



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 15.03.01 - Машиностроение
Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕСИЛЬНОГО КУЛАЧКА

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Четвергов Никита Алексеевич		07.06.2021

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Бознак Алексей Олегович	к.т.н.		07.06.2021

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН	Трубченко Татьяна Григорьевна	к.э.н.		07.06.2021

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ООД	Мезенцева Ирина Леонидовна			07.06.2021

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		07.06.2021

Томск 2021



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 15.03.01 Машиностроение
Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____
(Дата) Ефременков Е.А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Четвергов Никита Алексеевич

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕСИЛЬНОГО КУЛАЧКА

Утверждена приказом директора (дата, номер) 21.04.2021 №111-34/с

Срок сдачи студентом выполненной работы: 07.06.2021

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <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>	<ol style="list-style-type: none"> Чертеж детали Производственная программа выпуска детали – 1000шт/год.
<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>	<ol style="list-style-type: none"> Разработка технологического процесса изготовления детали Разработано специальное приспособление Социальная ответственность Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Чертежи детали (1 лист А3) 2. Технологические карты (3 листа А1) 3. Размерный анализ. 4. Сборочный чертеж специального приспособления
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Трубченко Татьяна Григорьевна
«Социальная ответственность»	Мезенцева Ирина Леонидовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2020
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Бознак Алексей Олегович	к.т.н.		16.12.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Четвергов Никита Алексеевич		16.12.2020

Результаты обучения	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов,

	организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
	Специализация 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 120 листов; 18 рисунков; 15 таблиц.

Ключевые слова: технологический процесс; размерный анализ; блок дисковых кулачков; приспособление.

Объект исследования: деталь месильный кулачок.

Цель работы: разработка технологии изготовления месильного кулачка.

В разделе «Проектирование технологического процесса» были рассмотрены следующие этапы: анализ технологичности конструкции детали; проектирование технологического процесса изготовления детали; размерный анализ; расчет режимов резания; выбор оборудования; проектирование приспособления на фрезерную операцию.

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

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные факторы присущие данному технологическому процессу.

Перевод на английский язык:

Key words: technological process; dimensional analysis; block of disk cams; broaching; adaptation.

Object of research: detail "Right cam".

Purpose of work: development of a technology for the manufacture of a kneading cam. In the section "Design of the technological process" the following stages were considered: analysis of the manufacturability of the design of the part; design of a technological process for manufacturing a part; dimensional analysis; calculation of cutting conditions; choice of equipment; design of a device for a milling operation.

In the section "Financial Management", the cost of developing a technological process is calculated.

In the section "Social responsibility", the harmful factors inherent in this technological process were considered.

Оглавление

Введение	7
Раздел 1 Проектирование технологического процесса	
1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание	8
1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ	10
1.3 Анализ технологичности конструкции детали	13
1.4 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления	16
1.5 Проектирование технологического процесса изготовления детали	17
1.5.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций	18
1.5.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, промежуточных и исходных размеров заготовки	25
1.5.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров	30
1.6 Выбор оборудования и технологической оснастки	44
1.7 Расчет и назначение режимов обработки	55
1.8 Нормирование технологического процесса	69
Раздел 2. Проектирование станочного приспособления	
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания	86
2.2 Расчет погрешности при креплении детали на приспособлении	87
2.3 Описание чертежа общего вида приспособления	88
Раздел 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
3.1 Организация и планирование работ	92
3.1.1 Продолжительность этапов работ	93
3.1.2 Расчет накопления готовности проекта	97
3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	98
3.2.1 Расчет затрат на материалы	98
3.2.2 Расчет заработной платы	99
3.2.3 Расчет затрат на социальный налог	100
3.2.4 Расчет затрат на электроэнергию	101
3.2.5 Расчет амортизационных расходов	102
3.2.6 Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных(расчетных) документов(кроме суточных)	103
3.2.7 Расчет прочих расходов	103
3.2.8 Расчет общей себестоимости разработки	103
3.2.9 Расчет прибыли	104
3.2.10 Расчет НДС	104
3.2.11 Цена разработки НИР	104
Выводы	104

Раздел 4. Социальная ответственность

Введение	108
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	108
4.2 Профессиональная социальная безопасность	110
4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении технологического процесса на производство	111
4.2.2 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действий опасных и вредных факторов	114
4.3 Экологическая безопасность	116
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	116
Вывод по разделу	118
Список использованных источников	119
Приложения	121

Введение

Непрерывное производство - ключевой этап производственного процесса. Развитая технология обеспечивает минимальные затраты на производственные мощности при максимальной производительности. В связи с этим при разработке технологического процесса необходимо решить ряд вопросов. Необходимо четко изучить назначение обслуживания и конструктивные особенности рассматриваемого производственного объекта. На основании проведенного анализа необходимо определить пригодность рассматриваемого продукта для производства, чтобы избежать каких-либо трудностей при реализации продукта в будущем.

Грамотно выбранный метод получения заготовки определяет производительность технологического процесса механической обработки и приводит к снижению материалоемкости.

Обеспечение продуктивности при разработке технологий невозможно без решения ряда проблем, среди которых: выбор методов обработки поверхности; выбор технологической базы; расчет минимальных припусков, режимов резания; подбор оборудования и технологического оборудования, режущего инструмента и стандартизация технологических процессов. Все вышеперечисленные вопросы необходимо рассмотреть и решить в этом исследовании.

В машиностроении кулачковые механизмы особенно широко применяются в станках и прессах, автоматах, судных, автомобильных двигателях внутреннего сгорания, текстильных, упаковочных, табачных, пищевых и полиграфических агрегатах, в машинах для производства одежды, обуви и других отраслях. В этих машинах кулачковые механизмы выполняют функции возвратно-поступательного перемещения инструмента, плотного закрепления материала, инструмента, матриц, зажима, упора, выталкивания, поворота, подвода и отвода изделий и механизмов; включения и выключения энергопитания и различные другие функции [1 стр. 4].

В соответствии с классификацией кулачков [1 стр. 19], данный кулачок относится к группе – блок дисковых кулачков; подклассу – блочные; область применения – для различных целей, в том числе для воспроизведения функций и трансформации движений механизмов.

Рассмотрим данный кулачок подробнее:

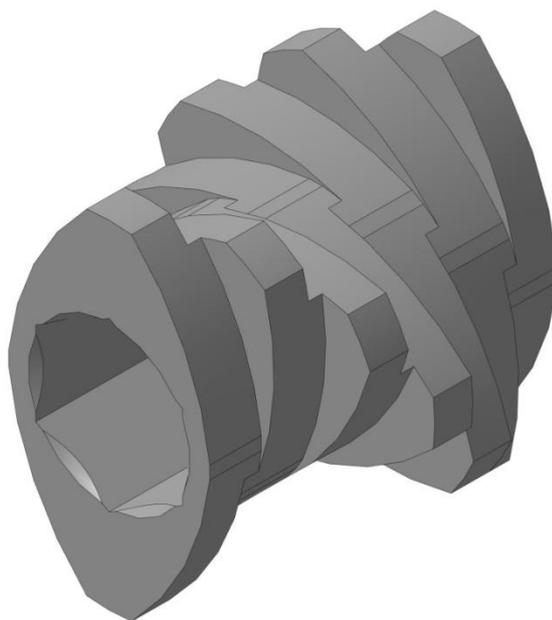


Рисунок 2 – Кулачок правый

Наружная поверхность – блок кулачков состоящий из семи элементов (Рис.2); внутренняя поверхность – шестигранное отверстие. Шероховатость поверхностей: неуказанная $-\sqrt{Ra3,2}$; профиль шлицев $-\sqrt{Ra2,5}$; торцевые поверхности $-\sqrt{Ra1,25}$.

Материал кулачка–Сталь 38Х2МЮАГОСТ 4543-71 (класс – сталь жаропрочная релаксационнотойкая).

Процентное соотношение химических элементов стали 38Х2МЮА по ГОСТ 4543-71:

Углерод (С) – 0,35-0,42;

Кремний (Si) – 0,2-0,45;

Марганец (Mn) – 0,3-0,6;

Никель (Ni) – до 0,3;

Сера (S) – до 0,025;

Фосфор (P) – до 0,025;

Механические свойства после азотирования указаны в табл. 1.

Таблица 1 – Механические свойства стали 38Х2МЮА после азотирования

Режим термообработки	НВ
Закалка 930-950 °С, масло или вода. Отпуск 640-680 °С, воздух. Азотирование 520-540 °С, охлаждение с печью до 100 °С	Сердцевины 269-300 поверхности 850-1050

В соответствии с техническими требованиями по чертежу необходимо кулачок азотировать на глубину $0,6 \div 0,9$ и обеспечить твердость $1000 \div 1100$ НВ.

1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ

Тип производства зависит от: формы его организации; вид и способ получения исходной заготовки; тип используемого при обработке материала

оборудования, оснасток и инструментов; сложность конструкции разработки самого технологического процесса изготовления детали [2, с 229].

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций, который показывает число различных операций, закрепленных в среднем по цеху (участку) за каждым рабочим местом в течение месяца согласно ГОСТ 14.004-83.

Тип производства определим по коэффициенту закрепления операций, который найдем по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{шс}};$$

где: $t_{в}$ – такт выпуска детали, мин;

$T_{шс}$ – среднее штучное время операций, мин.

Такт выпуска детали определим по формуле:

$$t_{в} = 60 \cdot \frac{\Phi_{д}}{N};$$

где $\Phi_{д}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час.;

N – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени оборудования определяем по [2. с. 22. табл. 2.1] при условии работы оборудования в одну смену $\Phi_{д} = 2070$ часов.

Среднее штучное время рассчитывают по формуле:

$$T_{ср} = \frac{\sum t_{ши}}{n}$$

где $t_{ши}$ – штучно-калькуляционное время основной операции, мин.;

n – количество основных операций

Штучное время каждой операции определяется как:

$$t_{ш} = \varphi_{к} \cdot T_{о}$$

где φ_k – коэффициент, зависящий от вида станка, которые можно выбрать из: [2. стр. 146. прил. 1];

T_0 – основное технологическое время, рассчитываемое по формулам, приведенным в: [2. табл. 3].

По предварительно составленному технологическому процессу, произведем расчет основного технологического времени. Для расчета выберем операции, имеющие большее количество переходов – 3 токарные и фрезерную операции:

$$T_{01.1} = 0,037 \cdot (D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0,037 \cdot 65^2 \cdot 10^{-3} = 156,325 \cdot 10^{-3} \text{ мин};$$

$$T_{01.2} = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 64 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 544 \cdot 10^{-3} \text{ мин};$$

$$T_{01.3} = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 13,2 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 96,1 \cdot 10^{-3} \text{ мин};$$

$$T_{01.4} = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 26 \cdot 67 \cdot 10^{-3} = 905,84 \cdot 10^{-3} \text{ мин};$$

$$T_{02.1} = 0,037 \cdot (D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0,037 \cdot (65^2 - 26^2) \cdot 10^{-3} = 181,337 \cdot 10^{-3} \text{ мин};$$

$$T_{02.2} = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 64 \cdot 17 \cdot 10^{-3} = 184,96 \cdot 10^{-3} \text{ мин};$$

$$T_{07} = 7 \cdot (7 \cdot l \cdot 10^{-3}) = 7 \cdot 171,87 \cdot 10^{-3} = 8421,63 \cdot 10^{-3} \text{ мин};$$

Определим основное технологическое время каждой из выбранных операций:

$$T_{01} = (156,325 + 544 + 96,1 + 905,84) \cdot 10^{-3} = 1702,265 \cdot 10^{-3} \text{ мин};$$

$$T_{02} = (181,337 + 184,96) \cdot 10^{-3} = 366,297 \cdot 10^{-3} \text{ мин};$$

$$T_{07} = 8417,22 \cdot 10^{-3} \text{ мин};$$

Определим штучное время каждой операции:

Для токарных операций $\varphi_k=2,14$, тогда:

$$t_{ш1} = \varphi_k \cdot T_{01} = 2,14 \cdot 1,702 = 4,637 \text{ мин};$$

$$t_{ш2} = \varphi_k \cdot T_{02} = 2,14 \cdot 0,366 = 0,803 \text{ мин};$$

Для фрезерных операций $\varphi_k=1,84$, тогда:

$$t_{ш3} = \varphi_k \cdot T_{02} = 1,84 \cdot 8,417 = 15,5 \text{ мин};$$

Произведем расчет средне штучного времени:

$$T_{cp} = \frac{\sum t_{ши}}{n} = \frac{4,637+0,803+15,5}{3} = 6,78 \text{ мин},$$

где $T_{ши}$ – штучно-калькуляционное время основной операции, мин.;

n – количество основных операций

Рассчитаем такт выпуска:

$$t_B = 60 \cdot \frac{\Phi_D}{N} = \frac{2070 \cdot 60}{500} = 248,4 \text{ мин};$$

Тогда коэффициент закрепления операций будет равен:

$$K_{з.о} = \frac{248,4}{6,78} = 36,6$$

В соответствии с ГОСТ 3.1121-84 коэффициент закрепления операций составляет:

- для единичного производства – больше 40;
- для мелкосерийного производства – 20-40;
- для среднесерийного производства – 10-20;
- для крупносерийного производства – 1-10;
- для массового – не более 1.

Следовательно, производство мелкосерийное.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали.

Анализ технологичности конструкции сводится к сопоставлению данной детали с каким-нибудь ранее разработанным решением и принятым за

эталон. Эталоном должна являться деталь аналогичная анализируемой, находиться в серийном производстве. Целью сопоставления является – оценка типа «хорошо – плохо» или «рационально – нерационально». [2, с 237];

Данный чертеж детали кулачок содержит все необходимые виды поверхностей, которые позволяют представить форму детали. Размеры и требования, представленные на чертеже, охватывают все поверхности, а также на них даны все необходимые допуски на изготовление. Обозначение отклонений и шероховатостей выполнено в соответствии с ЕСКД. Чертеж данной детали удовлетворяет требованиям, которые предъявляются к технологической документации, и может быть принят к производству.

Сложная конфигурация поверхностей (блок дисковых кулачков состоящий из семи элементов на наружной поверхности и шестигранное отверстие). Для контроля наружной поверхности необходимо использовать дорогостоящее контрольно-измерительное оборудование.

Готовое изделие необходимо азотировать на глубину 0,6...0,9 мм и обеспечить твердость поверхности 1000...1100 HV.

Воспользуемся [2, табл. 6.2, с. 234] для анализа детали.

Не технологичным является профиль кулачков, для их получения необходимо использовать фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ.

Технологичным является внутреннее шестигранное отверстие, оно сквозное, что позволяет использовать простое технологическое оборудования для протягивания отверстия.

Произведем качественную оценку технологичности
согласно ГОСТ 14.201-83:

1) Коэффициент точности:

$$K_m = 1 - \frac{1}{IT_{cp}} \quad (1.1)$$

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (1.2)$$

где: IT_{cp} – средний квалитет точности обработки изделия;

IT_i – квалитет точности i -той поверхности;

n_i – число размеров или поверхностей для каждого квалитета точности.

Составим таблицу, в которую внесем данные о нашей детали, для поиска коэффициента точности.

Таблица 2 – Данные для поиска коэффициента точности

Квалитет точности, T_i	Количество поверхностей, n_i	$IT_i \cdot n_i$
14	1	14
11	24	264
10	32	320
9	18	162
8	1	8
Σ	76	

$$IT_{cp} = \frac{14 \cdot 1 + 11 \cdot 24 + 10 \cdot 32 + 9 \cdot 18 + 8 \cdot 1}{76} = 10,105$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{10,105} = 0,901$$

2) Коэффициент шероховатости:

$$Ra_{cp} = \frac{\sum Ra_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (1.3)$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ra_{cp}} \quad (1.4)$$

где: Ra_i – параметр шероховатости i -той поверхности, мкм;

n_i – число размеров или поверхностей для каждого параметра шероховатости.

Составим таблицу, в которую внесем данные об нашей детали, для поиска коэффициента шероховатости.

Таблица 3 – данные для поиска коэффициента шероховатости

Параметр шероховатости Ra_i	Количество поверхностей, n_i	$Ra_i \cdot n_i$
3,2	8	25,6
2,5	1	2,5
1,25	2	2,5
Σ	11	30,6

$$Ra_{cp} = \frac{3,2 \cdot 8 + 2,5 \cdot 1 + 1,25 \cdot 2}{11} = 2,78 \quad (1.3)$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{2,78} = 0,64 \quad (1.4)$$

Оба исследуемых коэффициента (K_m ; $K_{ш}$) меньше единицы, можно сделать вывод – деталь технологична.

1.4 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

Заготовки кулачков сложной формы с наибольшим радиус-вектором до 40-70 мм изготавливают в виде диска свободной ковкой или горячей штамповкой из сортового проката в серийном производстве из стали. До 65 мм – из горячекатаного круглого проката путем отрезки дисков дисковыми пилами, резцами на токарных станках и анодно-механической резкой [1, стр. 114].

В связи с рекомендациями выберем исходную заготовку: $\frac{67-В\text{ ГОСТ }2590-88}{38Х2МЮА\text{ ГОСТ }4543-71}$; метод получения заготовки: отрезка дисковой либо ленточной пилой.

1.5 Проектирование технологического процесса изготовления детали

Следующие правила применяются при настройке последовательности обработки детали. Во-первых, на большинстве операций технологического процесса обрабатываются поверхности, принятые за технологическую базу. Затем поверхности обрабатываются, где обнаруживаются скрытые дефекты (зазоры, отверстия, трещины и т.д.) исходной заготовки. При наличии таких дефектов дальнейшая обработка заготовки не проводится; окончательно он отклоняется или принимаются меры для исправления брака. Кроме того, остальные поверхности обрабатываются в последовательности, обратной их точности: чем точнее поверхность, тем больше она обрабатывается впоследствии. По окончании технологического процесса обрабатываются легко повреждаемые поверхности, например, наружная резьба.

