (твердые включения в материале, выкрашивание режущей кромки инструмента и др.). Таким образом, $k_0 = k_0' \cdot k_0'' \cdot k_0''' = 1,5 \div 2$. Принимаем $k_0 = 1,5$.

Коэффициент k_1 учитывает наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, что вызывает увеличение сил резания. Для черновой обработки $k_1 = 1,2$; для чистовой и отделочной обработки $k_1 = 1,0$. Принимаем $k_1 = 1,2$.

Коэффициент k_2 учитывает увеличение сил резания от прогрессирующего затупления режущего инструмента ($k_2 = 1,0 \div 1,7$). Принимаем $k_2 = 1,2$.

Коэффициент k_3 учитывает увеличение силы резания при прерывистом резании и, например, при точении и торцевом фрезеровании достигает значения 1,2. Принимаем $k_3 = 1,0$.

Коэффициент k_4 учитывает непостоянство сил, развиваемых зажимным устройством. Для ручных устройств $k_4 = 1,3$, так как силы закрепления не постоянны. При наличии пневматических и гидравлических зажимных устройств прямого действия $k_4 = 1,0$. Принимаем $k_4 = 1,0$.

Коэффициент k_5 характеризует удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах. При удобном положении и малом угле поворота рукоятки $k_5 = 1,0$; при большом угле поворота ($> 90^\circ$) $k_5 = 1,2$. Принимаем $k_5 = 1,0$.

Коэффициент k_6 учитывается только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку; $k_6 = 1,0$, когда заготовка установлена базовой плоскостью на опоры с ограниченной поверхностью контакта, и $k_6 = 1,5$, когда заготовка установлена на планки или другие элементы с большой поверхностью контакта. Принимаем $k_6 = 1,0$.

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,16.$$

Тогда срезающая сила равна:

$$P_{\text{ср}} = \frac{k \cdot M_{\text{кр}}}{l} = \frac{2,16 \cdot 73,8}{0,088} = 1811,5 \text{ Н.}$$

Формула расчета штифта на срез:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{ср}}}{\pi \cdot [\tau]_{\text{ср}}}}, \quad (51)$$

где $[\tau]_{\text{ср}}$ – допустимое напряжение на срез материала штифта,

$$[\tau]_{\text{ср}} = (0,2 \dots 0,3) \cdot \sigma_{\text{T}},$$

где σ_{T} – предел текучести, для стали Ст3 $\sigma_{\text{T}} = 240$ МПа;

$$[\tau]_{\text{ср}} = 0,2 \cdot 240 = 48 \text{ МПа};$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1811,5}{3,14 \cdot 48}} = 6,93 \text{ мм.}$$

Принимаем $d = 8$ мм и выбираем штифт упорный K0340.1308 фирмы Kirr.

Заключение

В данной работе был проведен анализ служебного назначения детали в узле, анализ технологичности, сделан вывод, что деталь в целом технологична.

Определен тип производства.

Произведено технико-экономическое сравнение двух вариантов заготовки – поковка и прокат с выбором заготовки в виде проката, разработан чертеж заготовки.

Разработан технологический маршрут обработки детали, спроектирован план изготовления. Выбраны средства технологического оснащения.

Разработана операционная технология, рассчитаны припуски, режимы резания и нормы времени на все операции.

Разработано специальное приспособление для фрезерования квадрата.

Разработаны маршрутная карта, операционные карты и карты эскизов.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Пожидаев Константин Николаевич

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (ИШНПТ)	Отделение машиностроение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Бюджет проекта – не более 745000 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 475000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Районный коэффициент – 1,3.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды -30,2%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ потенциальных потребителей Анализ конкурентных технических решений SWOT-анализ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование работ; Разработка графика Ганта; Формирование бюджета затрат.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Интегральный показатель ресурсоэффективности; Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Карта сегментирования
2. Матрица SWOT
3. График Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Клемашева Елена Игоревна	канд.экон.наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Пожидаев Константин Николаевич		

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Данная глава была выполнена на основании учебно-методического пособия.

Целью главы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение эффективности и перспективности научно-исследовательского проекта – моей выпускной квалификационной работы.

Тема моей выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса детали «Винт силовой».

Поэтому в данной главе будет подобран ряд необходимых финансовых показателей, соответствующих теме моей научно-исследовательской работе и выполнен их анализ.

Также будет проведена оценка совокупных денежных затрат на разработку технологического процесса детали «Винт силовой».

Конечным результатом данной главы станет итоговая оценка эффективности всей проделанной работы. – расчёт интегральных показателей.

В заключение данной главы будет проведена комплексная оценка научно-технического уровня выпускной квалификационной работы. Основанием для оценки станут полученные в ходе работы рассчитанные экспертные данные.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для того, чтобы определить коммерческий потенциал и перспективность выполненного проекта, необходимо определить потребителей разработанной продукции. Дадим краткую характеристику продукции.

Продукцией является деталь «Винт силовой», которая относится к классу валов.

Деталь «Винт силовой» используется в тисках пневматических поворотных, установленных на универсально-сборном переналаживаемом заточном станке ЗВ642. А сами станки успешно используются как в тяжелой, так и в легкой промышленности – машиностроении, строительстве, на механических заводах, швейное, пищевое производства и др. – везде, где необходимо затачивание основных видов режущего инструмента.

При использовании специальных приспособлений на универсальном заточном станке ЗВ642 возможна шлифовка деталей круглого наружного, круглого внутреннего и плоского шлифования.

Требования к точности поверхностей детали «Винт силовой» соответствуют условиям ее работы и необходимым нормативным документам (ГОСТам).

Деталь «Винт силовой» изготавливается из стали 40Х ГОСТ 4543-71 (конструкционная легированная сталь). Данная сталь применяется для изготовления следующих типов деталей: штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Анализ качественных показателей технологичности проекта детали «Винт» показал, что на чертеже детали имеются все размеры необходимого количества, которые полностью определяют положение всех поверхностей и конструктивных элементов детали, отсутствие замкнутых контуров размеров.

Анализ количественных показателей также соответствует нормируемым показателям.

Следовательно, деталь «Винт силовой» обладает достаточной технологичностью и достаточной конкурентоспособностью.

Определим потенциальных потребителей детали «Винт силовой». При сегментировании необходимо учитывать, что данный продукт является мелкосерийным, а потребителями являются предприятия тяжелой и легкой промышленности Тюменской области.

На основании вышеизложенного строим карту сегментирования для детали «Винт силовой» (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Карта сегментирования для детали «Винт силовой»

	Предприятия тяжелой промышленности: металлургические, нефтегазовые, механические, машиностроительные и др.	Предприятия лёгкой промышленности: пищевые, швейные, трикотажных изделий, косметическо- парфюмерные, обувные и др.
Крупные		
Средние		
Мелкие		

Таким образом, деталь «Винт силовой» востребована во всех предприятиях тяжелой и лёгкой промышленности, т.е. там, где требуется заточка и шлифовка инструментов.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

С помощью анализа конкурентных технических решений в данной главе будет проведен расчёт эффективности научного проекта.

В таблице 3.2 приведена оценочная карта конкурентных технических решений. Расчет осуществлялся с использованием двух методов получения заготовки – из проката и из литья.

Таблица 3.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентно-способность	
		Б _{прок}	Б _{лит.}	К _{прок}	К _к
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Повышение производительности труда	0,15	5	1	0,75	0,15
2. Удобство и простота эксплуатации	0,17	7	8	1,19	1,36
4. Энергоэкономичность	0,05	3	4	0,15	0,2

Продолжение таблицы 3.2

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентно-способность	
		Б _{прок}	Б _{лит.}	К _{прок}	К _к
5. Надежность	0,1	2	4	0,2	0,4
6. Безопасность	0,16	3	2	0,48	0,32
7. Уровень шума	0,1	3	3	0,3	0,3
Экономические критерии оценки					
1. Конкурентоспособность	0,07	2	4	0,14	0,28
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	1	4	0,05	0,2
3. Цена	0,1	1	4	0,1	0,4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	3	2	0,18	0,12
Итого:	1	30	36	3,54	3,73

Определяем конкурентные технические решения по формуле:

$$K_{лит} = \sum B_i \cdot B_i = (0,15 \cdot 5) + (0,17 \cdot 7) + (0,05 \cdot 3) + (0,1 \cdot 2) + (0,16 \cdot 3) + (0,1 \cdot 3) = 3,54$$

Аналогично рассчитываем $K_{прок} = 3,73$.

$K_{лит} > K_{прок}$, следовательно, заготовка из проката детали «Винт силовой» более эффективна в проекте, чем заготовка из литья.

3.2 SWOT-анализ

Для того, чтобы сформулировать основные направления разработанного проекта, составим SWOT - анализ.

SWOT-анализ – это определение сильных и слабых сторон анализируемого объекта, а также возможностей и угроз, исходящих из его ближайшего окружения (внешней среды).

В целом, проведение SWOT-анализа сводится к заполнению матрицы, изображенной на рисунке 3.1, так называемой «матрицы SWOT- анализа».

СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ предприятия (Strengths)	Рыночные ВОЗМОЖНОСТИ (Opportunities)
СЛАБЫЕ СТОРОНЫ предприятия (Weaknesses)	Рыночные УГРОЗЫ (Threats)

Рисунок 3.1 – Матрица SWOT – анализа

Таблица 3.3 – SWOT-анализ внешней и внутренней среды разрабатываемого проекта

		Внешняя среда	
		Возможности	Угрозы
		В1. Доступность рынка научных технологий; В2. Прочные отношения с потребителями и партнёрами. В3. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ	У1. Повышение требования к нормативным показателям изделия; У2. Ограничение трудовых ресурсов. У3. Отсутствие заинтересованности у основных потребителей.
Внутренняя среда	Сильные стороны	1.1. Использование рынка научных технологий и коммерческой информации для собственных целей; 1.2. Формирование положительного имиджа для потребителей и партнеров; 2.1. Формирование современного оборудования; 2.2. Возможность отслеживания угасающего спроса.	1.1. Использование устаревших технологий; 1.2. Увольнение (по собственному желанию) квалифицированных работников; 2.1. Сокращение выпускаемого продукта; 2.2. Снижение эффективности технологического процесса.
	Слабые стороны	1.1. Разработка своих патентов, ноу-хау; 1.2. Развитие инновационных направлений 2.1. Привлечение специалиста по управлению инновационным проектом; 2.2. Совместные инновационные разработки с партнёрами после изучения спроса потребителей.	1.1. Понижение конкурентоспособности как продукта, так и предприятия; 1.2. Замена высококвалифицированных специалистов специалистами низкой квалификации; 2.1. Нет возможности для повышения квалификации персонала путём его обучения; 2.2. Перспектива закрытия проекта из-за отсутствия персонала.

Таким образом, SWOT-анализ разрабатываемого продукта – детали «Винт» позволил разработать следующие мероприятия:

- сочетание сильных сторон и возможностей дают нам следующие предпочтения:

- использование рынка научных технологий и коммерческой информации для собственных целей;

- формирование положительного имиджа для потребителей и партнеров;

- применение современного оборудования;

- возможность отслеживания угасающего спроса для оперативных мероприятий;

- сочетание слабых сторон и возможностей дают нам следующие предпочтения:

- разработка своих патентов, ноу-хау;

- развитие инновационных направлений

- привлечение специалиста по управлению инновационным проектом;

- совместные инновационные разработки детали «Винт» с партнёрами после изучения спроса потребителей.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Данная научно-исследовательская работа ведется под руководством научного руководителя в течение года. В результате этого года происходит распределение работ между исполнителями проекта, а также определяется очередность тех или иных работ.

Структура работ в рамках научного исследования, а также их подробный план сведены в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 - Перечень этапов и работ. Распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Подготовка и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
Разработка технического задания	2	Календарное планирование выполнения работ	Исполнитель, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Поиск и изучение материала по теме	Исполнитель
	4	Подбор нормативных документов	Исполнитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Исполнитель, научный руководитель
	6	Подготовка материалов	Исполнитель
	7	Разработка и проведение эксперимента	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	8	Систематизирование и обработка полученных данных	Исполнитель
	9	Оценка правильности полученных результатов	Исполнитель Научный руководитель
Оформление отчета по НИР		Составление пояснительной записки	Исполнитель

Таким образом, планирование научно-исследовательских работ состоит из 5 этапов (таблица 3.4):

- разработка технического задания;
- выбор способа решения поставленной задачи;
- теоретические и экспериментальные исследования;
- обобщение и оценка результатов;
- оформление отчета по научно-исследовательской работе.

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Расчет продолжительности этапов работ и определения ожидаемых значений продолжительности работ $t_{ож}$ осуществляется по формуле:

$$t_{ожi} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5} \quad (52)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i – ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимальная продолжительность i – ой работы, дн.;

$t_{\max i}$ – максимальная продолжительность i – ой работы, дн.

Чтобы рассчитать данные показатели, необходимо определить вероятностные проблемы научно-исследовательской работы.

Обозначим вероятностные проблемы проекта по мере их возрастания:

A1B1B1Г1 – вероятность нарушения требований ГОСТа при разработке; несоблюдение нормативно-правовой базы; нарушение требований при решении проблемы;

A2B2B2Г2 – вероятность нарушения+степень усложнения обстановки; нарушение требований ГОСТ +возникновение угрозы ЧС; нарушение требований при решении проблемы+отсутствие финансирования при решении проблемы;

A3B3B3Г3 вероятность нарушения+степень усложнения обстановки; нарушение требований ГОСТ +возникновение угрозы ЧС+отсутствие документации; нарушение требований при решении проблемы+отсутствие финансирования при решении проблемы; несоблюдение нормативно-правовой базы+внесение изменений в нормативно-правовую базу+отсутствие нормативно-правовой базы; нарушение требований при решении проблемы+отсутствие финансирования при решении проблемы+отсутствие помощи сторонних организаций

Рассчитываем ожидаемую трудоёмкость выполнения для решения проблемы A1B1B1Г1:

$$t_{ожi} = \frac{3 \cdot 30 + 2 \cdot 45}{5} = 36 \text{ чел.-дн.}$$

Затем определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , при этом учитываем параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по следующей формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (53)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел. – дн.

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

$$T_{pi} = \frac{36}{2} = 18 \text{ раб. дней}$$

Рассчитываем ожидаемую трудоёмкость выполнения работы и её продолжительность для решения проблемы А2Б2В2Г2:

$$t_{ожi} = \frac{3 \cdot 30 + 2 \cdot 60}{5} = 42 \text{ чел.-дн.,}$$

$$T_{pi} = \frac{42}{2} = 21 \text{ раб.дн.}$$

Аналогично рассчитываем ожидаемую трудоёмкость выполнения работы и её продолжительность для решения проблемы А3Б3В3Г3:

$$t_{ожi} = \frac{3 \cdot 40 + 2 \cdot 105}{5} = 66 \text{ чел.-дн.,}$$

$$T_{pi} = \frac{66}{2} = 33 \text{ раб.дн.}$$

Для выполнения работ, перечисленных в таблице 3.4, требуются следующие специалисты:

- исполнитель (студент) НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения диаграммы Ганта рассчитаем продолжительность этапов в рабочих днях (T_{pi}), а затем переведём её в календарные дни.

Для этого воспользуемся формулой:

$$T_{РД} = \frac{t_{ожi}}{К_{ВН}} \cdot К_{Д}, \quad (54)$$

где $t_{ожі}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей ,в частности, возможно $K_{вн} = 1$;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К} \quad (55)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, он позволяет перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитывается по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (56)$$

где $T_{кал}$ – календарные дни ($T_{кал} = 365$);

$T_{вд}$ – выходные дни ($T_{вд} = 52$);

$T_{пд}$ – праздничные дни ($T_{пд} = 14$).

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,221.$$

В таблице 3.5 приведены расчёты временных показателей по этапам проведения научного исследования и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе.

В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (52).

Таблица 3.5 – Трудоёмкость и длительность работ по этапам проведения научного исследования

Этапы работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях/ T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , ч ел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожi}$, че л-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1 этап. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	3	-	5	-	3,9	-	3,9	6
2 этап. Календарное планирование выполнения НИР	2	2	3	4	2,5	2,9	2,7	4
3 этап. Обзор научной литературы	-	7	-	9	-	7,9	7,9	12
4 этап. Выбор методов исследования	-	2	-	4	-	2,8	2,9	4
5 этап. Планирование эксперимента	2	5	3	7	2,5	5,9	4,2	6
6 этап. Подготовка материалов	-	5	-	7	-	5,9	4,9	7

Примечание: Исп.1–научный руководитель, Исп.2–исполнитель.

Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоёмкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и исполнитель) с учетом коэффициента $K_d = 1,2$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоёмкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на T_k ($T_k = 1,221$). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоёмкости для

каждого из участников проекта. Две последние величины используются для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{КД}$ позволяют построить диаграмму Ганта (календарный план-график совместной деятельности исполнителей).

На основе данных таблицы 3,5 составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Диаграмма Ганта по научно-исследовательской работе

Этапы работы	Исполнитель	Т _к , день	Продолжительность выполнения работ			
			Февраль	Март	Апрель	Май
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	6	■			
2. Календарное планирование выполнения НИР	Исп1Исп2	4		■		
3. Обзор научной литературы	Исп2	12		■		
4. Выбор методов исследования	Исп2	4		■		
5. Планирование эксперимента	Исп1Исп2	6		■		
6. Подготовка материалов	Исп2	7			■	
7. Проведение эксперимента	Исп2	23			■	
8. Обработка полученных данных	Исп2	15				■
9. Оценка правильности полученных результатов	Исп1Исп2	4				■
10. Составление пояснительной записки	Исп2	16				■

Исполнитель 1  Исполнитель 2 

3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Бюджет научно-исследовательской работы состоит из всех видов расходов, необходимых для его выполнения. При формировании бюджета НИР, все планируемые затраты группируются по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы/услуги сторонних организаций НИР (рис.3.2).



Рисунок 3.2 – Группировка расходов на НИР

3.4.1 Расчет материальных затрат НИР

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх } i} \quad (57)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх } i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м);

k_T – коэффициент, учитывающий расходы (транспортно-

заготовительные).

Транспортные расходы принимаются в пределах 3-5% от стоимости материалов.

3.4.2 Расчёт затрат на спецоборудование для экспериментальных работ

Расчёт затрат на оборудование, необходимое для экспериментальных работ, проводится в виде его амортизационных отчислений. Данной спецоборудование находится в вузе и применяется непосредственно при НИР.

Для расчёта амортизационных отчислений применяется следующая формула:

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot Ц_{ОБ} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_d} \quad (58)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{ОБ}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР.