Обработка заготовок для критически важных деталей часто делится на этапы черновой обработки, получистовой обработки и чистовой обработки, выполняемые на разных станках. При черновой обработке снимается основная масса металла в виде припусков и напусков; в этом случае относительно большие погрешности заготовки вызваны перераспределением остаточных напряжений, упругими деформациями от сил сдвига технологической системы и температурными деформациями этой системы. При чистовой обработке указанные погрешности уменьшаются. В процессе отделочной обработки достигается требуемая точность детали и качество ее поверхностных слоев [2, с.263].

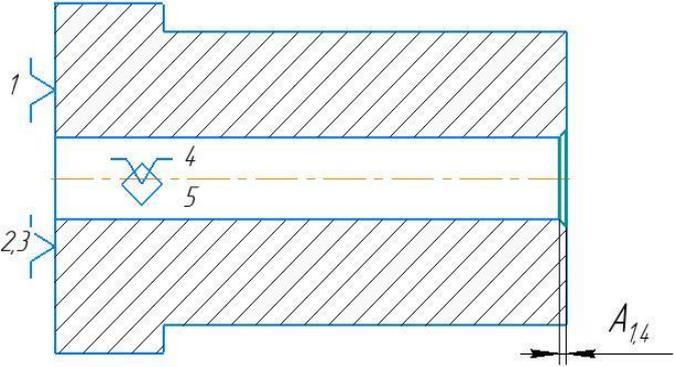
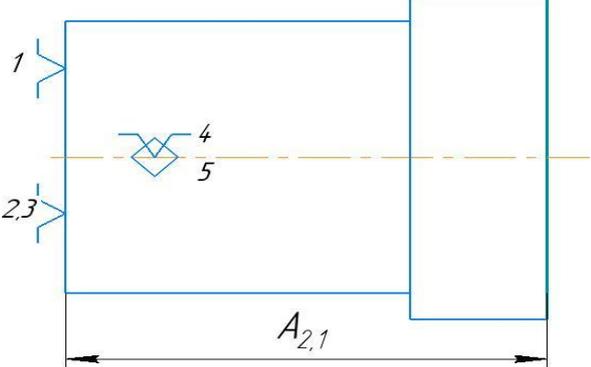
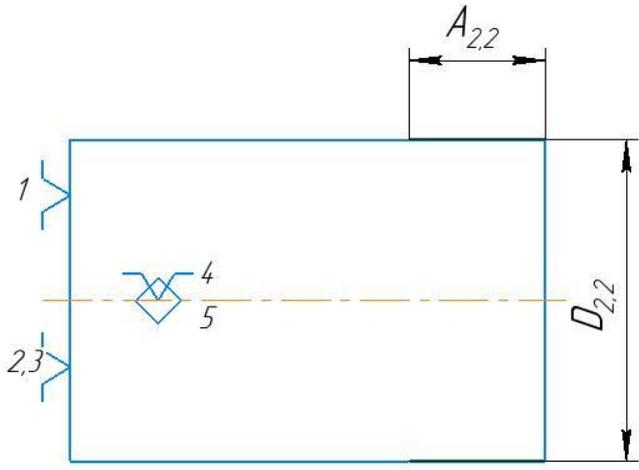
1.5.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций

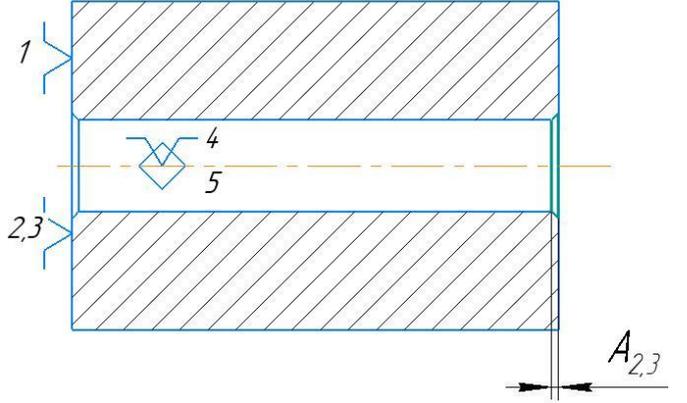
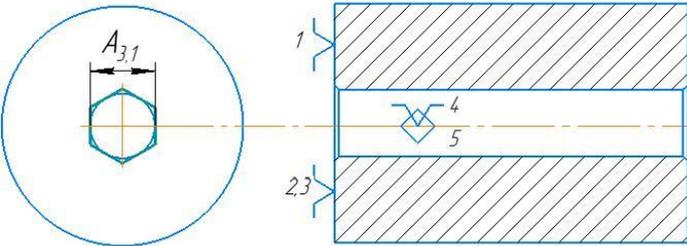
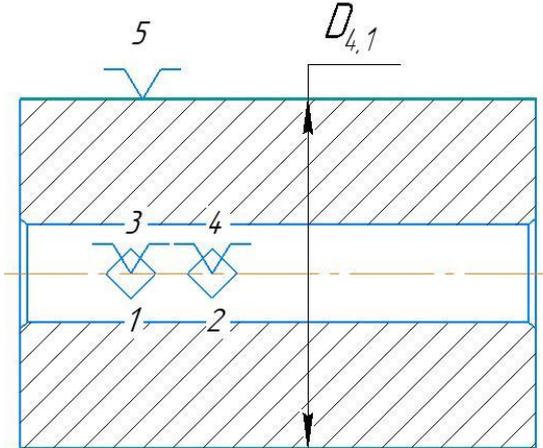
Технологический маршрут обработки поверхностей кулачка месильного представим в виде таблицы 4:

Таблица 4 – технологический процесс изготовления детали

Операция	Переходы	Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
1	2	3	4
05	A 1	<u>Заготовительная</u> Установить и снять заготовку. Отрезать заготовку выдерживая размер $A_{0,1}$	
010	A 1	<u>Токарная</u> Установить и снять заготовку. Подрезать торец выдерживая размер $A_{1,1}$	

	<p>2 Проточить поверхность, выдерживая $D_{1.2}$ на длину $A_{1.2}$</p>	
	<p>3 Сверлить центровочное отверстие глубиной $A_{1.3}$</p>	
	<p>4 Сверлить отверстие в размер $D_{1.4}$</p>	

	5	Снять фаску в отверстии в размер $A_{1.4}$	
015	А 1	<u>Токарная</u> Установить и снять заготовку. Подрезать торец 1 выдерживая размер $A_{2.1}$	
	2	Точить поверхность $D_{2.2}$ на длину $A_{2.2}$	

	3	<p>Снять фаску в отверстии</p> <p>$A_{2,3}$</p>	
020	A 1	<p><i>Протяжная</i></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Протягивание шестигранного отверстия в размер $A_{3,1}$</p>	
025	A 1	<p><i>Токарная</i></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Проточить наружный диаметр выдерживая размер $D_{4,1}$</p>	

030	А 1	<p><u>Плоскошлифовальная:</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Шлифование торца в размер $A_{5,1}$</p>	
035	А 1	<p><u>Плоскошлифовальная:</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Шлифование второго торца в размер $A_{6,1}$</p>	

040	А 1	<p><u>Фрезерная</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Фрезерование кулачков выдерживая размеры $A_{7.1.1}$, $A_{7.1.2}$, $A_{7.1.3}$, $A_{7.1.4}$, $A_{7.1.5}$, $A_{7.1.6}$, $A_{7.1.7}$, $A_{7.1.8}$, $A_{7.1.9}$, $A_{7.1.10}$, $A_{7.1.11}$, $A_{7.1.12}$</p>	
055	1	<p><u>Азотирование</u></p> <p>Трехступенчатое азотирование</p>	

Давайте подробнее рассмотрим процесс азотирования:

Прочностное азотирование применяют для повышения твердости, износостойкости и усталостной прочности изделий. Наилучшие результаты дает азотирование сталей 38ХЮ, 38ХМЮА и 36ХВФЮА, они приобретают поверхностную твердость до 1100HV. Азотируют полностью изготовленные изделия.[3. стр. 118]

Режимы азотирования представим в виде таблицы 5:

Таблица 5 – режимы прочностного азотирования

Режим азотирования	Вариант	I ступень			II ступень			III ступень			Глубина азотированного слоя в мм
		Температура в °С	Степень диссоциации %	Время в ч	Температура в С	Степень диссоциации %	Время в ч	Температура в С	Степень диссоциации %	Время в ч	
Одноступенчатый	1	480-520	20-25	до 90	-	-	-	-	-	-	0,5-0,7
	2	540-560	30-50	36-65	-	-	-	-	-	-	0,5-0,6
Двухступенчатый	1	500-510	25, 30	18-20	550-570	35-55	20-24	-	-	-	0,5-0,7
	2	540-560		10	570	30	8	-	-	-	0,35-0,45
Трехступенчатый	1	510-530	15-30	12	550-560	40-50	12	510-530	56-65	12	0,5-0,8

В соответствии с таблицей необходимо выбрать вариант с трехступенчатым азотированием.

Контролирование азотирования поверхности детали делят на два типа: прямые и косвенные (РД 50-186-80).

Прямой метод управления атмосферой напрямую определяет степень диссоциации в рабочей зоне печи.

Непрямой метод использует ручной или автоматический диссоциатор для определения степени отделения аммиака в отходящих газах, а также количества газа, проходящего через ротаметр. Контроль прочности азотирования можно проводить в соответствии с [3. стр. 119]:

1. Твердость проверяют приборами с алмазными наконечниками при малых нагрузках;
2. О хрупкости судят по искажению отпечатка от алмазного наконечника из-за скалывания краев отпечатка [3. прил. 5];

- Глубину слоя определяют травлением 4-процентным раствором азотной кислоты отшлифованного торца образца, а также по излому и по микрошлифу.

1.5.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки

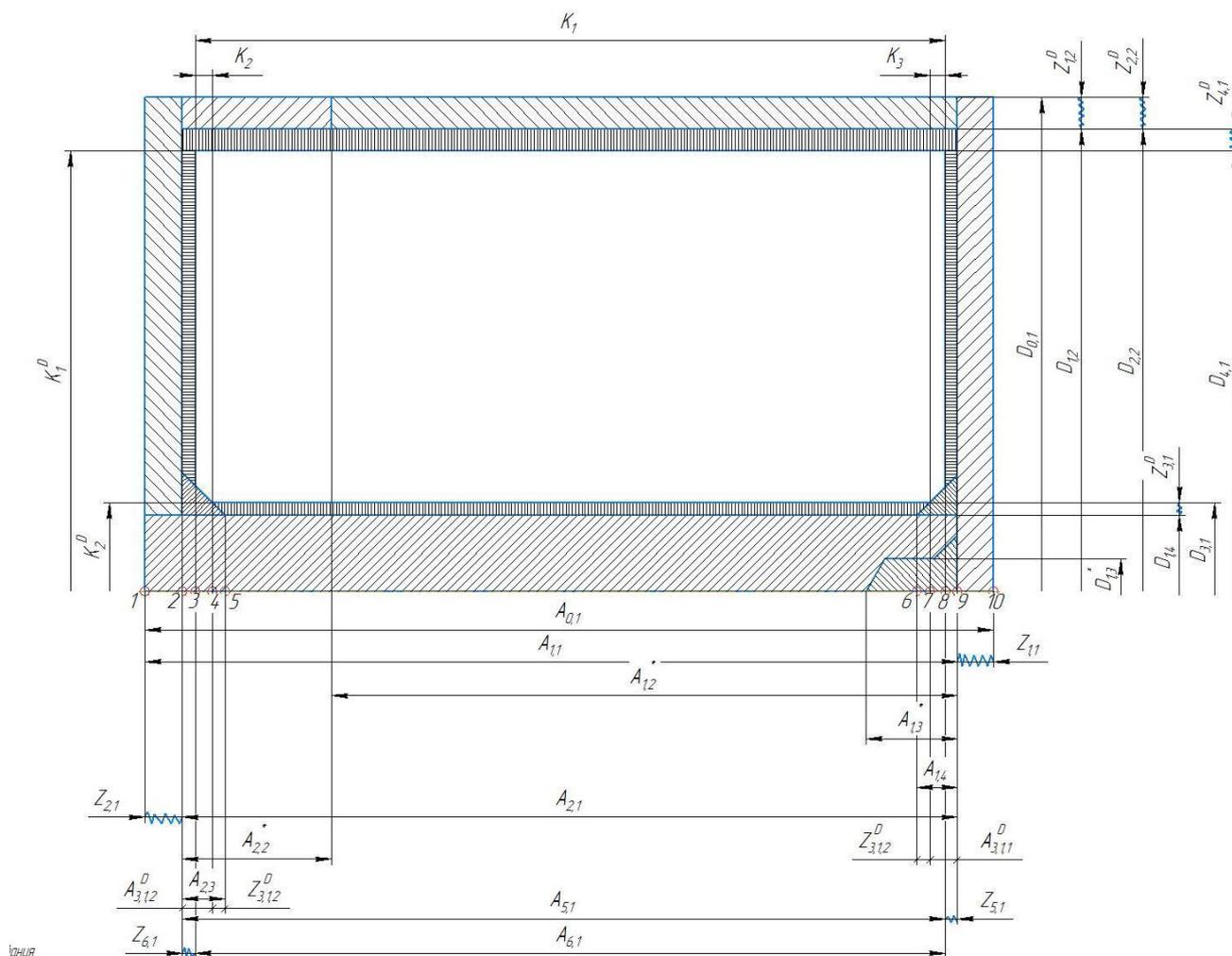


Рисунок 3 – размерная схема

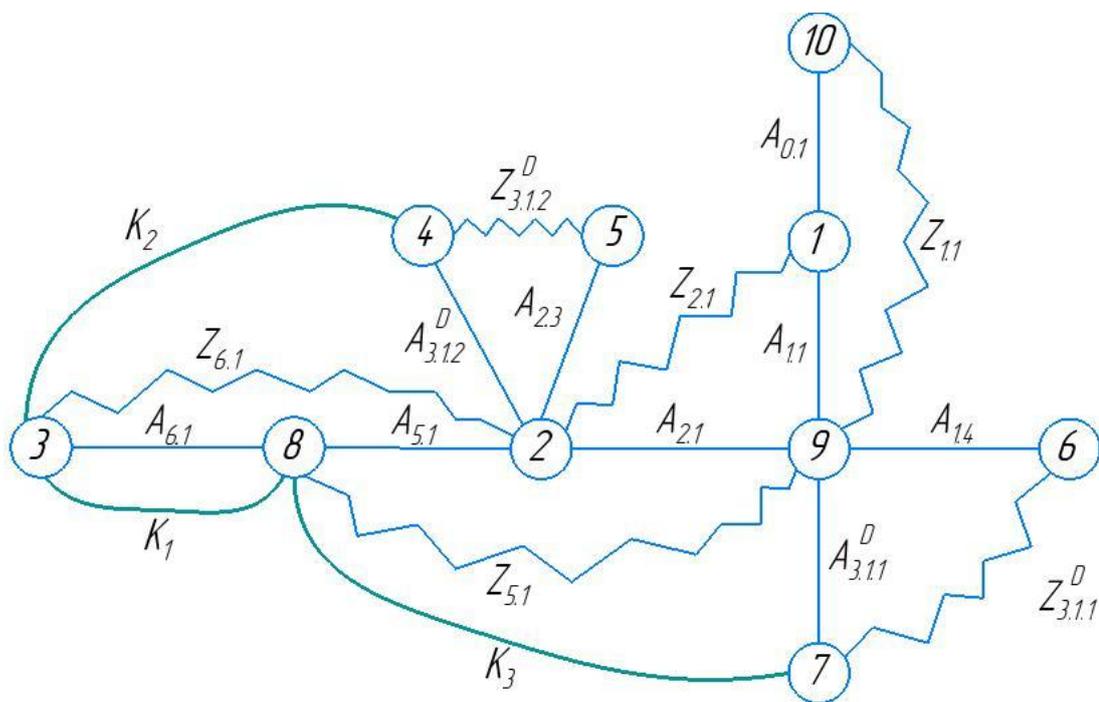


Рисунок 4 – граф технологических размеров

Определение допусков на технологические размеры.

Допуски на расстояние между обработанной поверхностью и измерительной базой в общем случае могут быть определены по формуле

$$TA_j = \omega_{c_j} + \rho_{и} + \varepsilon_6$$

При использовании данного правила необходимо иметь ввиду, что остальные составляющие погрешности установки – погрешность закрепления и погрешность приспособления входят в ω_{c_j} , так как таблицы точности составлены для условий, когда эти погрешности имели место.

Допуски на диаметральные размеры, а также допуски на расстояния между поверхностями, обработанными с одной установки, могут быть приняты равными статистической погрешности.

Допуски на диаметральные размеры

$$TD_{4,1} = TK_1^D = 0.1 \text{ мм}$$

$$TD_{3,1} = TK_2^D = 0.1 \text{ мм}$$

$$TD_{2,2} = \omega_{c_1} = 0.2 \text{ мм}$$

$$TD_{1,4} = 0.21 \text{ мм}^*$$

*числовое значение взято из таблицы допусков по квалитетам для интервала номинальных размеров от 18 до 30 мм

Допуски на осевые размеры

$$TA_{0,1} = 3 \text{ мм.}$$

$$TA_{1,1} = \omega_{c_1} + \rho_{i-1} = 0.12 + 1.5 = 1.62 \text{ мм}$$

$$TA_{1,4} = 0.12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,1} = 0.12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,3} = 0.12 \text{ мм}$$

$$TA_{3,1} = 0.1 \text{ мм}$$

$$TA_{5,1} = \omega_c = 0.1 \text{ мм}$$

$$TA_{6,1} = TK_1 = 0.06 \text{ мм}$$

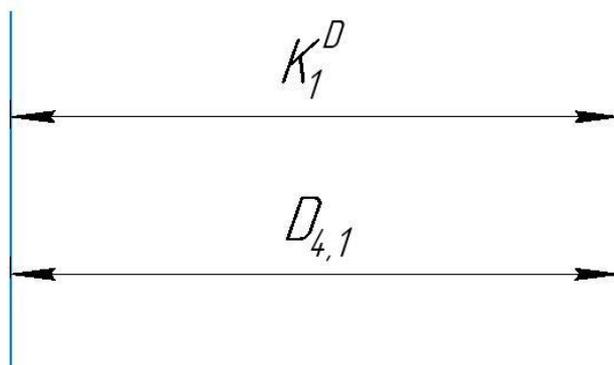
Проверка обеспечения точности конструкторских диаметральных размеров

Для проверки точности расчетов, размерная схема в осевом и радиальном направлениях должна быть построена отдельно. На эту схему будут нанесены все технологические размеры, дополнительные и конструктивные размеры для обработки. На основе размерной схемы измерения выявлены измерительные цепи, замыкающие звенья которых дополняют расчеты.

1. Проверяем размерную цепь для K_1^D

$$K_1^D = 62.8_{-0.1}$$

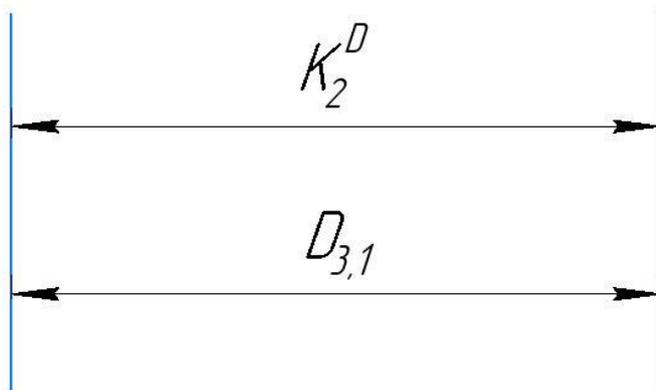
$$TK_1 = 0.1 \quad TD_{4,1} = 0.1 \quad TK_1 = TD_{4,1}$$



2. Проверяем размерную цепь для K_2^D

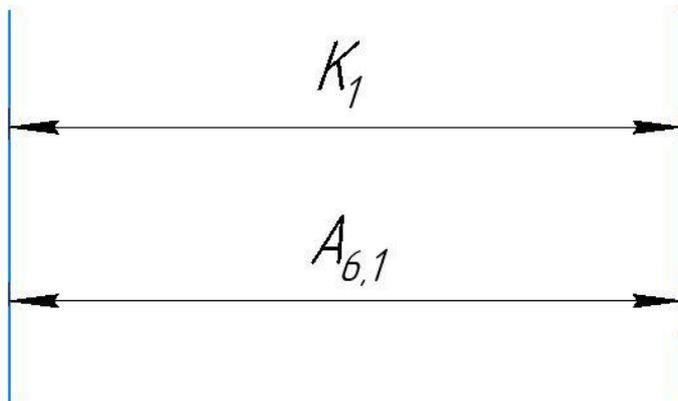
$$K_2^D = 27^{+0.1}$$

$$TK_2 = 0.1 \quad TD_{3,1} = 0.1 \quad TK_2 = TD_{3,1}$$



Проверка обеспечения точности конструкторских осевых размеров

1) Проверяем размерную цепь для K_1

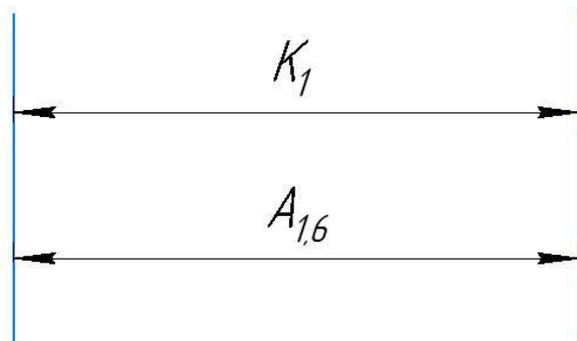


$$K_1 = 64 \pm 0.03$$

$$TK_1 = 0.06$$

$$TA_{6,1} = 0.06$$

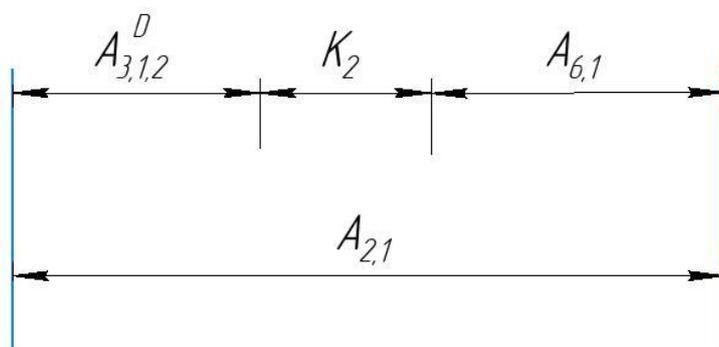
$$TK_1 = TA_{6,1}$$



$$2) K_2 = 1.5$$

$$TK_2 = 0.4 \quad \sum TA_j = 0.1 + 0.2 + 0.1 = 0.4$$

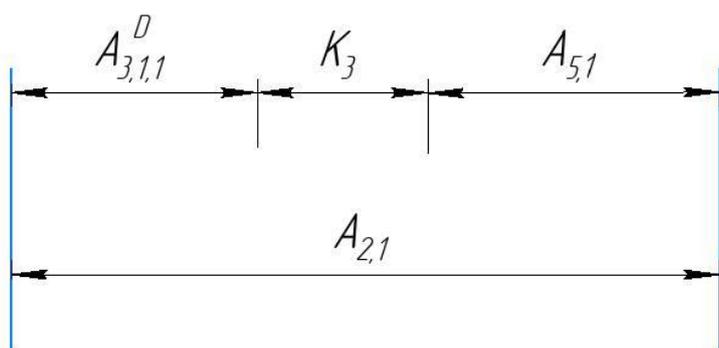
$$TK_2 = \sum TA_j$$



$$3) K_3 = 1.5$$

$$TK_3 = 0.4 \quad \sum TA_j = 0.1 + 0.2 + 0.1 = 0.4$$

$$TK_3 \geq \sum TA_j$$



Данная технология обеспечивает точность всех конструкторских размеров.

1.5.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Расчет минимальных припусков.

Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический. При нормативном методе значения $z_{i \min}$ находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных. При расчетно-аналитическом методе $z_{i \min}$ находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки. Расчет минимальных значений для диаметральных припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_{i \min}^D = 2 \cdot \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (4)$$

где: $z_{i \min}^D$ - минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

R_{zi-1} – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\Phi i-1}^2 + \rho_{pi-1}^2}, \quad (5)$$

где: $\rho_{\Phi i-1}$ - погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

ρ_{pi-1} – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

Таблица 6. Расчет припусков на обработку поверхности вращения $D_{2.2}$

Наименование перехода	Элементы минимального припуска, мкм				Мин. припуск $2 \cdot Z_{min}$, мм	Допуск на переход TD, мкм	Сред. размер, мм	Технол. размер, мм	Припуск на обработку, мм
	Rz	h	ρ	ε					
Заготовка	150	150	25	420	2.88	1600	66,7	$67^{+0,5}_{-1,1}$	3,9
	80	100							

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по таблице 4.5 [4, с. 64]:

Пространственное отклонение обрабатываемой поверхности определится по формуле (5). В данном случае сама обрабатываемая поверхность является технологической базой. Поэтому погрешность $\rho_{pi-1} = 0$. Следовательно, $\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1}$. Погрешность формы $\rho_{\phi i-1}$ представляет собой изогнутость заготовки. Для ее определения воспользуемся [4, табл. 9 приложения 5], в которой указана кривизна проката $k\Delta$ (мкм/мм).

1) Изогнутость для данной схемы установки заготовки составит:

$$\rho_{заг} = \Delta_k \cdot l = 25 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск на обточку ролика составит:

$$z_{1.2min}^D = 2 \cdot \left(Rz_{заг} + h_{заг} + \sqrt{\rho_{заг}^2 + \varepsilon_{1.2}^2} \right) = 2 \cdot \left(150 + 150 + \sqrt{25^2 + 420^2} \right) = 1440 \text{ мкм}$$

$$z_{2.2min}^D = 2 \cdot \left(Rz_{зар} + h_{зар} + \sqrt{\rho_{зар}^2 + \varepsilon_{2.2}^2} \right) = 2 \cdot \left(150 + 150 + \sqrt{25^2 + 420^2} \right) \\ = 1440 \text{ мкм}$$

2) По формуле (5) находим пространственное отклонение для $z_{3.1}^D$

$$\rho_{D1.4} = \sqrt{50^2 + 250^2} = \sqrt{2500 + 62500} = 254 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск на протягивание шестигранного отверстия составит:

$$z_{3.1min}^D = 2 \cdot \left(Rz_{D1.4} + h_{D1.4} + \sqrt{\rho_{D1.4}^2 + \varepsilon_{3.1}^2} \right) = \\ = 2 \cdot \left(30 + 50 + \sqrt{254^2 + 100^2} \right) = 704 \text{ мкм}$$

3) По формуле (5) находим пространственное отклонение для $z_{4.1}^D$

$$\rho_{D2.2} = \sqrt{60^2 + 120^2} = \sqrt{3600 + 14400} = 134 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск на проточку наружного диаметра составит:

$$z_{4.1min}^D = 2 \cdot \left(Rz_{D2.2} + h_{D2.2} + \sqrt{\rho_{D2.2}^2 + \varepsilon_{4.1}^2} \right) = \\ = 2 \cdot \left(150 + 100 + \sqrt{134^2 + 120^2} \right) = 968 \text{ мкм}$$

Расчет минимальных значений для осевых припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_{i \min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (6)$$

где: $Z_{i \min}$ – минимальный припуск на длину для рассматриваемой обработки, мкм;

Rz_{i-1} – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1} + \rho_{p i-1}, \quad (7)$$

где: $\rho_{\phi i-1}$ – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p i-1}$ – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$Z_{1.1 \min}^A = 80 + 100 + 1,500 = 1680 \text{ мкм}$$

$$Z_{2.1 \min}^A = 80 + 100 + 1,500 = 1680 \text{ мкм}$$

$$Z_{5.1 \min}^A = 150 + 100 + 125 = 375 \text{ мкм}$$

$$Z_{6.1 \min}^A = 150 + 100 + 125 = 375 \text{ мкм}$$

Расчет диаметральных технологических размеров

1) Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{4.1}$

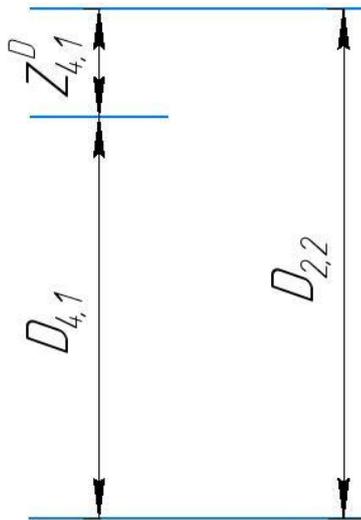
Принимаем: $D_{4.1} = K_1^D = 62,8_{-0,1}$

2) Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{3.1}$

Принимаем: $D_{3.1} = K_2^D = 27^{+0,1}$

3) Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{2.2}$

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена, далее находим среднее значение $D_{2,2}$



Находим: $D_{2,2}^{cp.} = D_{4,1}^{cp.} + Z_{4,1}^{cp.}$

$$D_{4,1}^{cp.} = D_{4,1} + \frac{BOD_{4,1} + HOD_{4,1}}{2} = 62.8 + \frac{0 + (-0.1)}{2} = 62.75 \text{ мм}$$

$$Z_{4,1}^{cp.} = \frac{Z_{4,1min} + Z_{4,1max}}{2}$$

$$Z_{4,1max} = Z_{4,1min} + TD_{4,1} + TD_{2,2} = 0.968 + 0.1 + 0.2 = 1.268 \text{ мм}$$

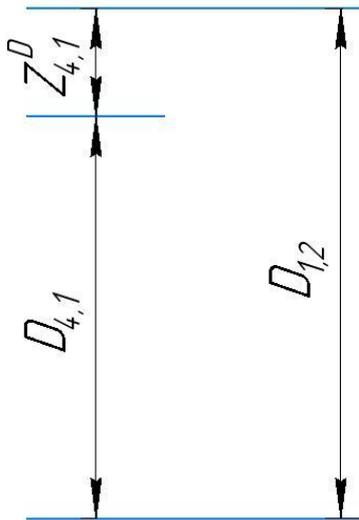
$$Z_{4,1}^{cp.} = \frac{0,968 + 1.268}{2} = 1.118 \text{ мм}$$

$$D_{2,2}^{cp.} = 62.75 \text{ мм} + 1.058 \text{ мм} = 63,868 \text{ мм}$$

$$D_{2,2} = 63,868 \pm 0,1 = 63,968_{-0,2} = 64_{-0,2} \text{ мм}$$

4) Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1,2}$

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена, далее находим среднее значение $D_{1,2}$



Находим: $D_{1,2}^{cp.} = D_{4,1}^{cp.} + Z_{4,1}^{cp.}$

$$D_{4,1}^{cp.} = D_{4,1} + \frac{BOD_{4,1} + HOD_{4,1}}{2} = 62.8 + \frac{0 + (-0.1)}{2} = 62.75 \text{ мм}$$

$$Z_{4,1}^{cp.} = \frac{Z_{4,1min} + Z_{4,1max}}{2}$$

$$Z_{4,1max} = Z_{4,1min} + TD_{4,1} + TD_{1,2} = 0.968 + 0.1 + 0.08 = 1.148 \text{ мм}$$

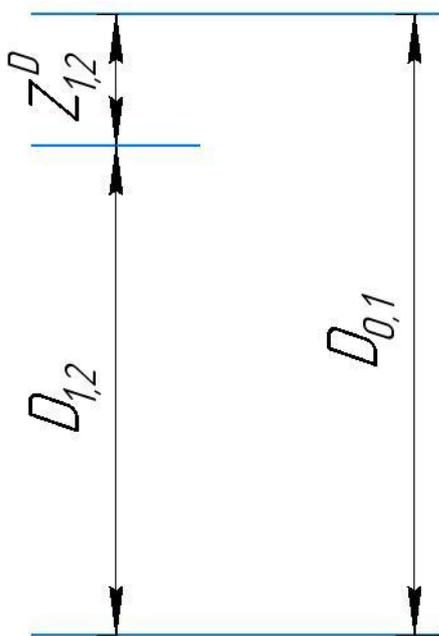
$$Z_{4,1}^{cp.} = \frac{0.968 + 1.148}{2} = 1.058 \text{ мм}$$

$$D_{1,2}^{cp.} = 62.75 \text{ мм} + 1.058 \text{ мм} = 63.808 \text{ мм}$$

$$D_{1,2} = 63.868 \pm 0.1 = 63.968_{-0.2} = 64_{-0.2} \text{ мм}$$

5) Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{0,1}$

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена, далее находим среднее значение $D_{0,1}$



Находим: $D_{0,1}^{cp.} = D_{1,2}^{cp.} + Z_{1,2}^{cp.}$

$$D_{1,2}^{cp.} = 63,808$$

$$Z_{1,2}^{cp.} = \frac{Z_{1,2min} + Z_{1,2max}}{2}$$

$$Z_{1,2max} = Z_{1,2min} + TD_{1,2} + TD_{0,1} = 1.440 + 0.08 + 1.6 = 3.12 \text{ мм}$$

$$Z_{4.1}^{cp.} = \frac{1.440 + 3.12}{2} = 2.28 \text{ мм}$$

$$D_{1,2}^{cp.} = 63,808 \text{ мм} + 2.28 \text{ мм} = 66.088 \text{ мм}$$

$$D_{1,2} = 66,088 \pm 0,1 = 66,168_{-0,2} = 66,2_{-0,2} \text{ мм}$$

Таким образом, расчётное значение этого звена составляет $66,2_{-0,2}$ мм.