При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} ;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Проведём расчёт амортизационных отчислений для ПК:

$$C_{AM} = \frac{0,4 \cdot 85000 \cdot 592 \cdot 1}{2384} = 8442,95 \text{ руб.}$$

где $N_A = 0,4$;

$Ц_{ОБ} = 85000$ руб.;

$F_d = 2384$ час. (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе);

$t_{рф} = 592$ час. – время использования для НИР;

$n = 1$ компьютер.

3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением проекта, включая дополнительную заработную плату, рассчитывается по формуле:

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (59)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата находится по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (60)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дней.

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника.

Среднедневная заработная плата ($Z_{дн}$) работника рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = Z_{м} \cdot \frac{M}{F_{д}}, \quad (61)$$

где $Z_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней.

Рассчитанные данные в виде баланса рабочего времени представлены в таблице 3.8., основной заработной платы – в таблице 3.9.

Таблица 3.8 – Баланс рабочего времени, дни

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Исполнитель
Календарное количество дней	365	365
Количество нерабочих дней: - выходные и праздничные дни	66	118
Потери рабочего времени (отпуск, по болезни)	56	56
Действительный фонд рабочего времени	243	191

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_m = Z_b \cdot k_p, \quad (62)$$

где Z_b – базовый оклад, руб.;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_b , руб.	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{раб}$, раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Научный руководитель	25000	1,3	32500	1130,43	243	274694,5
Исполнитель	13890	1,3	18057	820,77	191	156767,6

Проведённые расчёты показали, что основная заработная плата за период разработки НИР составит:

- для научного руководителя – 274594,45руб.;
- для исполнителя – 156767,6 руб.

3.4.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении проекта и рассчитывается по формуле:

$$Z_{доп} = K_{доп} \times Z_{осн}, \quad (63)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, равен 10% от основной заработной платы;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 3.10 приведен расчет основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 3.10 – Заработная плата исполнителей НИР за 2022 год

Заработная плата	Научный руководитель	Студент-дипломник
Основная заработная плата	274594,49	156767,6
Дополнительная заработная плата	27459,45	15676,76
Общая заработная плата	302053,94	172444,36
Итого по статье Сзп	474498,3	

Таким образом, суммарная заработная плата составила 474498,3 руб.

3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (64)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

В 2022 году $k_{\text{внеб}} = 30,2\%$ от суммы затрат на оплату труда работников; 0,2% - отчисления на травматизм.

Подставляем эти данные в формулу и получаем:

$$C_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 474498,3 = 143298,5 \text{ руб.}$$

В итоге, отчисления во внебюджетные нужды составляют 151839,456 руб.

3.4.6 Услуги сторонних организаций

Услуги сторонних организаций (услуги печати) – 2160 руб.

3.4.7 Накладные расходы

Принимаем расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, равными 16% от суммы всех предыдущих расходов, т.е. рассчитываем общие затраты по формуле:

$$C_{\text{накл расх}} = (C_{\text{зп}} + C_{\text{внеб}} + C_{\text{усл.стор.орг.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,16 \quad (65)$$

Тогда:

$$C_{\text{накл расх}} = (474498,3 + 151839,456 + 2160 + 8442,95) \cdot 0,16 = 101910,51 \text{ руб.}$$

3.4.8 Расчет бюджета проекта

Определение общей себестоимости проекта рассчитываем на основании полученных выше расчётов по всем статьям сметы затрат, потраченных на научно-исследовательскую работу.

На основании полученных расчётов заполняем таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Бюджет проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	474498,3
Отчисления во внебюджетные фонды	$C_{\text{внеб}}$	151839,46
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	8442,95
Услуги сторонних организаций	$C_{\text{усл.стор.орг.}}$	2160
Итого:		740002,23

Как видно из данных таблицы 3.13, общая себестоимость проекта составили 740002,23 руб.

3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Показателем эффективности научно-исследовательской работы является интегральный финансовый показатель. Нахождение интегрального показателя разработки связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель проекта рассчитывается следующим образом:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} ; \quad (66)$$

где I – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения НИР.

Рассчитаем интегральный финансовый показатель разработки при решении проблемы исполнение 1:

$$\text{исполнение 1} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{18131,94}{33241,89} = 0,54.$$

Рассчитаем интегральный финансовый показатель разработки при решении проблемы исполнение 2:

$$\text{исполнение 2} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{21153,93}{33241,89} = 0,64$$

Рассчитаем интегральный финансовый показатель разработки при решении проблемы исполнение 3:

$$\text{исполнение 3} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{33241,89}{33241,89} = 1,0$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки всех трех исполнений отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i , \quad (67)$$

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта

исполнения разработки;

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b^i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности будет проведён в табличной форме, данные представлены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования / Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исполнение 1	Исполнение 2	Исполнение 3
Повышает эффективность производительности труда	0,1	5	3	4
Удобен в эксплуатации (соответствует требованиям потребителя)	0,15	4	2	3
Помехоустойчивость	0,15	5	3	3
Энергосбережение	0,20	4	3	3
Высокая надежность	0,25	4	4	4
Низкая материалоемкость	0,15	4	4	4
Итого	1,0			

$$I_{pA1B1V1Г1} = 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 4,25$$

$$I_{pA2B2V2Г2} = 3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 3,25$$

$$I_{pA3B3V3Г3} = 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 3,50$$

Таким образом, $I_{p \text{ исполнение } 1} = 4,25$; $I_{p \text{ исполнение } 2} = 3,25$; $I_{p \text{ исполнение } 3} = 3,5$.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{исп.}i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального показателя ресурсоэффективности по следующим формулам:

$$I_{\text{исп.}1} = \frac{I_{p\text{-исп.}1}}{I_{\text{исп.}1\text{фин}}} = \frac{4,25}{0,54} = 7,87$$

$$I_{\text{исп.}2} = \frac{I_{p\text{-исп.}2}}{I_{\text{исп.}2\text{фин}}} = \frac{3,25}{0,64} = 5,08$$

$$I_{\text{исп.3}} = \frac{I_{\text{р-исп.3}}}{I_{\text{исп зфин}}} = \frac{3,5}{1,0} = 3,5$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.3}}}{I_{\text{исп.1}}} = \frac{3,5}{7,87} = 0,44,$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.2}}}{I_{\text{исп.1}}} = \frac{5,08}{7,87} = 0,65,$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.1}}} = \frac{7,87}{7,87} = 1,0$$

Таблица 3.15 – Сравнительная эффективность разработки НИР

	Исполнение 1	Исполнение 2	Исполнение 3
Интегральный показатель ресурсоэффективности	0,54	0,64	1,0
Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,25	3,25	3,5
Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки	7,87	5,08	3,5
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,0	0,65	0,44

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показало, что более эффективным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является 1 метод (исполнение 1).

Заключение

В результате выполнения данной главы можно сделать следующие выводы:

1. Анализ потенциальных потребителей выявил, что данная деталь применяется в тисках пневматических поворотных, установленных на

универсально-сборном переналаживаемом заточном станке 3В642. Сам станок служит для заточки и шлифовки различных инструментов.

2. В ходе планирования для руководителя и исполнителя был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей.

3. Рассчитана основная заработная плата исполнителей научно-исследовательской работы и составляет 474498,3 руб.;

4. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 740002,23 руб.;

5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования проводилось путём расчёта интегральных показателей.

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показывает, что более эффективным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является 1 метод (несоблюдение нормативно-правовой базы; нарушение требований при решении проблемы).

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
3-4А7Б		Пожидаев Константин Николаевич	
Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Машиностроение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Винт силовой».

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке при эксплуатации 	<p>Объект <u>деталь «Винт силовой»</u></p> <p>Область применения для <u>заточки и шлифовки инструментов</u></p> <p>Рабочая зона: <u>производственное помещение механического цеха (рабочая зона), 2 класс</u></p> <p>Размеры помещения <u>длина 7 м, ширина 6 м, высота 6,5 м</u></p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: <u>станок, инструментальный шкафчик с режущими и измерительными инструментами и принадлежности к станку (патроны, планшайба с набором болтов и прихватов, закаленные и сырые кулачки, хомутики, люнеты, ключи, центра, масленка)</u></p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне - <u>разработка и изготовление детали «Винт силовой» на станке.</u></p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при проектировании объекта исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при проектируемой рабочей зоне) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p><u>ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное.</u></p> <p><u>ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя.</u></p> <p><u>ГОСТ Р 54431-2011 Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности от 28 сентября 2011</u></p> <p><u>«Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019)</u></p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - недостаток необходимого естественного и искусственного освещения. - аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: - связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха; - повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума; - монотонность труда, вызывающая монотонию. <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним; - движущиеся твердые объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и

	<p>механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия и заготовки;</p> <p>- повышенный уровень вибрации (локальная);</p> <p>- связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.</p> <p>Требуемые средства коллективной защиты от выявленных факторов: нормализация освещения рабочих мест, защита от повышенного уровня шума за счет установки звукоизолирующих кожухов на оборудование</p> <p>Индивидуальные средства защиты: перчатки, защитные очки, наушники.</p>
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	<p>Воздействие на литосферу: <u>промышленные отходы. Отходы I, IV-V класса опасности.</u></p> <p>Воздействие на гидросферу: <u>попадание в воду различных механических примесей (СОЖ, сточные воды)</u></p> <p>Воздействие на атмосферу: <u>образуется пыль, а также туман (испарения СОЖ)</u></p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	<p>Возможные ЧС <u>пожар</u></p> <p>Наиболее типичная ЧС <u>пожар</u></p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	Кандидат биологических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Пожидаев Константин Николаевич		

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Тема моей выпускной квалификационной работы - «Разработка технологического процесса детали «Винт силовой», данная деталь выпускается мелкосерийно. Потребителями данной продукции являются все предприятия тяжелой и легкой промышленности Томской области, где имеется необходимость в заточке и шлифовке инструментов.

В данном разделе будет изучено рабочее место токаря-универсала, на котором изготавливается деталь «Винт силовой».

Рабочим местом токаря называется участок производственной площади цеха, оснащенный;

- станком марки 16K20 (токарно-винторезный) с комплектом принадлежностей;
- комплектом технологической оснастки;
- комплектом технической документации, постоянно находящейся на рабочем месте (инструкции, справочники, вспомогательные таблицы и т.д.);
- комплектом предметов ухода за станком (масленки, щетки, крючки, совки, обтирочные материалы и т.д.);
- инструментальными шкафами, подставками, планшетами, стеллажами и т.п.;
- передвижной и переносной тарой для заготовок и изготовленных деталей; подножными решетками, табуретками или стульями.

Токарь выполняет следующие виды работ:

- токарная обработка и доводка сложных деталей и инструментов с большим числом переходов по 6-7 квалитетам;
- обтачивание наружных и внутренних фасонных поверхностей и поверхностей;

- токарная обработка длинных валов и винтов с применением нескольких люнетов;

- нарезание и накатка многозаходных резьб различного профиля и шага;

- выполнение операций по доводке инструмента, имеющего несколько сопрягающихся поверхностей;

- токарная обработка сложных крупногабаритных деталей и узлов на универсальном оборудовании;

- токарная обработка новых и переточка выработанных прокатных валков с калибровкой сложного профиля [30].

Токарные работы относятся к категории зрительных работ высокой точности – Шв [24].

Категория работ токаря по тяжести труда относится к категории II б - работы средней тяжести с энергозатратами 201 - 250 кКал/ч (233 - 290 Вт) [17].

Режим работы токаря 8-ми часовой с перерывом на обед 1 час.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В качестве правовых норм обеспечения безопасности токаря на его рабочем месте выступают нормы Трудового кодекса РФ и его должностная инструкция.

Согласно «ГОСТ 12.2.033-78. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования», место для работы за токарным станком и взаиморасположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям.

Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и методических указаний по безопасности труда. На рисунке 1 представлено рабочее место токаря-универсала с размерными расположениями инструментов и оборудования.

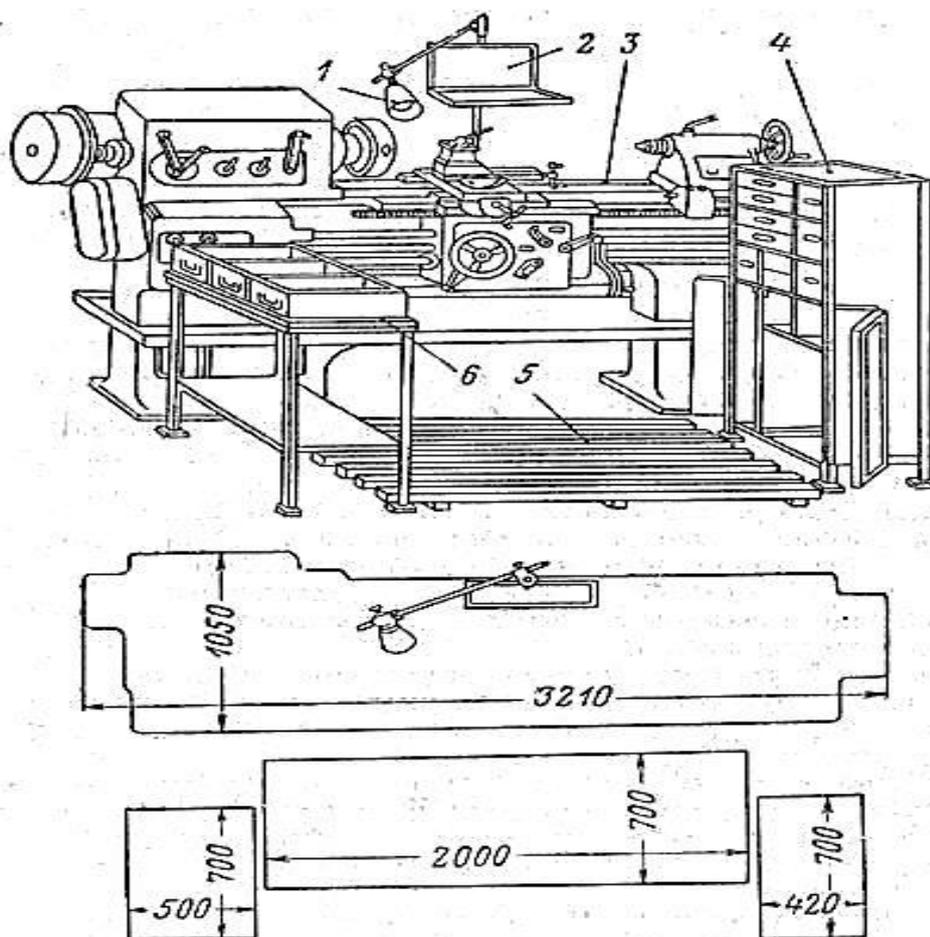


Рис. 1. Рабочее место токаря-универсала:

1 — электролампа, 2 — планшет (полка) для измерительного инструмента и чертежей, 3 — станок, 4 — инструментальный шкафчик, 5 — подножная решетка, 6 — ящики для деталей и заготовок

Размерные характеристики рабочего места токаря-универсала. Рабочее место токаря-универсала должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рисунках 2 и 3.

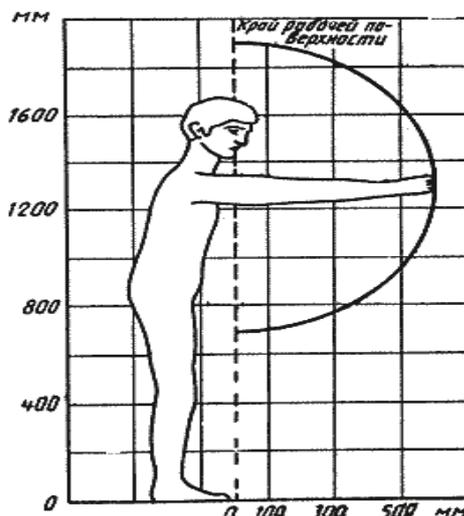


Рисунок 2 - Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости

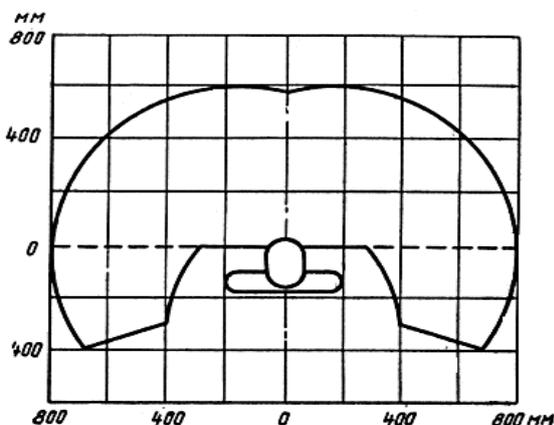


Рисунок 3 - Зона досягаемости моторного поля в горизонтальной плоскости

Выполнение трудовых операций «часто» (менее двух операций в 1 мин, но более двух операций в 1 ч) и «очень часто» (две и более операций в 1 мин.) должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля (рисунки 4 и 5) [23].

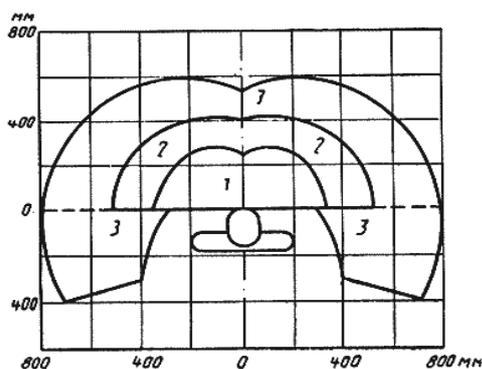


Рисунок 4 - Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления в горизонтальной плоскости:

- 1 - зона для размещения очень часто используемых и наиболее важных органов управления (оптимальная зона моторного поля); 2 - зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля); 3 - зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля)

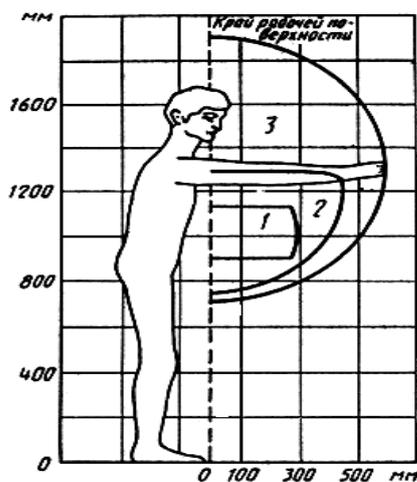


Рисунок 5 - Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления в вертикальной плоскости:

- 1 - зона для размещения очень часто используемых и наиболее важных органов управления (оптимальная зона моторного поля); 2 - зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля); 3 - зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля).