Выбираем прокат $\emptyset 67^{+0,5}_{-1,1}$, тогда фактическое значение припуска:

$$z_{1,2факт.}^D = D_{0,1факт} - D_{1,2} = 67^{+0,5}_{-1,1} - 63,808 = 3,2^{+0,5}_{-1,1}$$

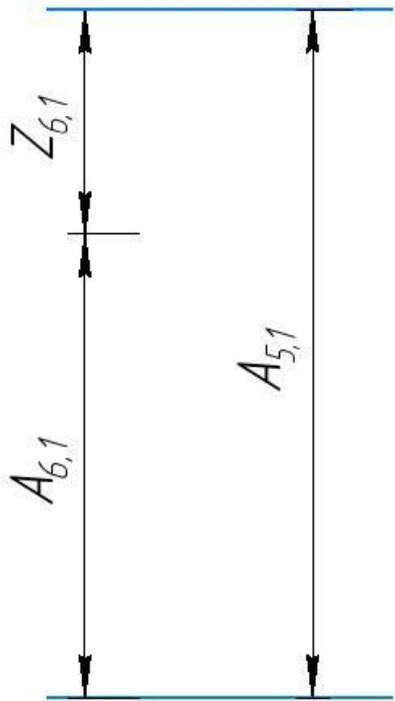
$$z_{2,2факт.}^D = D_{0,1факт} - D_{1,2} = 67^{+0,5}_{-1,1} - 63,808 = 3,2^{+0,5}_{-1,1}$$

Расчет осевых технологических размеров

1) Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{6.1}$

Принимаем: $A_{6.1} = K_1 = 64 \pm 0.03$

2) Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{5.1}$



Находим: $A_{5.1}^{cp.} = A_{6.1}^{cp.} + Z_{6.1}^{cp.}$

$$A_{6.1}^{cp.} = 64$$

$$Z_{6.1}^{cp.} = \frac{Z_{6.1min} + Z_{6.1max}}{2}$$

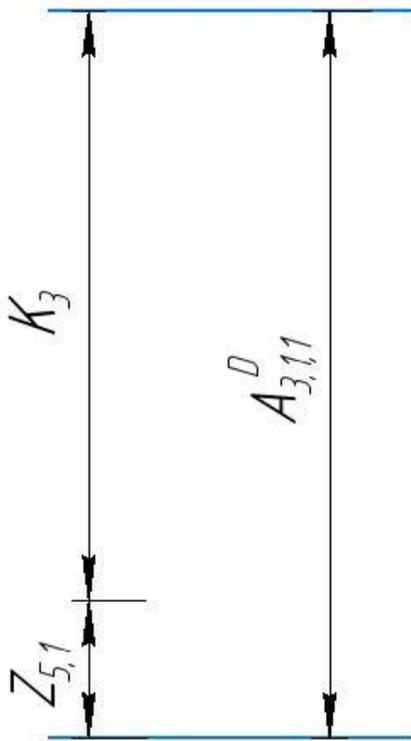
$$Z_{6.1max} = Z_{6.1min} + TA_{6.1} + TA_{5.1} = 0.375 + 0.06 + 0.1 = 0.481 \text{ мм}$$

$$Z_{6.1}^{cp.} = \frac{0.375 + 0.481}{2} = 0.428 \text{ мм}$$

$$A_{5.1}^{cp.} = 64 \text{ мм} + 0.428 \text{ мм} = 64.428 \text{ мм}$$

$$A_{5.1} = 64,428 \pm 0,05 = 64,433_{-0,1} = 64,5_{-0,1} \text{ мм}$$

3) Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3,1,1}$



$$\text{Находим: } A_{3,1,1}^{D, \text{cp.}} = K_3^{\text{cp.}} + Z_{5,1}^{\text{cp.}}$$

Так как на фаски не распространяется общая таблица допусков, обращаемся к ГОСТу 30893.1 – 2002 «Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками» [5, табл.2]. Из таблицы выбираем значение класс точности «средний», для фаски размером 1.5 мм допуск равен ± 0.2 мм.

$$K_3^{\text{cp.}} = 1.5 \text{ мм}$$

$$Z_{5,1}^{\text{cp.}} = \frac{Z_{5,1\text{min}} + Z_{5,1\text{max}}}{2}$$

$$Z_{5,1\text{min}} = 0.375 \text{ мм}$$

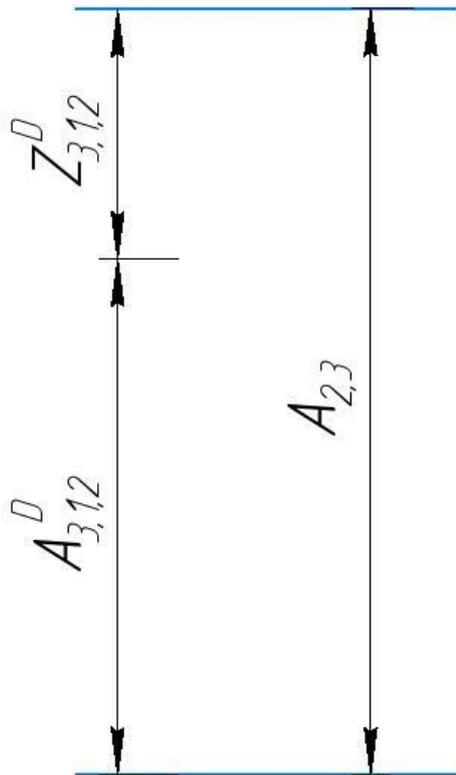
$$Z_{5,1\text{max}} = Z_{5,1\text{min}} + TA_{5,1} + TA_{2,1} = 0.375 + 0.1 + 0.12 = 0.595 \text{ мм}$$

$$Z_{5,1}^{\text{cp.}} = \frac{0.375 + 0.595}{2} = 0.485 \text{ мм}$$

$$A_{3,1,1}^{D, \text{cp.}} = 1.5 \text{ мм} + 0.485 \text{ мм} = 1,985 \text{ мм}$$

$$A_{3,1,1}^D = 2 \pm 0,2$$

4) Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,3}$



Находим: $A_{2,3}^{cp.} = A_{3,1,2}^D + Z_{3,1,2}^{cp.}$

$$A_{3,1,2}^{D\text{ cp.}} = A_{3,1,1}^{D\text{ cp.}} = 1,985 \text{ мм}$$

$$Z_{3,1,2}^{cp.} = \frac{Z_{3,1,2min} + Z_{3,1,2max}}{2}$$

$$Z_{3,1,2min} = \frac{Z_{3,1min}^D}{2} = \frac{0,704}{2} = 0,352 \text{ мм}$$

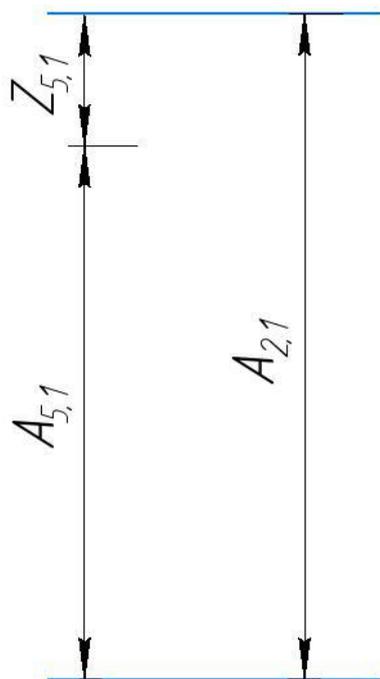
$$Z_{3,1,2max} = Z_{3,1,2min} + TA_{3,1,2} + TA_{3,1,1} = 0,352 + 0,1 + 0,1 = 0,552 \text{ мм}$$

$$Z_{3,1,2}^{cp.} = \frac{Z_{3,1,2min} + Z_{3,1,2max}}{2} = \frac{0,352 + 2,432}{2} = 0,452 \text{ мм}$$

$$A_{2,3}^{cp.} = 1,985 \text{ мм} + 0,452 \text{ мм} = 2,437 \text{ мм}$$

$$A_{2,3} = 2,5 \pm 0,2$$

5) Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.1}$



Находим: $A_{2.1}^{cp.} = A_{5.1}^{cp.} + Z_{5.1}^{cp.}$

$$A_{5.1}^{cp.} = 64.428 \text{ мм}$$

$$Z_{5.1}^{cp.} = \frac{Z_{5.1min} + Z_{5.1max}}{2}$$

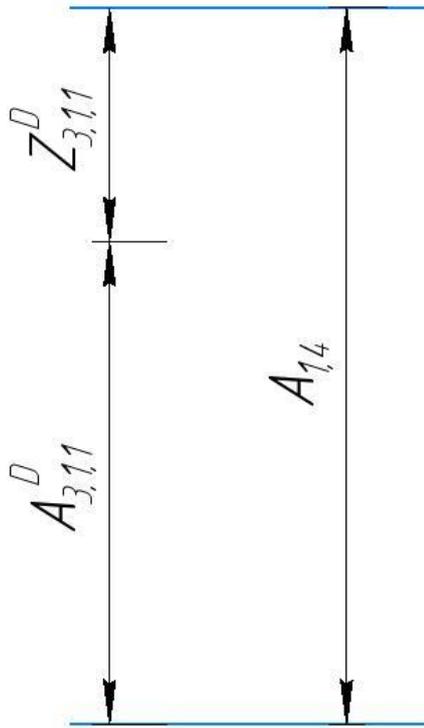
$$Z_{5.1max} = Z_{5.1min} + TA_{5.1} + TA_{1.1} = 0.375 + 0.06 + 0.1 = 0.535 \text{ мм}$$

$$Z_{1.1}^{cp.} = \frac{0.375 + 0.535}{2} = 0.455 \text{ мм}$$

$$A_{2.1}^{cp.} = 64.428 + 0.455 \text{ мм} = 64.883 \text{ мм}$$

$$A_{2.1} = 64.883 \pm 0,05 = 64.933_{-0,1} = 65_{-0,1} \text{ мм}$$

б) Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1,4}$



Находим: $A_{1,4}^{cp.} = A_{3,1,1}^{cp.} + Z_{3,1,1}^{cp.}$

$$A_{3,1,1}^{D\ cp.} = 1,985 \text{ мм}$$

$$Z_{3,1,1}^{cp.} = \frac{Z_{3,1,1min} + Z_{3,1,1max}}{2}$$

$$Z_{3,1,1min} = \frac{Z_{3,1min}^D}{2} = \frac{0,704}{2} = 0,352 \text{ мм}$$

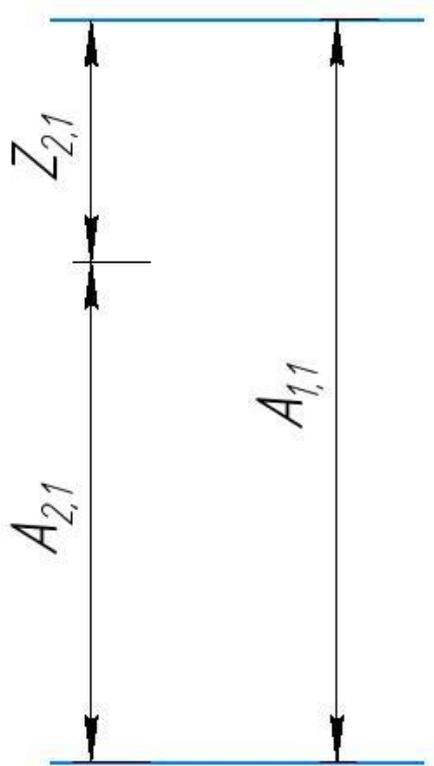
$$Z_{3,1,1max} = Z_{3,1,2min} + TA_{3,1,2} + TA_{3,1,1} = 0,352 + 0,1 + 0,1 = 0,552 \text{ мм}$$

$$Z_{3,1,1}^{cp.} = \frac{Z_{3,1,1min} + Z_{3,1,1max}}{2} = \frac{0,352 + 0,552}{2} = 0,452 \text{ мм}$$

$$A_{1,4}^{cp.} = 1,985 \text{ мм} + 0,452 \text{ мм} = 2,437 \text{ мм}$$

$$A_{1,4} = 2,5 \pm 0,2$$

7) Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.1}$



Находим: $A_{1.1}^{cp.} = A_{2.1}^{cp.} + Z_{2.1}^{cp.}$

$$A_{2.1}^{cp.} = 64,883 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1}^{cp.} = \frac{Z_{2.1min} + Z_{2.1max}}{2}$$

$$Z_{2.1min} = 1,68 \text{ мм}$$

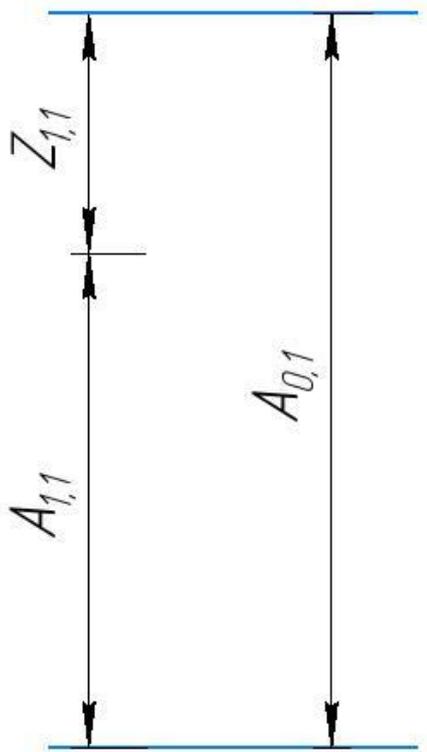
$$Z_{2.1max} = Z_{2.1min} + TA_{2.1} + TA_{1.1} = 1,68 + 0,12 + 1,62 = 3,42 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1}^{cp.} = \frac{1,68 + 3,42}{2} = 2,55 \text{ мм}$$

$$A_{1.1}^{cp.} = 64,883 \text{ мм} + 2,55 \text{ мм} = 67,433 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 67,433 \pm 1,62 = 69,053_{-3,24} = 70_{-3,24} \text{ мм}$$

8) Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{0,1}$



Находим: $A_{0,1}^{cp} = A_{1,1}^{cp} + Z_{1,1}^{cp}$

$$A_{1,1}^{cp} = 67,433 \text{ мм}$$

$$Z_{1,1}^{cp} = \frac{Z_{2,1min} + Z_{2,1max}}{2}$$

$$Z_{1,1min} = 1,68 \text{ мм}$$

$$Z_{1,1max} = Z_{2,1min} + TA_{2,1} + TA_{1,1} = 1,68 + 0,12 + 1,62 = 3,42 \text{ мм}$$

$$Z_{1,1}^{cp} = \frac{1,68 + 3,42}{2} = 2,55 \text{ мм}$$

$$A_{0,1}^{cp} = 67,433 \text{ мм} + 2,55 \text{ мм} = 69,983 \text{ мм}$$

$$A_{0,1} = 69,983 \pm 1,62 = 71,603_{-3,24} = 72_{-3,24} \text{ мм}$$

1.6 Выбор оборудования и технологической оснастки

Оснащение технологического оборудования делится на следующее:

- средства механизации и автоматизации технологических процессов (вспомогательные операции и переходы);
- технологическое оборудование.

Технологическое оборудование - это инструмент технологического оборудования, в котором размещены материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от требований к конструкции детали и требований к обеспечению качества поверхности. В нашем случае используются ленточные пилы, токарные станки, фрезерные, протяжной и шлифовальные станки, а также шахтная печь. Ниже мы их подробно разбираем.

Ленточнопильный станок JET HBS-1220DC

Модель HBS-1220DC(рис. 10) представляет собой ленточнопильный станок колонного типа. Конструкция станка рассчитана на крупносерийное производство, рассчитана на большие объемы работы. Движение консоли осуществляется в вертикальном положении, опираясь на две колоны. Станок выполняет пиление круглых заготовок большого диаметра, прямоугольных заготовок с большой площадью сечения в одном положении, под углом 90°. Оборудование способно выполнять полный технологический цикл, работая в полуавтоматическом режиме. Максимально допустимый диаметр и площадь сечения заготовок, обрабатываемых на станке, составляет 300 мм.

Станок оборудован гидравлической системой, обеспечивающей опускание и подъем консоли. Имеющийся гидроцилиндр приводит в действие быстрозажимные гидравлические тиски. Наличие рычага позволяет

выполнять быструю установку тисков в необходимое положение, дожим заготовки губками тисков, имеющими гидравлический привод.



Рисунок 5 -Станок HBS-1220DC

Ленточнопильный станок HBS-1220DC оборудован мощным электродвигателем – 2,2 кВт, который с помощью редуктора и ременной передачи обеспечивает плавное вращение шкивов. Ременная передача позволяет устанавливать скорость движения ленточного полотна в режиме 4-х скоростей - 22,40,58 и 84 м/мин. Управление станком осуществляется через пульт управления, установленный на подставке. Модель оснащена системой подачи СОЖ в зону резания, повышая качество распила и сохраняя эксплуатационные характеристики полотна. Пиление осуществляется полотном, ширина которого составляет 34 мм. Технические характеристики станка даны в таблице 7.

Таблица 7. Характеристики станка HBS-1220DC

Напряжение, В	400
Макс. Ø обработки при 90°	Ø300 мм
Мощность двигателя, кВт	2,2
Зона обработки при 90°	Ø300 мм, 300x300 мм, 300x500 мм
Размеры ленточного полотна	34x1,1x3950 мм
Скорость движения полотна, м/мин	22, 40, 58, 84
Высота рабочего стола, мм	680
Объем бака СОЖ, л	25
Ширина ленточного полотна, мм	35
Длина, мм	2060
Ширина, мм	1080
Высота, мм	1390
Масса, кг	645

16К20 Станок токарно-винторезный универсальный

Станок винторезный 16К20 (рис.6) пришел на смену легендарному, но устаревшему станку 1К62 в 1972 году. Станок 16к20 превосходит станок 1К62 по всем качественным показателям (производительность, точность, долговечность, надежность и др.)

Первый станок в серии универсальных винторезных станков 16К20 - ДИП-200 является наиболее удачным продолжением среднеразмерных токарных станков со средней высотой 200 мм, начатых в 1932 году.



Рисунок 6 -Токарно-винторезный станок 16К20

Токарно-винторезный станок 16К20 предназначен для выполнения различных токарных операций и нарезания метрической, модульной, дюймовой и шаговой резьбы. Заготовки устанавливаются на ступицы или патроны.

Для установки шпинделя в конструкции токарного станка 16К20 предусмотрены специальные прецизионные подшипниковые опоры, не требующие регулировки в процессе работы, что обеспечивает необходимую жесткость и высокую точность заготовки. По ГОСТ 8-82 станок токарный 16К20 относится к классу точности Н, и точность обработки обеспечивается даже при ударных нагрузках.

Включенные в проект особенности токарного станка 16К20 позволяют эффективно использовать его для точения цилиндрических и конических поверхностей с длиной заготовки до 2000 мм и массой до 1300 кг. Также его можно использовать для отрезания деталей, сверления отверстий, выполнения различных типов резьбовых соединений - метрических,

дюймовых, модульных и шаговых. Технические характеристики станка приведены в таблице 8.