Организация рабочего места и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела работающего или наклон его вперед не более чем на 15° . Конструкцией производственного оборудования и организацией рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием высоты рабочей поверхности. Для роста мужчины 178 см высота рабочей поверхности составляет 110 см. [23]

Для обеспечения удобного, возможно близкого подхода к станку предусмотрено пространство для стоп размером не менее 150 мм по глубине, 150 мм по высоте и 530 мм по ширине.

Требования к размещению органов управления. При работе двумя руками органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не было перекрещивания рук. Органы управления на рабочей поверхности в горизонтальной и вертикальной плоскостях необходимо размещать с учетом следующих требований:

- очень часто используемые и наиболее важные органы управления должны быть расположены в зоне 1 (рисунки 4 и 5);
- часто используемые и менее важные органы управления не допускается располагать за пределами зоны 2;
- редко используемые органы управления не допускается располагать за пределами зоны 3.

Органы управления, используемые до 5 раз в смену, допускается располагать за пределами зоны досягаемости моторного поля [23].

Требования к размещению средств отображения информации. Токарь-универсал при работе над деталью пользуется чертежами.

Средняя высота расположения средств отображения информации для мужчины составляет 141 см [23].

Очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и

горизонтальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости (рисунки 6 и 7).

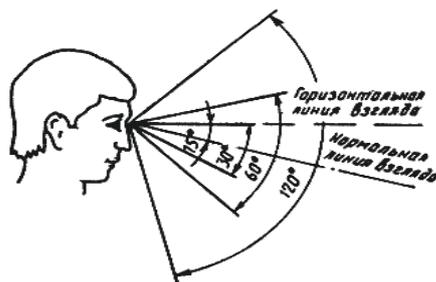


Рисунок 6 - Зоны зрительного наблюдения в вертикальной плоскости

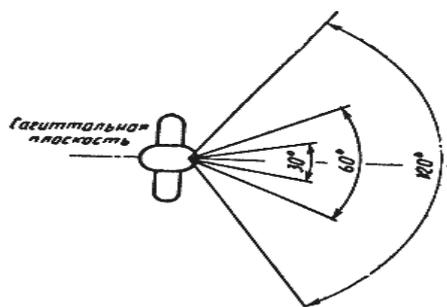


Рисунок 7 - Зоны зрительного наблюдения в горизонтальной плоскости

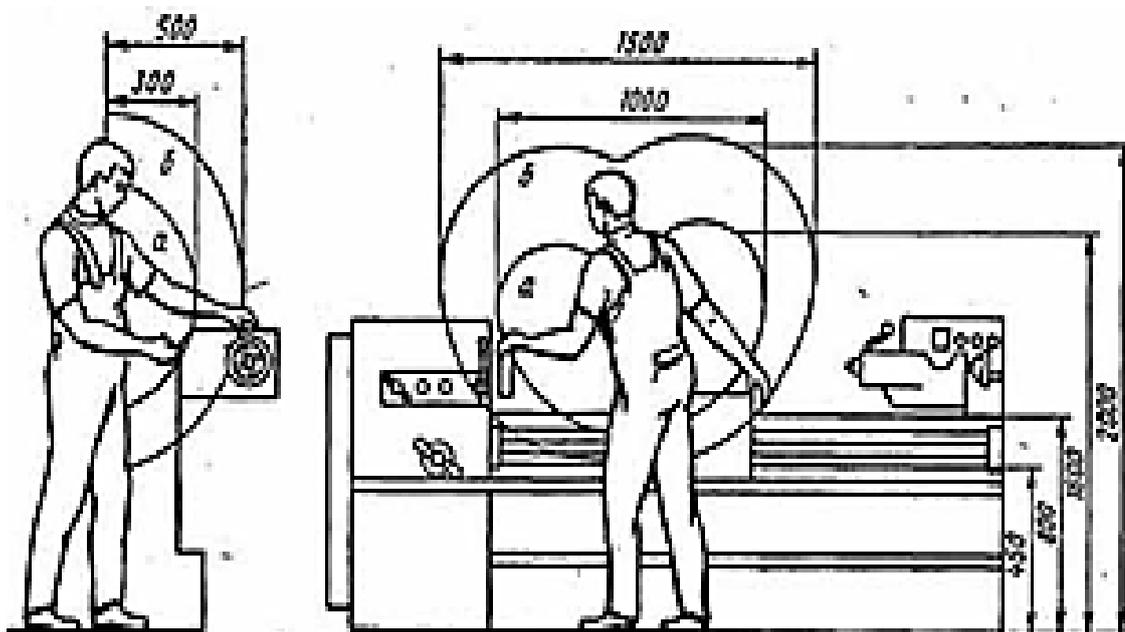


Рисунок 8 – Пример правильного расположения токаря-универсала за токарным станком [35]

4.2 Производственная безопасность

На токаря в процессе его трудовой деятельности могут воздействовать опасные (вызывающие травмы) и вредные (вызывающие заболевания) производственные факторы. Руководствуясь классификацией опасных и вредных факторов, представленных в ГОСТ 12.0.003-2015, составим перечень опасных и вредных факторов, которые присутствуют, либо могут возникать на рабочем месте токаря, данные представлены в таблице 5.1.

Таблица 4.1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте название рабочего места токаря универсала

Факторы, классификация по ГОСТ 12.0.003-2015	Нормативные документы
Вредные факторы	
1. Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения.	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.
2. Факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего.	ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны(с Изменением N 1) от 29 сентября 1988. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» МР 4.3.0212-20 «Контроль систем вентиляции».
3. Факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха.	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» МР 4.3.0212-20 «Контроль систем вентиляции».
4. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003
Опасные факторы	
1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых	Приказ от 27 ноября 2020 г. №835н Об утверждении Правил по охране труда при работе

Продолжение таблицы 5.2

Факторы, классификация по ГОСТ 12.0.003-2015	Нормативные документы
объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним.	с инструментом и приспособлениями. Министерство труда и соцзащиты РФ
2. Движущиеся твердые объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия и заготовки.	ГОСТ Р 54431-2011 Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности от 28 сентября 2011.
3. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.	ГОСТ 12.1.009-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
4. Монотонность труда, вызывающая монотонию.	МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности» Р 2.2.2006-05.2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

Проведем анализ потенциально возможных вредных и опасных производственных факторов.

Вредные факторы.

1. Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения. В токарном цехе организовано комбинированное освещение и местное освещение.

Комбинированное освещение. Согласно СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение токарные работы относятся к Шв разряду зрительных работ (работа высокой точности), система искусственного освещения должна обеспечивать 750 лк [24]. Наименьшие нормативные значения КЕО (коэффициент естественной освещенности) при совмещенном освещении для производственных помещений механического цеха для зрительных работ Шв разряда составляют при комбинированном освещении – 4,2%, при боковом

освещении - 0,7%. Недостаточное количество света в помещении ведет к повышению утомляемости, снижению работоспособности и развитию различных заболеваний. Комбинированное освещение соответствует нормируемым.

Местное освещение. Согласно ГОСТ Р 54431-2011 Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности станок марки 1К-62 (токарно-винторезный должен быть оснащен (при нормальном освещении помещений) светильником, обеспечивающим освещение, соответствующее требованиям рабочего процесса. Следует обеспечить отсутствие опасных теневых зон и бликов. Минимальный защитный угол светильников местного освещения должен быть более 30°. Применяют люминесцентные лампы белого цвета. Нормы освещенности рабочей поверхности в зоне обработки станков с ручным управлением в системе комбинированного освещения (общее плюс местное) приведены в таблице 5.2.

Таблица 4.2 - Нормы освещенности рабочей поверхности в зоне обработки станков с ручным управлением в системе комбинированного освещения

Типы и виды станков	Режим обработки	Режим наладки
	Требуемая освещенность, лк	
1 Токарные:		
- токарные, токарно-винторезный	500	750

Вследствие недостаточного местного освещения возможно неадекватное восприятие информации о ситуации в рабочей зоне обработки и информации, считываемой с указателей и индикаторов и, как следствие, увеличение риска совершения ошибок в работе с оборудованием [15].

2. Факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего. Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, указанным в таблице 5.3 (согласно ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1 от 29 сентября 1988).

Таблица 4.3 - Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		Оптимальная	допустимая				Оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных*
верхняя граница			нижняя граница							
			на рабочих местах							
			постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных				
Холодный	Средней тяжести - Пб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	Не более 0,4
Теплый	Средней тяжести - Пб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25°С)	0,3	0,2-0,5

* Большая скорость движения воздуха в теплый период года соответствует максимальной температуре воздуха, меньшая - минимальной температуре воздуха. Для промежуточных величин температуры воздуха скорость его движения допускается определять интерполяцией; при минимальной температуре воздуха скорость его движения может приниматься также ниже 0,1 м/с - при легкой работе и ниже 0,2 м/с - при работе средней тяжести и тяжелой.

В данной работе нормируемые показатели микроклимата на рабочем месте соответствует указанным нормам.

3. Факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха. Процесс резания сопровождается пылевыделением, которое возникает за счет скалывания режущей части инструмента, образование стружки и появление пылевых частиц обрабатываемого материала. Также в процессе резания испаряется смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ).

Минеральные масла и СОЖ в виде аэрозолей относятся к III классу опасности и не должны превышать ПДК 5 мг/м³. Повышенная концентрация в воздухе рабочей зоны токсичных паров и газов является причиной острого отравления. Стальная пыль ПДК - 6 мг/м³ - IV класс опасности. Пыль опасна для глаз и дыхательных путей [ГОСТ 12.1.007-7].