Таблица 8. Характеристики станка 16К20

Диаметр обработки над станиной, мм	400
Диаметр обработки над суппортом, мм	220
Расстояние между центрами	1000/1500
Класс точности по ГОСТ 8-82	Н
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	55
Пределы частот прямого вращения шпинделя, мин-1	12,5 – 2000
Пределы частот обратного вращения шпинделя, мин-1	19 – 2420
Пределы рабочих подач – продольных мм/об	0,7 – 4,16
Пределы рабочих подач – поперечных, мм/об	0,035 – 2,08
Мощность электродвигателя главного привода	10 кВт
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	2812/ 3200 x 1166 x 1324
Масса станка, кг	3035

Возможности станка позволяют получать резьбу с различным шагом. Таким образом, можно резать модульную и питчевую резьбу шагом от 0,5 до 56 мм, дюймовую резьбу с шагом от 0,5 до 112 мм и метрическую резьбу шагом от 0,5 до 112 мм. Станок винторезный имеет класс точности Н, обеспечивает отклонение от цилиндричности не более 7 мкм, конусности 20 мкм на каждые 300 мм, торцевой поверхности - 16 мкм при диаметре 300 мм.

7Б55 Станок горизонтально-протяжной

С 1981 года выпускается станок 7Б55. Обрабатывают на протяжном станке данной модели методом горизонтальной протяжки через отверстия детали. Сама же проводимая обработка является черновой, а состав обрабатываемых деталей — черные и цветные металлы, а также различные сплавы.

С применением дополнительных инструментов появилась возможность проводить внешнюю обработку деталей.

Этот станок имеет высокую точность обработки и достаточно высокую мощность для промышленного использования. Технические характеристики станка занесены в таблицу 9.

Таблица 9

Класс точности по ГОСТ 8-71	Н
Номинальное тяговое усилие, тс	10
Наибольшая длина хода рабочих салазок, мм	1250
Наибольшая настроенная длина хода рабочих салазок, мм	1200
Максимальный наружный диаметр обрабатываемой детали, мм	600
Диаметр отверстия под планшайбу в опорной плите, мм	160
Диаметр отверстия в планшайбе, мм	125
Диаметр планшайбы, мм	280
Наибольшая / наименьшая скорость рабочего хода, м/мин	11,5
Мощность, кВт	18,5
Габариты, мм	6340x2090x1910
Масса, кг	5200

Плоскошлифовальный станок Proma PBP-250

Плоскошлифовальный станок PROMAPBP-250(рис.7) - это высокопроизводительное оборудование, используемое на



Рисунок 7 - ПРОМА PBP-250

металлообрабатывающих предприятиях и в частных мастерских для заключительной обработки металлических деталей и изделий.

Станок характеризуется низким уровнем энергопотребления. Ручная настройка необходимого положения стола, а также предусмотренное в конструкции агрегата средство для балансировки диска позволяет выполнять работу с повышенной точностью.

Особенности:

- Маховики вертикального и поперечного перемещения снабжены скользящими нониусами, позволяющими установить их в нулевое положение при любых положениях шпинделя и стола;
- Эффективное охлаждение (СОЖ);
- Крепежная плита оснащена постоянным магнитом;
- Жесткая конструкция;
- Высокая точность и качество обработки;
- Долгий срок службы.

Характеристики станка PROMAPBP-250 указаны в таблице 10.

Таблица 10

Напряжение, В	400
Мощность, кВт	1.5
Размер рабочего стола, мм	250x500
Максимальная продольная подача, мм	560
Максимальная поперечная подача, мм	250
Максимальное расстояние между центром шпинделя и поверхностью стола, мм	490
Максимальная скорость шлифовального круга, мин.-1	2850
Масса, кг	980
Размеры упаковки, мм	1960x1630x1870

Вертикальный обрабатывающий центр KF4600

Вертикальный обрабатывающий центр KF4600 (рис. 8) - это многофункциональный станок с ЧПУ. Выполняя все необходимые технологические операции с использованием разнообразных режущих инструментов, обрабатывающий центр производит трехмерное изделие со всеми заранее заданными технологическими параметрами.



Рисунок 8 - Станок KF4600.

Конструктивные особенности вертикальных центров позволяют за разовую установку детали выполнять фрезерные, сверлильные, сверлильные и токарные операции. Оправки с режущими инструментами находятся в магазине инструментов и меняются в зависимости от заданной программы. Система ЧПУ выдает соответствующие команды для замены оправок.

Станки позволяют производить черновую и чистовую обработку профильных поверхностей заготовок с выполнением следующих операций:

- растачивание цилиндрических поверхностей (внешних и внутренних);
- фрезерная обработка плоскостей, пазов, канавок;
- сверление отверстий и их обработка (развертывание, зенкерование и т. д.).

Для выполнения этих операций в магазине инструментов можно одновременно установить 12 или более рабочих инструментов.

По заранее разработанной компьютерной программе все операции, выполняемые одна за другой, занимают в несколько раз меньше времени, чем работа на обычной (универсальной) машине. Это достигается за счет общего сокращения вспомогательного времени между различными операциями: быстрой автоматической заменой рабочего инструмента, быстрым размещением рабочих органов.

Технические характеристики станка указаны в таблице 11.

Таблица 11. Характеристики станка KF4600.

Размер стола, мм	1050x460
Допустимая нагрузка на стол, кг	600
Скорость вращения шпинделя, об/мин	10 000
Мощность привода, кВт	18,5
Перемещение (X/Y/Z), мм	36/36/36
Тип направляющих	качения
Количество инструментов	30
Тип шпинделя	BBT40
Макс. диаметр инструмента	80/125

Произведем подбор средств технологического и контрольно – измерительного оснащения, для материального обеспечения производственного участка, а так же занесем выбранные средства в таблицы 12.

Таблица 12 – средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
Заготовительная	JETHBS-1220DC Колонный ленточнопильный станок	Полотно M51 34x1,1x3950 мм, 4/6TPI (HBS- 1220DC)	Рольганг; кран балка ГОСТ 22045-89: 31 5711 1229 39; Тисы станочные
Токарная	16K20 Станок токарно-винторезный универсальный	Резец проходной упорный 2101-0013 VK8 ГОСТ 18879-73; Резец проходной отогнутый 2102- 1117 VK8 ГОСТ 18877-73; Сверло спиральное 2301-3659-A1 ГОСТ 10903-77; Сверло 2317-0111 ГОСТ 14952-75	Патрон трехкулачковый 7100-0035 ГОСТ 2675-80
Протяжная	7Б55 Станок горизонтально- протяжной	Протяжка 2401- 4005 шестигранная Р6М5 для цилиндрических отверстий по ГОСТ 28442-90	Патрон трехкулачковый 7100-0035 ГОСТ 2675-80
Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальный станок PROMA PBP- 250	Круг шлифовальный 200x32x32,75 25A 10-П С2 7 К1А 35м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	Стол магнитный PM-250; Призма 7030-0087 ГОСТ 12194-66
Фрезерная ЧПУ	Вертикальный обрабатывающий центр KF4600 (HYUNDAIWIA)	Дисковая фреза CoroMill 331(N/R331.1A- 04RE201.54) Переходник от MAS-BT 403 к CoroChuck 930 930-	Приспособление специальное

		В40-S-25-102; Режущая пластина для трехсторонней дисковой фрезы: N331.1A-043505E- L30 S30T.	
Азотирование	Шахтная печь для газового азотирования США 6.9/7		

1.7 Расчет и назначение режимов обработки

При определении элементов режимов резания учитываются характеристики заготовки, тип и размер инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования. Режущие элементы обычно устанавливаются в определенном порядке.

- глубина резания t : по шероховатости, равная максимальной величине t , если возможно, на всю опору или ее часть

- подача S : максимальное значение S определяется на основе жесткости и прочности системы станок-приспособление-инструмент-деталь(СПИД) во время обработки, движущей силы станка, прочности твердосплавной пластины и других ограничивающих факторов;

- скорость резания V : рассчитывается по установленным эмпирическим формулам для каждого вида обработки.

Заготовительная операция 05:

Отрезание заготовки.

Исходные данные: станок – ленточно-пильный.

Инструмент - пила ленточная Полотно М51 34x1,1x3950 мм,

материал режущей кромки - сталь М51;

приспособление – Рольганг;

обработка производится за один проход, с охлаждением.

Подача по [2, с.425 таблица 108]:

$$S = 50\text{мм/мин}$$

Скорость резания [2, с.425 таблица 109]

$$V = 20\text{м/мин}$$

Токарная операция 010:

Переход 1. Подрезка торца в размер $A_{1.1}$ и $A_{2.1}$.

Резец проходной отогнутый 2102-1117 ВК8ГОСТ 18877-73;

$$h \times b = 25 \times 25 \quad L = 170 \quad n = 12 \quad R = 0.8$$

Геометрические параметры режущей части:

$$\varphi = 45^\circ ; \alpha = 7^\circ \quad \lambda = 10^\circ ; \gamma = 10^\circ$$

Деталь устанавливается в трехкулачковом патроне. Производится базирование по торцу - установочная база и по наружному диаметру с центрированием и закреплением в кулачках - двойная опорная база. Исходные данные: обработка производится с одним проходом, с охлаждением.

1. Глубина резания $t = Z_{1.1} = 1,68\text{мм}$

Подача зависит от требуемой шероховатости поверхности, которая будет обработанной, и радиуса при вершине резца

2. Выбираем подачу на подрезку торца :

$$s = 0,7 \text{ мм/об},$$

шероховатость на данной операции становится равной $Rz=20$.

Состав режущего инструмента подбирается исходя из рекомендаций [6, с.116] – твердый сплав ВК8

3. Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном поперечном точении вычисляется по соответствующей формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} * K_v$$

Где C_v – коэффициент $C_v = 420$

m, x, y – отображают степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкости достигаемое посредством одноинструментальной обработки от 30 до 60 мин;

K_v – коэффициент представляющий из себя произведение коэффициентов K_{mv}, K_{nv} и K_{uv} , которые зависят от материала заготовки

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv}, \text{ где}$$

$K_{mv} = 1$ (табл. 3) [6. с.262], физ-хим. свойства сплава

$K_{nv} = 0,9$ (табл. 5) [6. с.263], состояние поверхности заготовки

$K_{uv} = 1$ (табл. 6) [6. 263], инструментальный материал

Следовательно:

$$K_v = 1 * 1 * 0,9 = 0,9$$

$$v = \frac{420}{60^{0,2} 1,68^{0,15} 1^{0,2}} * 0,9 = 175 \text{ м/мин}$$

4. Вычисляем частоту оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 175}{3.14 * 67} = 833 \text{ об/мин}$$

где d – диаметр заготовки

Принимаем $n = 800$ об/мин

5. Фактическая скорость резания

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3.14 * 67 * 800}{1000} = 168,3 \text{ м/мин}$$

6. Сила резания

$$P_z = 10 * C_p * t^x * s^Y * v^n * K_p, \text{ где}$$

$$K_p = K_m K_\varphi K_\gamma K_\lambda K_r$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 300 \quad X = 1 \quad Y = 0,75 \quad n = -0.15$$

Соответствующие поправочные коэффициенты:

K_m - коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала

$$K_m = 0.64,$$

$K_\gamma = 1$ - коэффициент на передний угол γ

$K_\varphi = 1$ - коэффициент на главный угол в плане

$K_\lambda = 1$ - коэффициент на угол наклона режущей кромки

$K_r = 1$ - коэффициент на радиус при вершине

$$K_p = 0,64 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,64$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1.68 \cdot 1 \cdot 0.45 \cdot 0.64 = 1451 \text{ Н}$$

7) Вычисляем мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{1451 * 168,3}{61200} = 4 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta = 10 * 0.75 = 7,5 \text{ кВт}$$

$N_{\text{д}}$ – мощность двигателя станка

η – коэффициент полезного действия

$$N_{\text{шп}} > N_{\text{рез}}$$

Переход 2. Точение поверхности в размер $D_{1.2}$ и $D_{2.2}$.

1. Припуск $Z_{2.1}$ делим на 2 прохода

$$t_1 = 1.6 \text{ мм}, t_2 = 1.6 \text{ мм}$$

2. Подача $S = 0,7 \text{ мм/об}$, выбирается в соответствии с табл. 11 [6].

Шероховатость на данной операции становится равной $Rz = 60$.

Состав режущего инструмента подбирается исходя из рекомендаций [6, с. 116] – твердый сплав ВК8

3. Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном поперечном точении вычисляется по соответствующей формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} * K_v$$

Где C_v – коэффициент $C_v = 420$

m, x, y – отображают степени $m = 0,20; x = 0,15; y = 0,20;$

T – среднее значение стойкости достигаемое посредством одно-инструментальной обработки от 30 до 60 мин;

K_v – коэффициент представляющий из себя произведение коэффициентов K_{mv}, K_{nv} и K_{uv} , которые зависят от материала заготовки

$K_v = K_{mv}K_{nv}K_{uv}$, где

$K_{mv}=1$ (табл. 3) [б. с.262], физ.-хим. свойства сплава

$K_{nv}=0,9$ (табл. 5) [б. с.263], состояние поверхности заготовки

$K_{uv}=1$ (табл. 6) [б. 263], инструментальный материал

Следовательно:

$$K_v = 1 * 1 * 0,9 = 0,9$$

$$v = \frac{420}{30^{0,2} 1,6^{0,15} 0,7^{0,2}} * 0,9 = 198 \text{ м/мин}$$

4. Вычисляем частоту оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 198}{3,14 * 67} = 942 \text{ об/мин}$$

где d – диаметр заготовки

Принимаем $n = 800$ об/мин

5. Фактическая скорость резания

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 67 * 800}{1000} = 210,3 \text{ м/мин}$$

6. Сила резания

$$P_z = 10 * C_p * t^X * s^Y * v^n * K_p,$$

$$\text{где } K_p = K_M K_\varphi K_\gamma K_\lambda K_r$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 300 X = 1 Y = 0,75 n = -0,15$$

Соответствующие поправочные коэффициенты:

K_m - коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала

$$K_m = 0.64,$$

$K_\gamma = 1$ - коэффициент на передний угол γ

$K_\varphi = 1$ - коэффициент на главный угол в плане

$K_\lambda = 1$ - коэффициент на угол наклона режущей кромки

$K_r = 1$ - коэффициент на радиус при вершине

$$K_p = 0,64 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,64$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1.6 \cdot 1 \cdot 0.44 \cdot 0.64 = 1351 \text{ Н}$$

7) Вычисляем мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{1351 * 210.3}{61200} = 4,6 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta = 10 * 0.75 = 7,5 \text{ кВт}$$

N_d – мощность двигателя станка

η – коэффициент полезного действия

$$N_{\text{шп}} > N_{\text{рез}}$$

1.3 Сверление центровочного отверстия в размер $A_{1.3}$

1. Глубина резания равна половине диаметра сверла $t_{1.2} = 3 \text{ мм}$.

2. Подача $S = 0,25 \text{ мм/об}$, выбирается в соответствии с табл. 11 [6].

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m t^x S^y} * K_v$$

4. Период стойкости инструмента принимаем по табл. 40 [2, стр 384]

$$T = 25 \text{ мин.}$$

5. Значение коэффициентов:

$$C_v = 9,8; q = 0,4; m = 0,2; y = 0,5 \text{ – определены по табл. 38 [2, стр. 383]}$$

K_v – коэффициент учитывающий глубину сверления

K_{mv}, K_{nv} и K_{uv} , определены выше.

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1$$

$$V = \frac{9,8 * 8^{0,4}}{25^{0,2} * 0,25^{0,5}} * 1 = 23,7 \text{ м/мин}$$

6. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * D) = 1000 * 23,7 / (3,14 * 8) = 943 \text{ об/мин}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n = 800 \text{ об/мин}$$

$$V = \pi * D * n / 1000 = 3,14 * 8 * 800 / 1000 = 25,1 \text{ м/мин}$$

7. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 * C_m * D^q * S^y * K^p$$

Показания коэффициентов: $C_m = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – выбраны в соответствии с таблицей 42 [2, Т.2, стр. 385].

Коэффициент $K_p = K_{MP} = 1,24$.

8. Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 * 0,0345 * 8^2 * 0,25^{0,8} * 1,24 = 9,031 \text{ Н*м.}$$

9. Подсчитаем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K^p$$

Значение коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1$; $y = 0.7$ – определены по табл. 42[2, стр. 385]

Получим осевую силу:

$$P_o = 10 * 68 * 8 * 0,25^{0.7} * 1,24 = 2556 \text{ Н.}$$

$$10. \text{ Мощность резания: } N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = 9.031 * 800/9750 = 0.92 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N/\eta = 0.92/0.85 = 1.08 \text{ кВт.}$$

1.4 Сверление сквозного отверстия диаметром $D_{3.1}$

Инструмент: Сверло спиральное СК 10903В D26,75 ГОСТ 10903-77

1. Определяем глубину резания $t = D/2$, мм $t = 26.75/2 = 13.375$ мм

2. Назначаем подачу

$$S = 0,35 \text{ мм/об (табл. 25)[6, стр 277]}$$

$$T = 25 \text{ мин.}$$

3. Определяем скорость резания.

Рекомендованная скорость резания для сверла диаметром 25-30 мм. из быстрорежущей стали Р6М5, с подачей 0,25-0,35 мм/об, при обработке коррозионостойкой стали 10-15 м/мин. Принимаем $V_{рез.} = 12$ м/мин

4. Число оборотов шпинделя

$$n = 1000 * V / (\pi * D) = 1000 * 12 / (3.14 * 26,75) = 142 \text{ об/мин}$$

Принимаем: $n = 125$ об/мин

5. Определяем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \text{ См} * D^q * S^y * K_p \text{ – при сверлении}$$

$$C_m = 0,0345 \text{ q} = 2 \text{ y} = 0,8$$

$$K_p = K_{mp} = 0,75$$

$$M_{кр} = 0,0345 \cdot 26,75^2 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 0,75 = 7,96 \text{ Нм}$$

6. Определяем мощность, затраченную на резание

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{7,96 \cdot 125}{9750} = 0,11 \text{ кВт}$$

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

N_d – мощность двигателя станка

η – коэффициент полезного действия

$$N_{шп} > N_{рез}$$

Переход 4. Точение поверхностей размер $D_{4,1}$.

1. Припуск $Z_{4,1}^D = t$

$$t = 0,9 \text{ мм}$$

2. Подача $S = 0,1 \text{ мм/об}$, выбирается в соответствии с табл. 11 [6].

Шероховатость на данной операции становится равной $Ra1,25$.

Состав режущего инструмента подбирается исходя из рекомендаций [6, с.116]

– твердый сплав ВК8

3. Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном поперечном точении вычисляется по соответствующей формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} * K_v$$

Где C_v – коэффициент $C_v = 420$

m, x, y – отображают степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкости достигаемое посредством одноинструментальной обработки от 30 до 60 мин;

K_v – коэффициент представляющий из себя произведение коэффициентов K_{mv} , K_{nv} и K_{uv} , которые зависят от материала заготовки

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv}, \text{ где}$$

$$K_{mv} = 1 \text{ (табл. 3) [6. с.262], физ.-хим. свойства сплава}$$

$$K_{nv} = 0,9 \text{ (табл. 5) [6. с.263], состояние поверхности заготовки}$$

$$K_{uv} = 1 \text{ (табл. 6) [6. 263], инструментальный материал}$$

Следовательно:

$$K_v = 1 * 1 * 0,9 = 0,9$$

$$v = \frac{420}{30^{0,2} 0,9^{0,15} 0,1^{0,2}} * 0,9 = 347 \text{ м/мин}$$

4. Вычисляем частоту оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 347}{3,14 * 63} = 1654 \text{ об/мин}$$

где d – диаметр детали 197,82

Принимаем $n = 1600$ об/мин

5. Фактическая скорость резания

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 63 * 1600}{1000} = 316,5 \text{ м\мин}$$

6. Сила резания

$$P_z = 10 * C_p * t^X * s^Y * v^n * K_p,$$

$$\text{где } K_p = K_m K_\varphi K_\gamma K_\lambda K_r$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 300X = 1 \quad Y = 0,75 \quad n = -0,15$$

Соответствующие поправочные коэффициенты:

K_m - коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала

$$K_m = 0,64,$$

$K_\gamma = 1$ - коэффициент на передний угол γ

$K_\varphi = 1$ - коэффициент на главный угол в плане

$K_\lambda = 1$ - коэффициент на угол наклона режущей кромки

$K_r = 1$ - коэффициент на радиус при вершине

$$K_p = 0,64 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,64$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,9 \cdot 0,17 \cdot 0,42 \cdot 0,64 = 123 \text{ Н}$$

7) Вычисляем мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{123 \cdot 316,5}{61200} = 0,63 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

N_d – мощность двигателя станка

η – коэффициент полезного действия

$$N_{\text{шп}} > N_{\text{рез}}$$

Шлифовальная операция

Инструмент: шлифовальный круг

200x32x32,75 25А 10-П С2 7 К1А 35м/с А1 кл. ГОСТ 2424-83

1. Глубина предварительного шлифования $t = 0,05$ мм.

Глубина окончательного шлифования $t = 0,015$ мм. на двойной ход

Общий припуск 0.375 мм

2. Скорость круга выбираем по таблице 55[6, с.302]:

$$v_k = 30 \text{ м/с}$$

3. Скорость поступательного движения детали находим по формуле

$$v_d = \frac{C_v}{T^{0,7} \cdot s_n \cdot t^{0,75}}, \text{ где}$$

T - период стойкости круга (30-40 мин)

При предварительном шлифовании

$$s_n = (0,4 - 0,7) \text{ В} = 9.6$$

При окончательном шлифовании, где

$$s_o = (0,2 - 0,3) \text{ В} = 3.2$$

B – толщина круга в мм.

Коэффициент $C_v = 15.50$

Подача для предварительного шлифования равна:

$$v_d = \frac{15,50}{30^{0,7} * 9.6 * 0.5^{0,75}} = 25 \text{ м/мин}$$

Подача для окончательного шлифования равна:

$$v_d = \frac{15,50}{30^{0,7} * 3.2 * 0.5^{0,75}} = 30 \text{ м/мин}$$

4. Мощность резания определяется по формуле [6, с.300]:

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 56 [6,с.303]:

$$N = C_N v^r t^x s^y b^q$$

$$C_N = 0.52 \quad r = 1 \quad x = 0.8 \quad y = 0.8 \quad q = 1$$

$$N = 0.52 * 25^1 * 0,05^{0,8} * 32^1 = 3.7 \text{ кВт}$$

5. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{3.7}{0.75} = 4.9 \text{ кВт}$$

Фрезерная операция

1. Глубина фрезерования $t=3\text{мм}$.

2. Подачу при фрезеровании различают на 3 вида:

подачу на зуб s_z ;

подачу на один оборот фрезы s ;

подачу минутную s_m мм/мин.

При том между ними есть прямая зависимость

$$s_m = sn = s_z zn, \text{ где}$$

n – частота вращения фрезы, об/мин

z – число зубьев фрезы.

$$S = 0.0912 \text{ мм на зуб.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m t^x s^y} * K_v = 297 \text{ м/мин}$$

4. Период стойкости инструмента принимаем по табл. 40 [2, стр 384]

$$T = 25 \text{ мин.}$$

Значение коэффициентов:

$$C_v = 9.8; q = 0,4; m = 0,2; y = 0,5 \text{ – определены по табл. 38 [2, стр. 383]}$$

Число проходов = 1

5. Вычисляем частоту оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 297}{3.14 * 63} = 1890 \text{ об/мин}$$

6. Мощность резания определяется по формуле [6, с.300]:

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 56 [6, с.303]:

$$N = C_N v^r t^x s^y b^q$$

$$C_N = 0.52 \quad r = 1 \quad x = 0.8 \quad y = 0.8 \quad q = 1$$

$$N = 0.52 * 25^1 * 0,05^{0,8} * 50^1 = 4,15 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta = 18,5 * 0.75 = 13,85 \text{ кВт}$$

$N_{\text{д}}$ – мощность двигателя станка

η – коэффициент полезного действия

$$N_{\text{шп}} > N_{\text{рез}}$$

1.8 Нормирование технологического процесса

Расчет основного времени

Основное время – время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости

$$t_o = \frac{Li}{Sn}, \text{ мин};$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i - число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют как:

$$L = l + l_{\text{в}} + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}}, \text{ мм};$$

l – размер детали на данном переходе

$l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм;

$l_{\text{в}}$ – величина врезания инструмента, мм.

$l_{\text{сх}}$ – величина схода инструмента, мм.

Значения приближения и перебега для токарной, сверлильной и фрезерной принимаем равной 1мм, для слесарной операции этот параметр принимаем 0.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\text{tg}\varphi};$$

где t – глубина резания, мм;

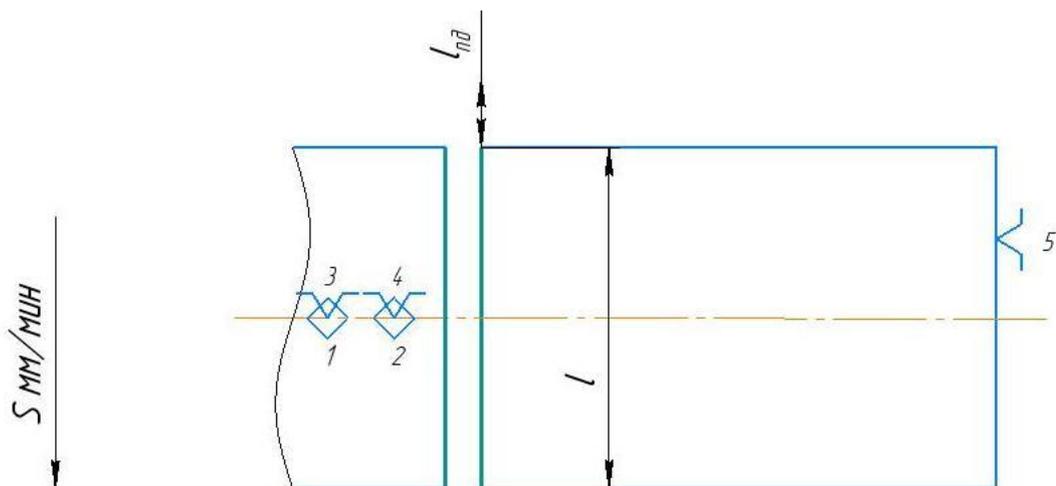
φ - угол в плане.

Соответственно основное время определяется по следующей формуле:

$$t_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\text{tg}\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S}$$

Операция 05: Заготовительная

Отрезать пруток



Определим основное время

$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{\text{пд}}) \cdot i}{S} = \frac{(67 + 5) \cdot 1}{50} = 1.44 \text{ мин}$$

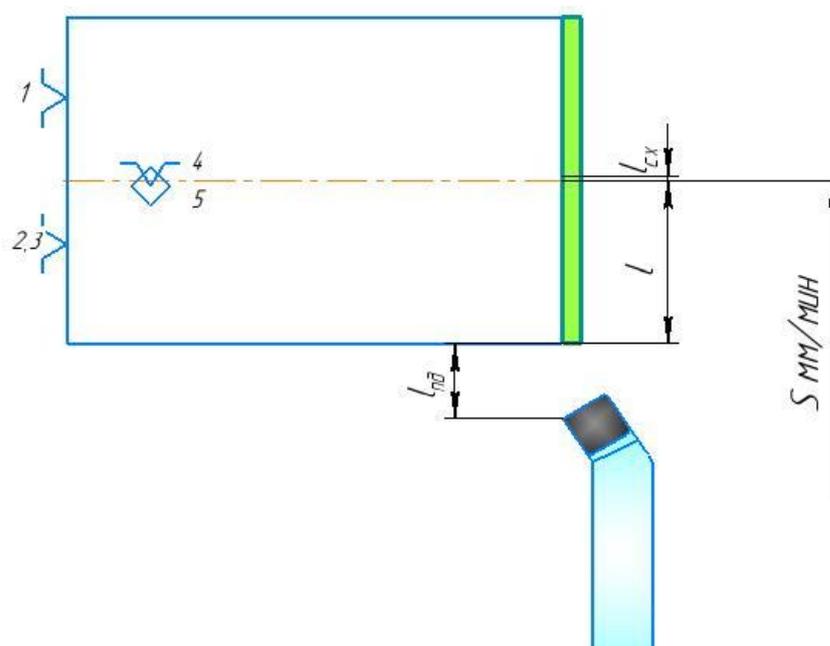
l – диаметр прутка

l – расстояние подвода полотна

i – число проходов

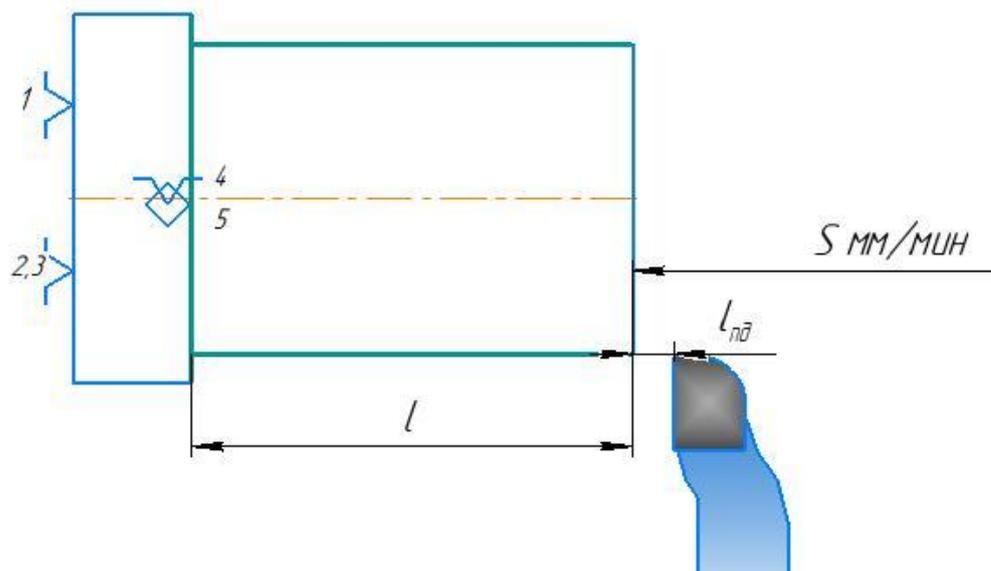
Операция 10: Токарная

Переход 1: Подрезка торца



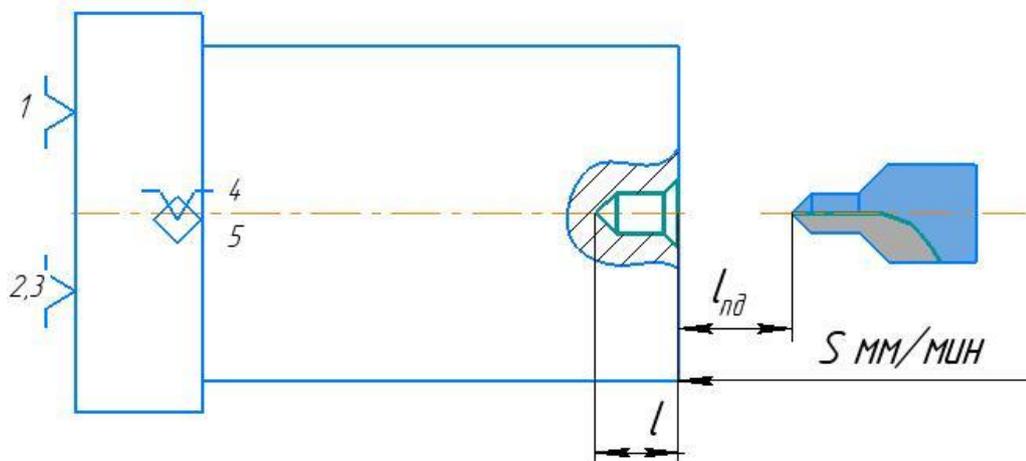
$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{нд} + l_{сх}) \cdot i}{S} = \frac{(33.5 + 1 + 1) \cdot 2}{0.7 \cdot 800} = 0.12 \text{ мин}$$

Переход 2: Проточка наружного диаметра



$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{пд}) \cdot i}{S} = \frac{(52 + 1) \cdot 2}{0.7 \cdot 800} = 0.18 \text{ мин}$$

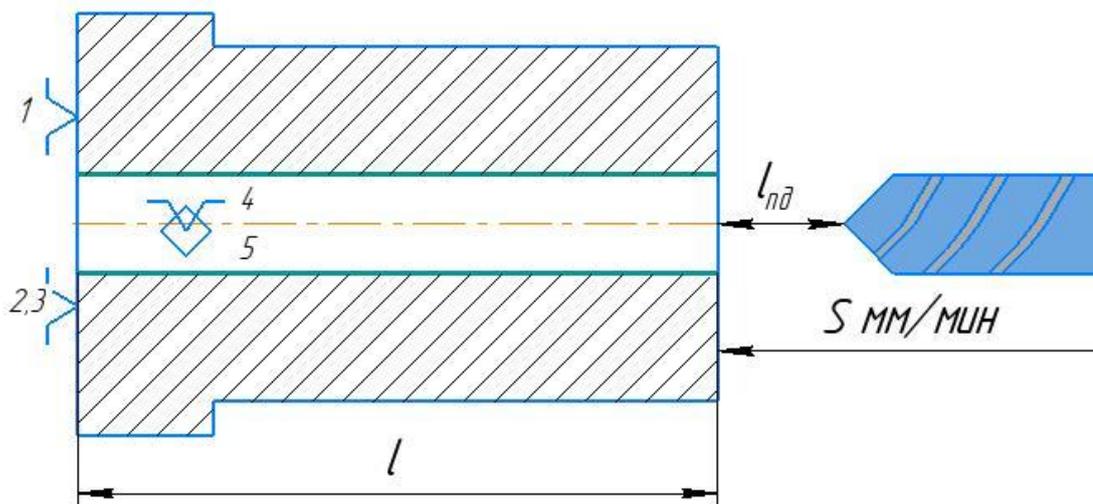
Переход 3: Сверление центрального отверстия



Глубина центрального отверстия выбирается по ГОСТу 14034-74 «Отверстия центровые. Размеры» и в нашем случае равна 14 мм.