Несоответствие микроклимата в течение продолжительного времени может привести к снижению иммунитета, кроме того, длительное нахождение в условиях пониженной влажности воздуха приводит к раннему старению кожных покровов.

Требуемое состояние воздуха рабочей зоны обеспечиваются устройством общеобменной приточно-вытяжной вентиляции (ГОСТ 12.4.021.-75) и индивидуальными средствами защиты (масками типа «Лепесток»).

4. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума. При работе на токарном станке и работе вентиляционных систем механического цеха, возникают звуковые колебания в диапазоне слышимых частот, которые способны оказать вредное воздействие на безопасность и здоровья работника. Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Максимальный уровень звука LA макс, дБА для рабочего места токаря не должен превышать 70 дБА.

Максимальный уровень звука LA макс, дБА для рабочего места токаря не должен превышать 80 дБА [СП 51.13330.2011]. Уровень звуковой мощности токарного станка 1К62 – 90 дБ. ПДУ шума для токаря, составляет суммарный уровень интенсивности звука равный 80 дБ. Следовательно, превышение ПДУ на 10 дБ, что соответствует классу условий труда 3.2 – вредный [25].

Основными источниками шума на станке являются:

- приводы шпинделя и других движущих узлов,
- привод револьверной головки,
- зажимные устройства,
- устройство подачи прутка (если имеется).

Самое распространенное средство защиты – беруши (одноразовые, многоразовые). Также применяются противозумные наушники – активные или пассивные. Пассивные наушники уменьшают, делают тише не только шум, но и любые другие звуки – речь, предупреждающие сигналы

Опасные факторы.

1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним. Режущий инструмент имеет острые кромки для выполнения своей функции – резания металла – он может вызывать травмирование токаря при неосторожном обращении с ним.

Для защиты работающего от неподвижных режущих, колющих, обдирающих и др. частей твердых объектов применяются индивидуальные средства защиты: спецодежда для защиты кожи от ранения металлическими частицами; специальные очки для защиты глаз [15].

2. Движущиеся твердые объекты (машины и механизмы), наносящие удар по телу работающего; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции. Согласно ГОСТ Р 54431-2011 Станки металлообрабатывающие. Общие

требования безопасности доступные для персонала части станка, в том числе вращающиеся устройства для закрепления заготовок или инструмента (борштанги, поводки, планшайбы, патроны, оправки с гайками и др.), не должны иметь острых кромок и углов, шероховатостей поверхности. При наличии на наружных поверхностях устройств выступающих частей или углублений, которые при работе могут травмировать персонал, они должны иметь ограждения.

Если в процессе нормальной работы станка требуется доступ персонала в опасную зону, рекомендуется выбирать следующие ограждения и защитные устройства:

- перемещаемое блокирующее ограждение с фиксацией закрывания или без него;
- сенсорное защитное устройство, например электрочувствительный датчик;
- регулируемое ограждение;
- автоматически закрывающееся перемещаемое ограждение [ГОСТ Р 54431-2011].

3. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий. При работе на токарном станке может возникнуть вероятность прохождения электрического тока через тело человека. Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока проявляются в виде электротравм (судороги, остановка сердца, остановка дыхания, ожоги и др.) и заболеваний. Напряжение прикосновения и токи при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать 2 В, 0,3 мА (переменный ток частотой 50 Гц) согласно ГОСТ 12.1.038-82.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются: изолирование токоведущих частей, исключающее возможное соприкосновение с ними; установки защитного заземления; наличие общего

рубильника; своевременный осмотр технического оборудования, изоляции [ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ].

4. Монотонность труда, вызывающая монотонию. При производстве детали «Винт силовой» на токарном станке необходим контроль процесса, который вызывает накопление усталости. Согласно [Р 2.2.2006-05.2.2.] для устранения накопленной усталости необходимо, чтобы регламентированные перерывы составляли более 7% рабочего времени.

Также для устранения накопленной усталости и нагрузки на организм человека необходимо выполнять комплекс физических упражнений на координацию движений, концентрацию внимания, комплекс упражнений на глаз, использовать методику психической саморегуляции [Р 2.2.2006-05.2.2.].

4.3 Экологическая безопасность

Основными отходами при изготовлении детали «Корпус подшипника» являются СОЖ, металлическая стружка и пыль. Они оказывают влияние на селитебную зону (жилые дома, административные здания); на атмосферу (выбросы); на гидросферу (сбросы); на литосферу (отходы).

Воздействие на литосферу: промышленные отходы. Отходы I, IV-V класса опасности.

Воздействие на гидросферу: попадание в воду различных механических примесей (СОЖ, сточные воды)

Воздействие на атмосферу: образуется пыль, а также туман (испарения СОЖ).

Принимаемые меры безопасности.

Отходы в виде обрезков и стружки, тщательно собираются и увозятся в пункт приема металлолома, где в дальнейшем переплавляются в прокат и поступают опять на производство.

Масляная мелкая стружка и пыль (ПДК - 6мг/м^3 - IV класс опасности) [ГОСТ 12.1.007-7], по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках.

Отработанную СОЖ (ПДК 5мг/м^3 III класс) [ГОСТ 12.1.007-7] в мехцехе собирают в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу, которая получена на токарных операциях, можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СП 32.13330.2012. Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию.

Эти утилизированные отходы (по степени воздействия на организм) и по воздействию на биосферу относятся к IV классу опасностей – отходы малоопасные [ГОСТ 12.1.007-76]

Воздействие на селитебную зону - в пределах 0,1ПДК или $0,65\text{ мг/м}^3$ (пыль) и 0,1ПДУ или 0,8 дБ (шум). Воздействие на литосферу незначительно, менее 0,1 ПДУ. Воздействие на гидросферу незначительно - пыль - 0,1ПДК или $0,65\text{ мг/м}^3$, СОЖ - 0,1 ПДК $0,5\text{мг/м}^3$. Воздействие на атмосферу - незначительно, ПЫЛЬ - 0,1ПДК или $0,65\text{ мг/м}^3$

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием.

Для предотвращения возникновения пожаров в мехцехе необходимо:

- проводить профилактические мероприятия, инструктажи рабочих;

- в цехе должны быть предусмотрены меры эвакуации, такие как запасные выходы, пожарные проходы. На видном месте должен быть расположен план эвакуации и фамилия ответственного за пожарную безопасность;

- в цехе обязательно должны присутствовать средства пожаротушения (пенные огнетушители ОХВП-10, углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, и ОУ-8 1-у штуку на 700м² площади, ящики с песком – 1 на 500м² площади);

- в доступном месте должны быть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.

Заключение

Работа токаря относится к работам средней тяжести Пб.

Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте токаря выявил следующее:

- из вредных факторов присутствуют:

- отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения.

- аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего;

- связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха;

- повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума;

- монотонность труда, вызывающая монотонию;

- из опасных факторов присутствуют следующие:

- неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним;

- движущиеся твердые объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия и заготовки;

- связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги.

Для предупреждения заболеваний, связанных с работой на токарном станке необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами [СанПиН 1.2.3685-21]. А также обеспечение работника всеми необходимыми мерами защиты:

- рабочими перчатками, для уменьшения травм от острых краёв металла;
- очками, для исключения попадания инородных тел в глаза и область глаз;
- спец. одеждой, как мерой индивидуальной защиты работника и другими средствами защиты в зависимости от выполняемой человеком работы.

Рабочее место токаря должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. Помещения должны иметь комбинированное (естественное и искусственное) и местное освещение.

Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами.

Помещение, в котором находится рабочее место токаря, относится к категории помещения Д - негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Компоненты отходов, остающиеся после изготовления детали «Винт силовой», перерабатываются и не оказывают опасного воздействия на биосферу.
Класс опасности – IV.

Вывод

В ходе данной работы были выполнены следующие работы:

1. Проектирование технологии изготовления детали «Винт силовой»

Изучено назначение и конструкция детали, проведен анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа. Определен тип производства. Подобрана заготовка. Был принят маршрутный и операционных техпроцесс. Произведен расчет припусков на обработку операционных и исходных размеров заготовки, точности операции. Было выбрано оборудования и технологическая оснастка. Произведен расчет и назначение режимов обработки. Изучение нормирование технологического процесса. Проведен размерный анализ техпроцесса.

2. Проектирование станочного приспособления

Изучено техническое задание и разработка схемы приспособления. Было представлено описание и работа приспособления. Разработана схема установки заготовки и рассчитана погрешность обработки. Изучение назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления.

3. Проанализирован финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности. Был выполнен SWOT-анализ. Изучено планирование НИР. Распределен бюджет НИИ. Произведено определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

4. Изучение социальная ответственность

Рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Произведена производственная безопасность. Изучена экологическая безопасность и в ЧС.

Список литературы

- 1 Справочник технолога-машиностроителя [Текст]. В двух томах, под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 2018, т. 1 – 656 с, ил.
- 2 Справочник технолога-машиностроителя [Текст]. В двух томах, под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 2018, т. 2 – 496 с, ил.
- 3 Ковшов А.Н. Технология машиностроения: Учебник. 2-е изд. испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 320 с.: ил.
- 4 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: Учебное пособие для вузов. / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания 1983 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с., 1000 экз. – ISBN 978-5-903034-08-6.
- 5 Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по проектированию станочных приспособлений. Минск, «Беларусь», 1969. 392 с
- 6 Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов – Мн.: Высш. шк., 1986. – 238 с.: ил.
- 7 Альбом по проектированию приспособлений: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / Б.М. Базров, А.И. Сорокин, В.А. Губарь и др. – М.: Машиностроение, 2011. – 121 с.: ил.
- 8 Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: в 2-х т. Т. 1 / А.М. Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., исправл. – М: Машиностроение-1, 2003. – 912 с., ил., – ISBN 5-94275-013-0 (общ.).
- 9 Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: в 2-х т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., исправл. – М: Машиностроение-1, 2003. – 944 с., ил., – ISBN 5-94275-013-0 (общ.).
- 10 Видяев И.Г. Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына: Томский политехнический

университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

11 Кузьмина Е.А. Методы поиска новых идей и решений «Методы менеджмента качества». №1. 2003.