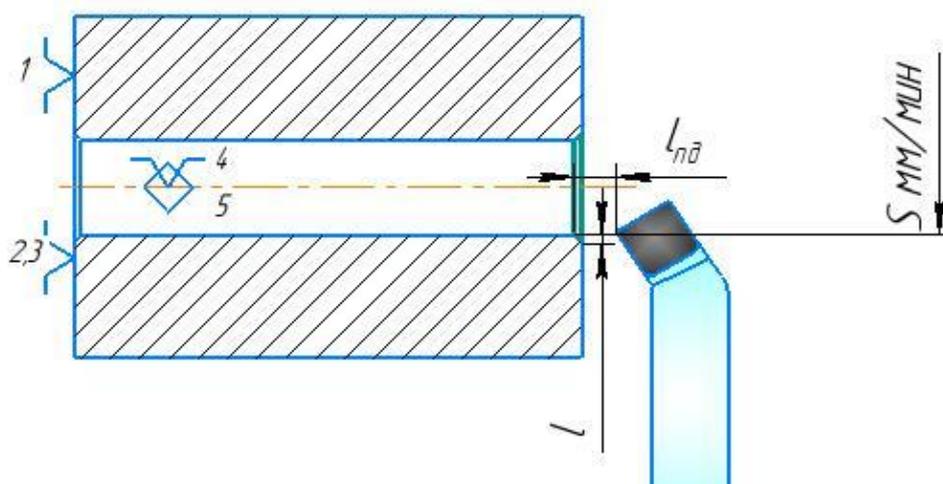
$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{пд}) \cdot i}{S} = \frac{(14 + 1) \cdot 1}{0.25 \cdot 800} = 0.08 \text{ мин}$$

Переход 4: Сверление сквозного отверстия



$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{нд} + l_{сх}) \cdot i}{S} = \frac{(67 + 2 + 3) \cdot 1}{0.35 \cdot 125} = 1,65 \text{ мин}$$

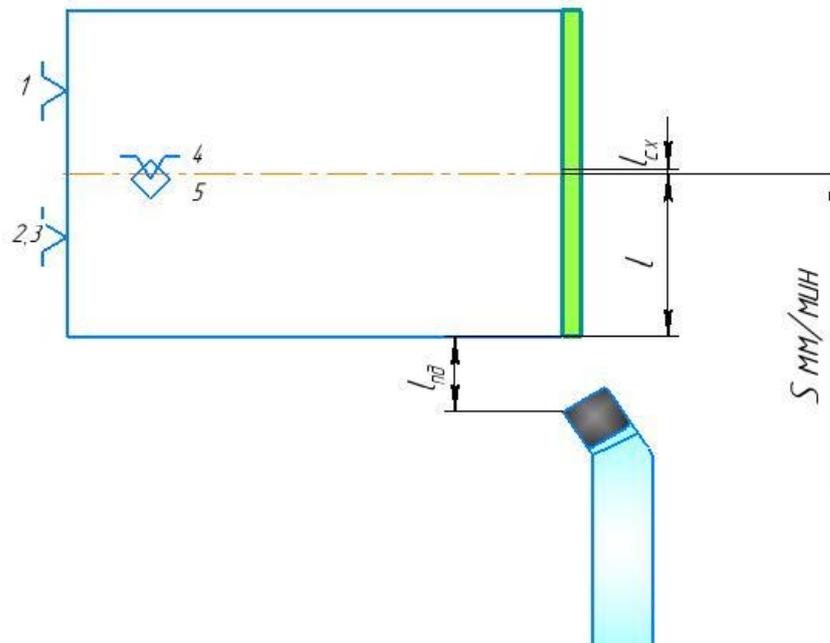
Переход 5: Снятие фаски



$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{нд}) \cdot i}{S} = \frac{(3 + 2) \cdot 1}{0.35 \cdot 125} = 0,11 \text{ мин}$$

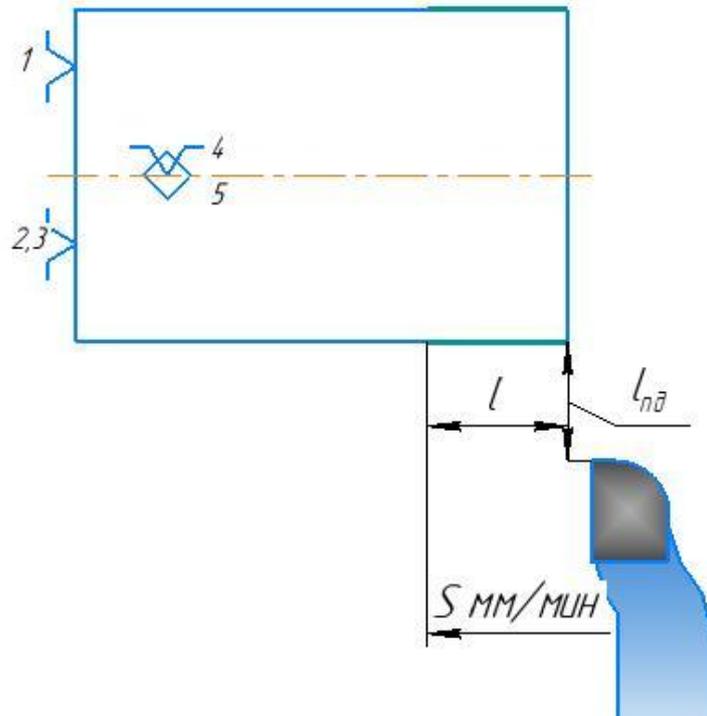
Операция 15: Токарная

Переход 1: Подрезка торца



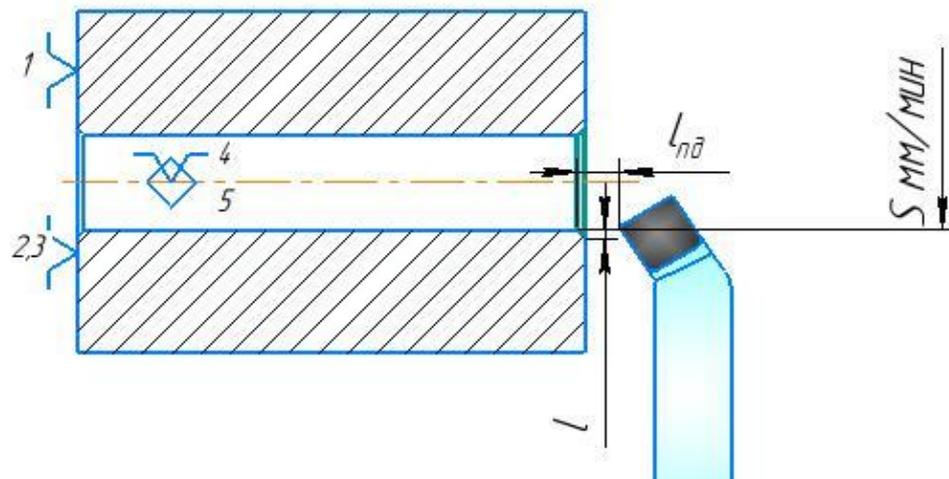
$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{нд} + l_{сх}) \cdot i}{S} = \frac{(33.5 + 1 + 1) \cdot 2}{0.7 \cdot 800} = 0.12 \text{ мин}$$

Переход 2: Проточка наружного диаметра



$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{нд} + l_{сх}) \cdot i}{S} = \frac{(20 + 1 + 1) \cdot 2}{0.7 \cdot 800} = 0.07 \text{ мин}$$

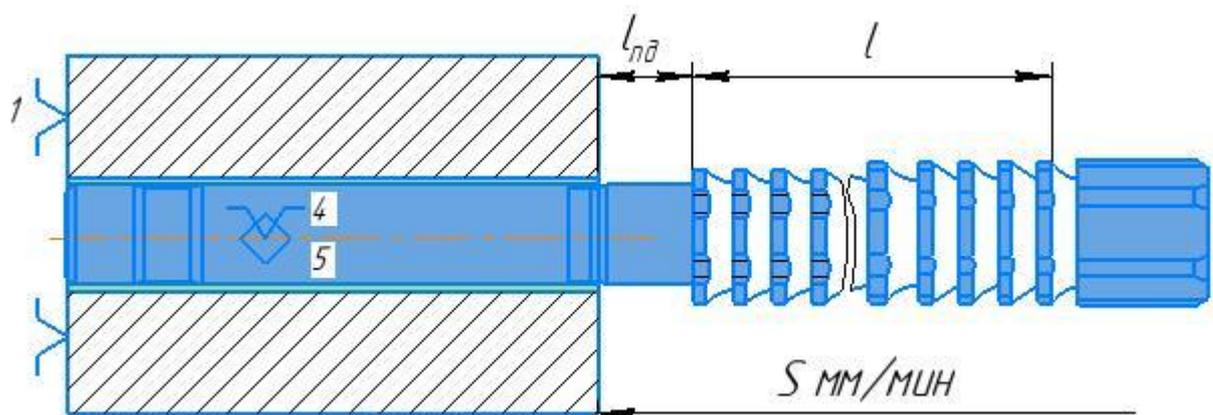
Переход 3: Снятие фаски



$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{нд}) \cdot i}{S} = \frac{(3 + 2) \cdot 1}{0.35 \cdot 125} = 0,11 \text{ мин}$$

Операция 20: Протяжная

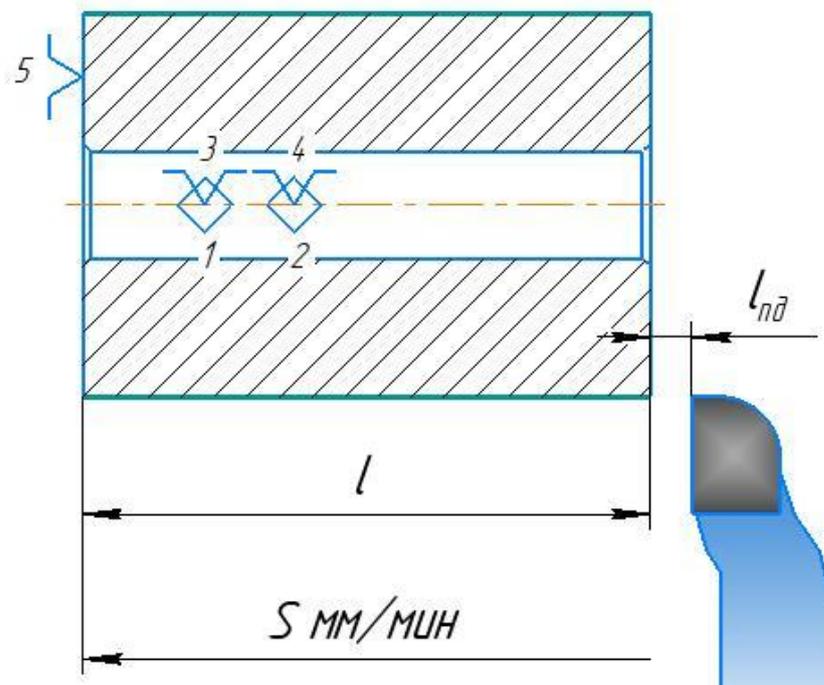
Переход 1: Протягивание сквозного отверстия



$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{нд}) \cdot i}{S} = \frac{(70 + 23) \cdot 1}{0.35} = 0,82 \text{ мин}$$

Операция 25: Токарная

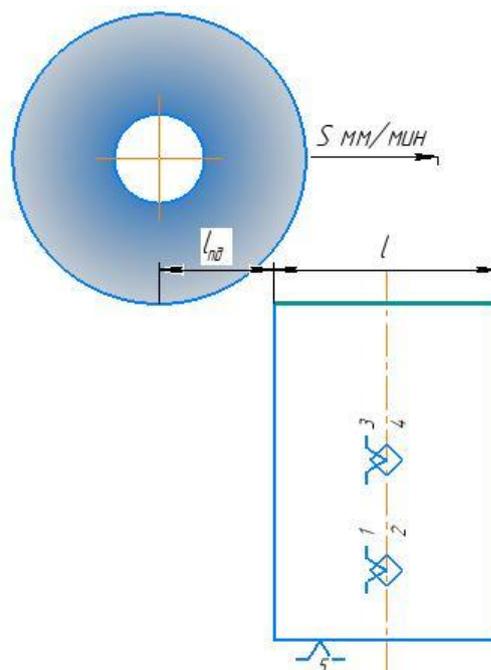
Переход 1: Проточка наружного диаметра



$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}}) \cdot i}{S} = \frac{(64 + 1 + 1) \cdot 1}{0.1 \cdot 1600} = 0,4 \text{ мин}$$

Операция 30: Плоскошлифовальная

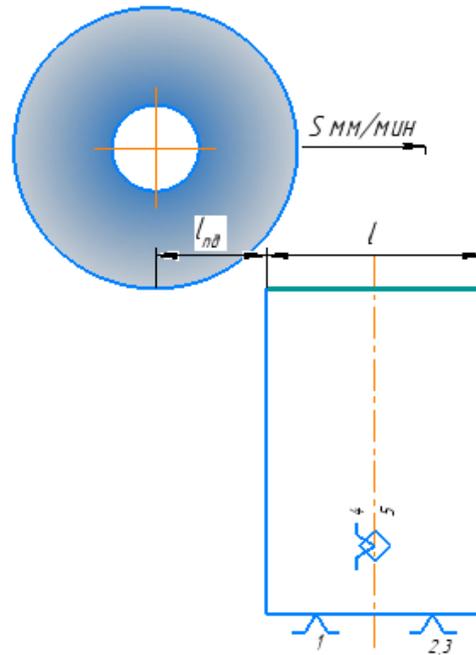
Шлифование торца №1



$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}}) \cdot i}{S} = \frac{(63 + 1 + 1) \cdot 8}{0.1 \cdot 800} = 6,5 \text{ мин}$$

Операция 35: Плоскошлифовальная

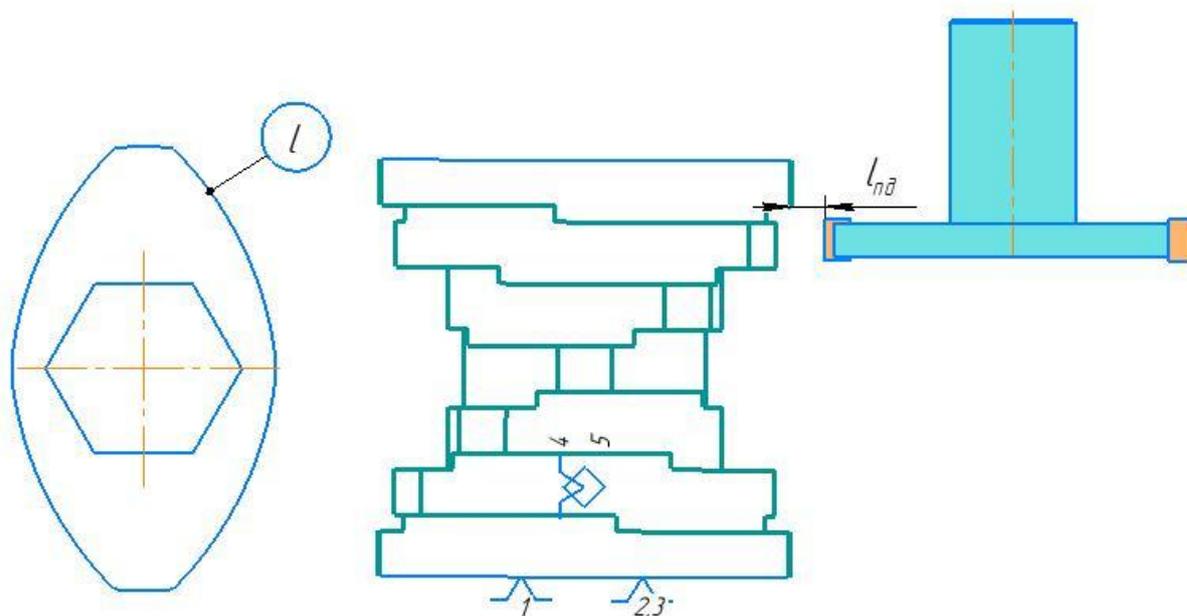
Шлифование торца №2



$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}}) \cdot i}{S} = \frac{(63 + 1 + 1) \cdot 8}{0.1 \cdot 800} = 6,5 \text{ мин}$$

Операция 35: Фрезерная

Фрезерование кулачков



$$t_o = \frac{Li}{Sn} = \frac{(l + l_{нд} + l_{сх}) \cdot i}{S} = \frac{(185 + 3 + 3) \cdot 14}{0.09 \cdot 6 \cdot 1890} = 2,6 \text{ мин}$$

1.8.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали

$$t_{в} = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм};$$

Где $t_{уст}$ - время на установку и снятие детали;

$t_{упр}$ - время на управление станком;

$t_{изм}$ - время измерения детали

Заготовительная операция

$$t_{в} = t_{уст} + t_{упр} = 0,41 + 0,12 = 0,53 \text{ мин.}$$

Токарная операция торцовка

$$t_B = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,2 + 0,23 + 0,29 = 0,72 \text{ мин.}$$

Токарная операция проточка

$$t_B = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,2 + 0,23 + 0,29 = 0,72 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция

$$t_B = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,4 + 0,06 + 0,29 = 0,75 \text{ мин.}$$

Плоскошлифовальная операция 1

$$t_B = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,12 + 0,32 + 0,25 = 0,69 \text{ мин.}$$

Плоскошлифовальная операция 2

$$t_B = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,12 + 0,32 + 0,25 = 0,69 \text{ мин.}$$

Фрезерная операция

$$t_B = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,18 + 0,21 + 0,29 = 0,68 \text{ мин.}$$

1.8.3 Расчет оперативного времени

Заготовительная операция

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 1,44 + 0,52 = 1,97 \text{ мин.}$$

Токарная операция торцовка

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 0,12 + 0,72 = 0,84 \text{ мин.}$$

Токарная операция проточка

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 0,18 + 0,72 = 0,9 \text{ мин.}$$

Сверлильная центровочная операция

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 0,08 + 0,12 = 0,2 \text{ мин}$$

Сверлильная операция

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 1,65 + 0,85 = 2,5 \text{ мин}$$

Плоскошлифовальная операция 1

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 6,5 + 0,69 = 7,19 \text{ мин}$$

Плоскошлифовальная операция 2

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 6,5 + 0,69 = 7,19 \text{ мин}$$

Фрезерная операция

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 2,6 + 0,68 = 3,28 \text{ мин}$$