12 Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.

13 Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 - docs.cntd.ru. <https://docs.cntd.ru/document/901807664>.

14 ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

15 ГОСТ Р 54431-2011 Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.

16 ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность.

17 ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1 от 29 сентября 1988

18 ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.

19 ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения.

20 ГОСТ 12.4.021.-75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования. <https://docs.cntd.ru/document/1200005274>

21 ГОСТ 26568-85 Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация (с Изменением N 1) от 26 июня 1985.

22 ГОСТ ССБТ12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

- 23 ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования от 26 апреля 1978 - docs.cntd.ru
- 24 СН 2.2.4.2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и территории жилой застройки» - https://ntm.ru/UserFiles/File/document/SHUM/NORM/SN2_2_42_1_8_562_96.pdf
- 25 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная версия. Дата введения 2017-05-08.
- 26 СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.
- 27 СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывоопасной и пожарной опасности». - <http://community.tinko.ru/file/get/6/65d/20561/sp-12.13130.2009.pdf>.
- 28 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
- 29 СанПиН 3183-84 Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов (санитарные правила) <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293852/4293852446.htm>
- 30 МР 4.3.0212-20 «Контроль систем вентиляции»
- 31 МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности»
- 32 Р 2.2.2006-05.2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
- 33 Приказ от 27 ноября 2020 г. №835н Об утверждении Правил по охране труда при работе с инструментом и приспособлениями. Министерство труда и соцзащиты РФ.

34 Приказ Минприроды России от 04.12.2014 N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду».

35 Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Бойков А.Н. Справочник токаря М.: Машиностроение, 2003 – 401 с.

36 Охрана труда в машиностроении. / Под ред. Белова С.В., Юдина Е.Я. – М.: Машиностроение, 2003. – с. 432.

Нормативно-технологические документы:

37 ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент.

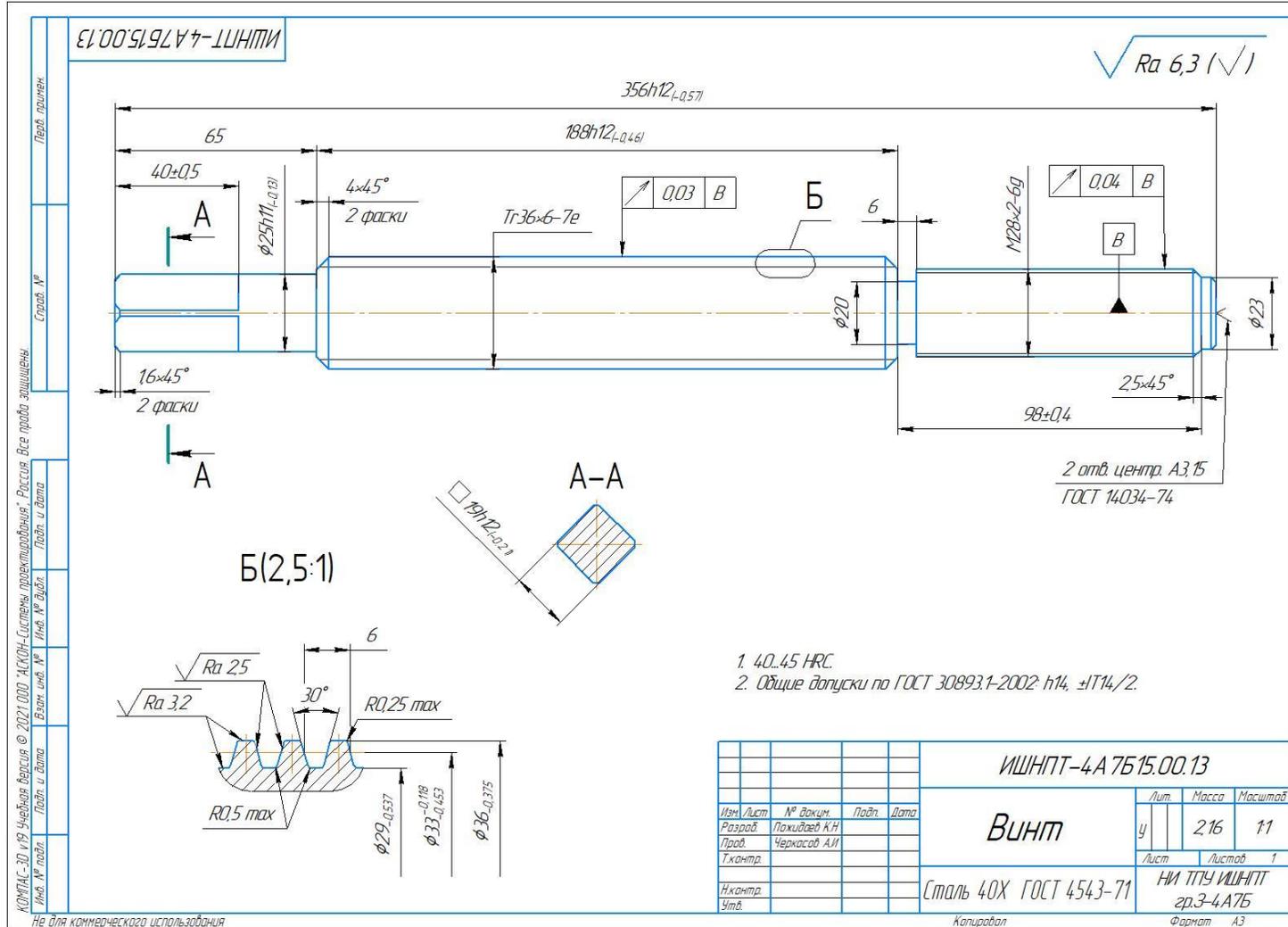
38 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

39 ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

40 SecoTools: <https://www.secotools.com/dashboard/Suggest/Suggest>.

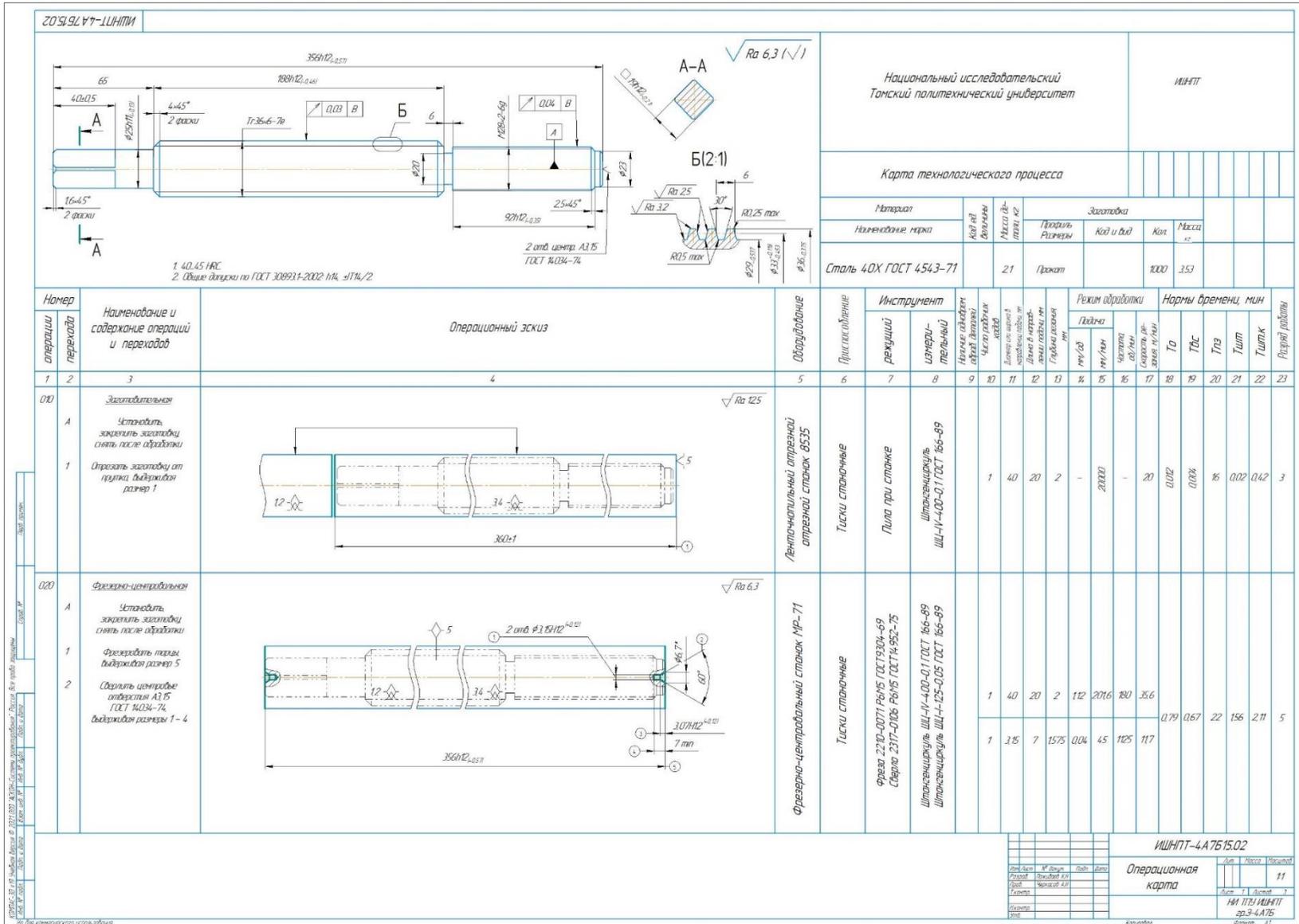
Приложение А

Чертеж детали



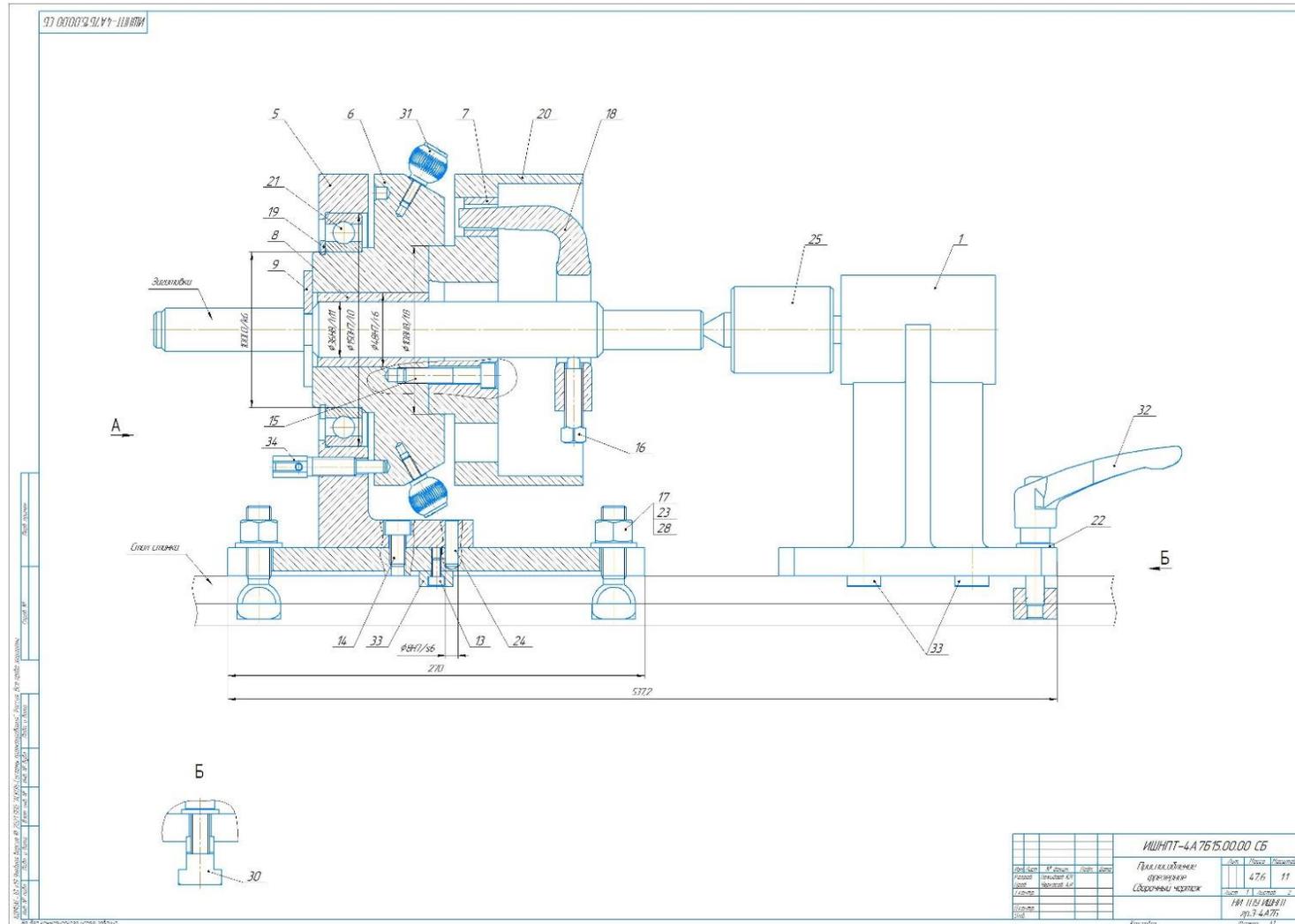
Приложение Б Технологический процесс

ГО 9192-47-11НПТИ																									
Номер операции	перевода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент										Режим обработки				Нормы времени, мин				Резкий разрыв	
						режущий	шаровый	шлифовальный	шлифовальный	шлифовальный	шлифовальный	шлифовальный	шлифовальный	шлифовальный	шлифовальный		шлифовальный								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
025	А	Токарная ЧПУ Чистовая обработка, закрепить заготовку (снять после обработки) Точить поверхность, выдержкой размер 1 Ю Точить поверхность, выдержкой размер 4 Точить поверхность, выдержкой размер 6, 8 Точить канавку, выдержкой размер 3, 9, 11 Точить фаску, выдержкой размер 2, 5, 7		Токарно-револьверный станок с ЧПУ Haas ST-10	Попран трехшлицевый	Алмаз P10C202016, лт. 016162014-15 P12501 Алмаз P10C202016, лт. 016162014-15 P12501 Алмаз P10C202016, лт. 016162014-15 P12501	Шлифовальный ШЛ-4-25-0,05 ГОСТ 166-89																		
								1	36	291	2	0,32	428,0	134,0	151,2										
								2	28	177	2	0,32	61,2	19,0	16,9										
								1	21	5	25	0,32	720	2250	162,4	116	0,57	24	185	2,45	5				
								1	20	6	6	0,08	161,6	2020	126,7										
								1	4	4	4	0,24	352,2	14,80	16,74										
030	А	Токарная ЧПУ Чистовая обработка, закрепить заготовку (снять после обработки) Точить поверхность, выдержкой размер 2, 4 Точить фаску, выдержкой размер 1, 3		Токарно-револьверный станок с ЧПУ Haas ST-10	Попран трехшлицевый	Резец DM10C2529103, лт. 1016162014-15 P1501	Шлифовальный ШЛ-4-25-0,05 ГОСТ 166-89																		
								3	25	65	25	0,32	592,2	186,0	146,5										
								1	4	4	4	0,24	352,2	14,80	16,74										
025	А	Вертикальный фрезерный станок Чистовая обработка, закрепить заготовку (снять после обработки) Фрезеровать канавку, выдержкой размер 1, 2		Вертикальный консольно-фрезерный станок ФР126	Приспособление фрезерное	Фреза 2223-0021 P6165 ГОСТ 17026-71	Шлифовальный ШЛ-4-25-0,05 ГОСТ 166-89																		
								4	19	40	3	0,6	389	315	44,5	225	0,4	25	2,87	3,45	5				



Приложение В

Приспособление и спецификация



КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены. Инв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата	Перв. примен. Справ. №	Формат	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
		Зона							
		Поз.							
		A1					Документация		
							Сборочный чертеж		
							Сборочные единицы		
		1					ИШНПТ-4А7Б15.0100	Стойка	1
								Детали	
		4					ИШНПТ-4А7Б15.00.01	Плита	1
		5					ИШНПТ-4А7Б15.00.02	Корпус	1
		6					ИШНПТ-4А7Б15.00.03	Оправка	1
		7					ИШНПТ-4А7Б15.00.04	Вставка	1
		8					ИШНПТ-4А7Б15.00.05	Втулка	1
		9					ИШНПТ-4А7Б15.00.06	Скоба	1
								Стандартные изделия	
13		Винт М6-6gx12 ГОСТ 11738-84	3						
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ-4А7Б15.00.00 СБ					
Разраб.	Пожидаев К.Н.			Приспособление фрезерное					
Проб.	Черкасов А.И.								
Н.контр.				Лит.	Лист	Листов			
Утв.					1	3			
				НИ ТПУ ИШНПТ гр.3-4А7Б					
Не для коммерческого использования				Копирабол		Формат А4			

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Инв. № подл. Подп. и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		14		Винт М10-6дх20 ГОСТ 11738-84	2	
		15		Винт М10-6дх50 ГОСТ 11738-84	4	
		16		Винт В.М12-6дх45.14Н ГОСТ 1482-84	1	
		17		Гайка М16-6Н ГОСТ 5915-70	2	
		18		Корпус 7107-0038/001 ГОСТ 2578-70	1	
		19		Кольцо А100.65Г ГОСТ 13942-86	1	
		20		Патрон 7108-0021 ГОСТ 2571-71	1	
		21		Подшипник 120 ГОСТ 8338-75	1	
		22		Шайба А.12 ГОСТ 11371-78	1	
		23		Шайба А.16 ГОСТ 11371-78	2	
		24		Штифт 8х30 ГОСТ 3128-70	2	
		25		Центр А-1-2-Н ГОСТ 8742-75	1	
				<u>Прочие изделия</u>		
		28		Болт КО698.1863	2	
		29		Винт КО14.0.05Х10	2	
		30		Гайка КО377.122	1	

ИШНПТ-4А 7Б15.00.00 СБ

Лист
2

Не для коммерческого использования

Копиробал

Формат А4