Расчет времени на обслуживание рабочего места

Заготовительная операция

$$t_{\text{обс}} = \alpha + t_{\text{оп}} = 0,03 * 1,97 = 0,05 \text{ мин.}$$

Токарная операция торцовка

$$t_{\text{обс}} = \alpha + t_{\text{оп}} = 0,03 * 0,84 = 0,02 \text{ мин.}$$

Токарная операция проточка

$$t_{\text{обс}} = \alpha + t_{\text{оп}} = 0,03 * 0,9 = 0,03 \text{ мин.}$$

Сверлильная центровочная операция

$$t_{\text{обс}} = \alpha + t_{\text{оп}} = 0,02 * 0,2 = 0,004 \text{ мин}$$

Сверлильная операция

$$t_{\text{обс}} = \alpha + t_{\text{оп}} = 0,02 * 2,5 = 0,5 \text{ мин}$$

Плоскошлифовальная операция 1

$$t_{\text{обс}} = \alpha + t_{\text{оп}} = 0,03 * 7,19 = 0,22 \text{ мин}$$

Плоскошлифовальная операция 2

$$t_{\text{обс}} = \alpha + t_{\text{оп}} = 0,03 * 7,19 = 0,22 \text{ мин}$$

Фрезерная операция

$$t_{\text{обс}} = \alpha + t_{\text{оп}} = 0,03 * 3,28 = 0,1 \text{ мин}$$

Расчет времени на отдых

Заготовительная операция

$$t_{\text{обс}} = \beta + t_{\text{оп}} = 0,04 * 1,97 = 0,07 \text{ мин.}$$

Токарная операция торцовка

$$t_{\text{обс}} = \beta + t_{\text{оп}} = 0,04 * 0,84 = 0,034 \text{ мин.}$$

Токарная операция проточка

$$t_{\text{обс}} = \beta + t_{\text{оп}} = 0,04 * 0,9 = 0,036 \text{ мин.}$$

Сверлильная центровочная операция

$$t_{\text{обс}} = \beta + t_{\text{оп}} = 0,04 * 0,2 = 0,008 \text{ мин}$$

Сверлильная операция

$$t_{\text{обс}} = \beta + t_{\text{оп}} = 0,04 * 2,5 = 0,1 \text{ мин}$$

Плоскошлифовальная операция 1

$$t_{\text{обс}} = \beta + t_{\text{оп}} = 0,04 * 7,19 = 0,29 \text{ мин}$$

Плоскошлифовальная операция 2

$$t_{\text{обс}} = \beta + t_{\text{оп}} = 0,04 * 7,19 = 0,29 \text{ мин}$$

Фрезерная операция

$$t_{\text{обс}} = \beta + t_{\text{оп}} = 0,04 * 3,28 = 0,13 \text{ мин}$$

Определение подготовительно – заключительного времени

Заготовительная операция

$$t_{\text{пз}} = 3 \text{ мин}$$

Токарная операция торцовка

$$t_{\text{пз}} = 7 \text{ мин}$$

Токарная операция проточка

$$t_{\text{пз}} = 7 \text{ мин.}$$

Сверлильная центровочная операция

$$t_{\text{пз}} = 2 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция

$$t_{\text{пз}} = 9 \text{ мин.}$$

Плоскошлифовальная операция 1

$$t_{\text{пз}} = 12 \text{ мин.}$$

Плоскошлифовальная операция 2

$$t_{\text{пз}} = 12 \text{ мин.}$$

Фрезерная операция

$$t_{\text{пз}} = 10 \text{ мин.}$$

Расчет штучного времени

Заготовительная операция

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{пз}} = 1,44 + 0,53 + 0,05 + 3 = 5,02 \text{ мин.}$$

Токарная операция торцовка

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{пз}} = 1,12 + 0,72 + 0,02 + 7 = 8,86 \text{ мин.}$$

Токарная операция проточка

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{пз} = 0,18 + 0,72 + 0,02 + 7 = 7,92 \text{ мин.}$$

Сверлильная центровочная операция

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{пз} = 0,08 + 0,12 + 0,004 + 2 = 2,204 \text{ мин}$$

Сверлильная операция

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{пз} = 1,65 + 0,75 + 0,5 + 9 = 11,9 \text{ мин}$$

Плоскошлифовальная операция 1

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{пз} = 6,5 + 0,69 + 0,22 + 12 = 19,41 \text{ мин}$$

Плоскошлифовальная операция 2

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{пз} = 6,5 + 0,69 + 0,22 + 12 = 19,41 \text{ мин}$$

Фрезерная операция

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{пз} = 2,6 + 0,68 + 0,1 + 10 = 13,38 \text{ мин}$$

Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{шт.к.} = \sum t_{шт} + \frac{\sum t_{пз}}{N} = 88.104 + \frac{62}{1000} = 88.166 \text{ мин.}$$

Где N- объем партии.

2. Проектирование специального станочного приспособления.

2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.301-2016

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 13.

Таблица 13

Раздел	Содержание раздела
Наименование	Приспособление для крепления детали на фрезерный стол с ЧПУ
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали месильный кулачок
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить точную установку и надежное закрепление детали с целью фрезерования с минимальной погрешностью
Технические требования	Тип производства – мелкосерийный; Программа выпуска – 1000 шт/год Необходимо обеспечить одинаковость всех поверхностей фрезерования
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка в конструкторской части, сборочный чертеж приспособления.

2.3 Расчет погрешности изготовления детали «кулачок» при креплении на специальном приспособлении

Максимальной погрешностью следует понимать, как наибольшее смещение осей между валом шестигранником и шестигранным отверстием детали месильный кулачок.

Найдем эту величину по формуле:

$$t_{max} = \frac{ES_{KD_{3.1}} + ei_{пр}}{2}$$

где $ES_{KD_{3.1}}$ – это верхнее отклонение отверстия

$ei_{пр}$ – нижнее отклонение вала.

Из таблицы допусков и посадок методом подбора выбираем подходящее значение для посадки детали на приспособление. В нашем случае оптимальным решением будет поле допуска **h6**(-0.013 мкм).

Подставим значения:

$$t_{max} = \frac{0.1 + 0.013}{2} = 0.0565 \approx 0.06 \text{ мм}$$

Осевое смещение детали при установке на оправку (рис. 9) так же скажется на наружных поверхностях при фрезеровке.

Максимально возможное отклонение укладывается в допуск биения, требуемый по чертежу.

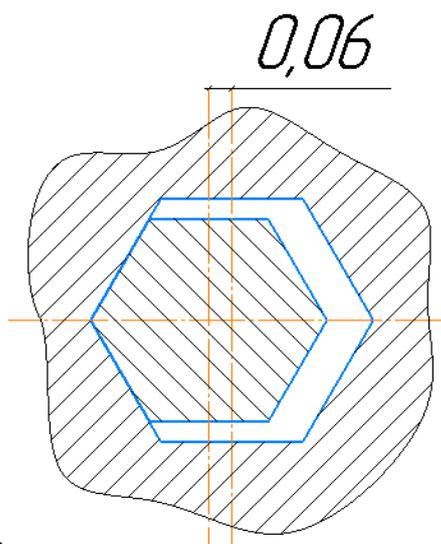
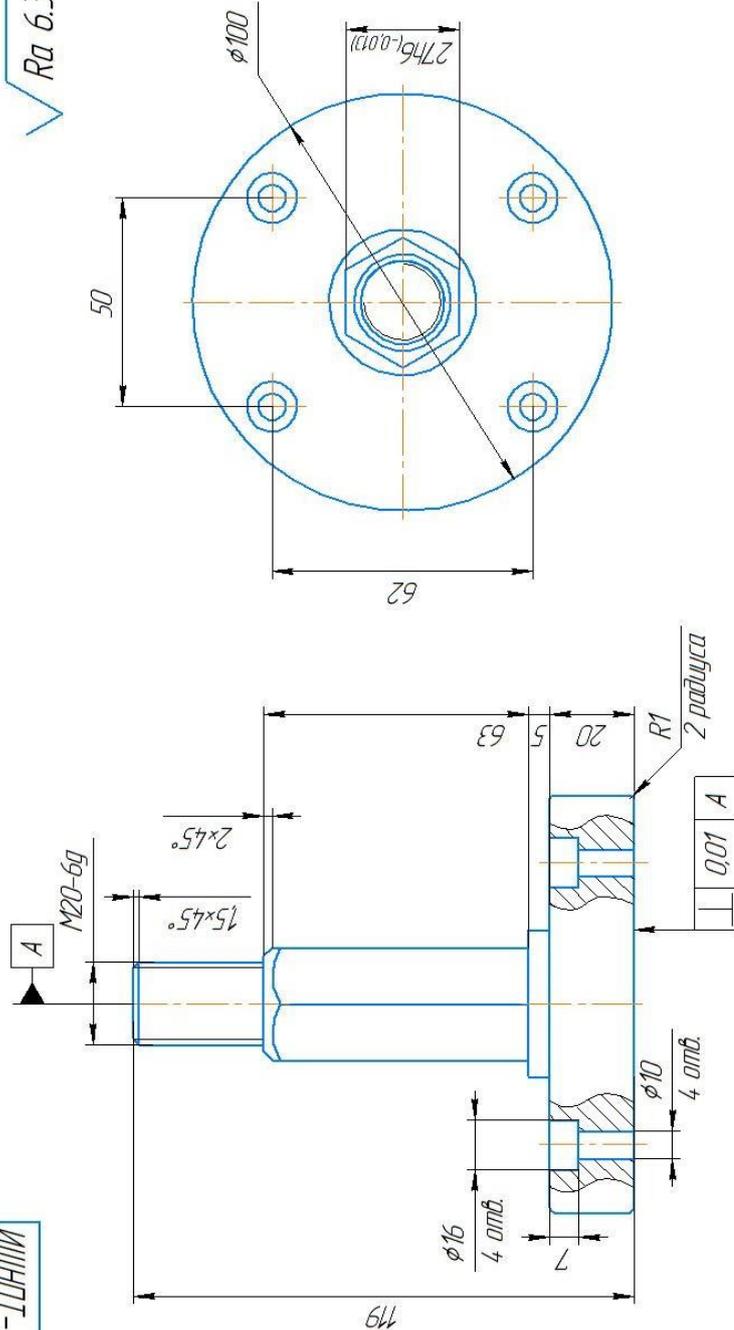


Рисунок 9 – Разрез детали и оправки, установленные с осевым отклонением.

ИШНПТ-38/161/31.101

$\sqrt{Ra\ 6.3}$



- 1 HRC 42..46.
- 2 Неуказанные предельные отклонения: H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.
- 3 Острые кромки притупить.

ИШНПТ-38/161/31.101		Лист	Масса	Масштаб
Оправка			161	1:1
		Лист	Листов	1
Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016		ТПУ Ом		
Изм. Услов.	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.	Челмер 2016 г. А.			
Проф.	Бозанок А.О.			
Техн.пр.				
Нач.отр.				
Удп.				

Формат А3

Не для коммерческого использования

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

Лист № 1

Листов 1

ИШНПТ-38/161/31.101

ИШНПТ-38/161/31.101

ИШНПТ-38/161/31.101

ИШНПТ-38/161/31.101

ИШНПТ-38/161/31.101

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Четвергову Никите Алексеевичу

Школа	Уровень образования	Отделение школы	Направление/специальность
ИШНПТ	Бакалавр	Материаловедение	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Примерный бюджет проекта – 221527 руб. В реализации проекта задействованы два человека: руководитель, инженер
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30% Минимальный размер оплаты труда (на 01.01.2021) 12792 руб.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %. (НК РФ)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Анализ и оценка конкурентоспособности НИ. SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Определение структуры выполнения НИ. Определение трудоемкости работ. Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ по разработке стенда
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Определение: интегрального финансового показателя ;интегрального показателя ресурсоэффективности; интегрального показателя эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности НИ
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Кандидат экономических наук, доцент		16.12.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Четвергову Никите Алексеевичу		16.12.2020

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Цель раздела - комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на исследование (проект), а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы.

3.1 Организация и планирование работ.

Таблица 3.1 Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100% И – 10%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Разработка ТП	НР, И	НР – 50% ИП – 70%
Анализ ТП	И	И – 100%
Разработка специального приспособления	И	И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

НР- научный руководитель, И- исполнитель.

3.1.1 Продолжительность этапов работ.

Расчет продолжительности этапов работ будет осуществляться опытно – статистическим методом, экспертным способом соответственно.

Экспертный способ используется при отсутствии или недостатке информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется формула:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5},$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д}$$

где $t_{ож}$ – 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:

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} \cdot T_{\text{К}},$$

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

$T_{\text{К}}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{\text{К}} = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205$$

где $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 365$);

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 52$);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 10$).

Результаты вычислений приводим в таблицу 3.2.

В таблице 2 приведено определение продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. Реализован экспертный способ по формуле. Таблица содержит величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_{\text{Д}} = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{\text{ож}} * K_{\text{Д}}$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на $T_{\text{К}}$ (здесь оно равно 1,205). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта.

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел. дн.			
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{рд}$		$T_{кд}$	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка задачи	НР	2	4	2,8	3,36	–	4,05	–
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	2	3	2,4	2,88	0,29	3,47	0,35
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	9	11	9,8	3,58	11,7	4,25	14,1
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,8	3,36	0,33	4,05	0,39
Разработка ТП	НР, И	10	15	12	7,2	10,1	8,7	12,1
Анализ ТП	И	8	15	10,8	–	12,9	14,2	15,6
Разработка специального приспособления	И	5	7	5,8	–	6,96	10,4	8,38
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	8	10	8,8	–	10,5	–	12,7
Оформление графического материала	И	10	13	5,4	–	6,48	–	7,8
Подведение итогов	НР, И	5	8	6,2	4,46	7,44	5,4	8,96
Итого:				66,8	24,7	66,8	54,6	80,5

Этап	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	4,05	–	■										
2	3,47	0,35	■	■									
3	4,251	14,17		■	■								
4	4,05	0,39			■								
5	8,7	12,17			■	■							
6	14,25	15,62				■	■						
7	10,47	8,38					■	■					
8	–	12,72						■	■	■			
9	–	7,8							■	■	■		
10	5,4	8,96									■	■	

НР – серым цветом ; И– черным цветом

3.1.2 Расчет накопления готовности проекта.

Цель данного пункта – оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i-го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- $TR_{\text{общ}}$ – общая трудоемкость проекта;
- TR_i (TR_k) – трудоемкость i-го (k-го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- TR_i^H – накопленная трудоемкость i-го этапа проекта по его завершении;
- TR_{ij} (TR_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых j-м участником на i-м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя.

Степень готовности определяется формулой :

$$CG_i = \frac{TR_i^H}{TR_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i TR_k}{TR_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TR_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TR_{km}}$$

Таблица 3.4 Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	TR_i , %	CG_i , %
Постановка задачи	2.99	2.99
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	2.82	5.81
Подбор и изучение материалов по тематике	18.32	24.13
Разработка календарного плана	3.28	27.41
Разработка ТП	5.83	33.24
Анализ ТП	17.78	51.02
Разработка специального приспособления	13.83	64.86
Оформление расчетно-пояснительной записки	7.69	83.65
Оформление графического материала	5.77	89.41
Подведение итогов	10.59	100.00

3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

3.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от

поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5 ÷ 20 %. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах.

Таблица 3.5 Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Фотобумага для принтера 170гр 127*8*50,8	270	3 ролик	810
Бумага для принтера формата А4	250	1 уп.	250
Картридж для принтера	1550	1 шт.	1550
Итого:			2610

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 2610 * 1,05 = 2740,5$ руб.

3.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \text{МО} / 24,83$$

учитывающей, что в году 298 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 24,83 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 6. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 2. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{ПР} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,188$; $K_p = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{и} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{доп.ЗП}$ применяется при шестидневной рабочей неделе.

Таблица 3.1 Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	23264,86	936,97	25	1,699	39797,8
И	15000	604,12	67	1,62	68768,79
Итого:					108566,59

3.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $S_{соц.} =$

$S_{зп} * 0,3$. Итак, в нашем случае

$S_{соц.} = 108566,59 * 0,3 = 32569,977$ руб

3.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{Э}}$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{Э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $Ц_{\text{Э}} = 5,257$ руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 2 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t,$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} \cdot K_C$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Таблица 3.2 Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об}}$, кВт	Затраты $Э_{\text{об}}$, руб.
Персональный компьютер	536*0,6	0,3	507,195
Струйный принтер	30	0,1	15,77
Итого:			522,965

3.2.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула

$$C_{AM} = \frac{N_A * Ц_{ОБ} * t_{рф} * n}{F_D},$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

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

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. Для ПК (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) принимаем $F_D = 298 * 8 = 2384$ часа;

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

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Примем для ПК срок амортизации – 2,5 года, тогда $N_A = 1:2,5=0,4$. Стоимость ПК 25000 руб., время использования 536 часа, тогда:

$$C_{AM}(ПК) = (0,4*25000*536*1)/2384 = 2248,32 \text{ руб.}$$

Для принтера срок амортизации – 2 года, тогда $N_A = 1:2=0,5$. Стоимость принтера 8000 руб., $F_D = 500$ час, тогда

$$C_{AM}(Пр) = (0,5*8000*30*1)/500 = 240 \text{ руб.}$$

Итого начислено амортизации: $C_{AM} = C_{AM}(ПК) +$

$$C_{AM}(Пр) = 2248,32 + 240 = 2488,32 \text{ руб.}$$

3.2.6 Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)

Сюда относятся:

- командировочные расходы, в т.ч. расходы по оплате суточных, транспортные расходы, компенсация стоимости жилья;
- арендная плата за пользование имуществом;
- оплата услуг связи;
- услуги сторонних организаций.

Норма оплаты суточных – 100 руб./день.

Данный вид расходов отсутствует.

3.2.7 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,1$$
$$C_{\text{проч.}} = (2610 + 108566,59 + 32569,977 + 522,965 + 2488,32) \cdot 0,1 = 14675,78 \text{ руб.}$$

3.2.8 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Разработка технологического процесса изготовления детали типа вал».

Таблица 3.3 Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	2610

Основная заработная плата	$C_{зп}$	108566,59
Отчисления в социальные фонды	$C_{соц}$	32569,977
Расходы на электроэнергию	$C_{эл.}$	522,965
Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	2488,32
Прочие расходы	$C_{проч}$	14675,78
Итого:		161433,64

3.2.9 Расчет прибыли

Размер прибыли принимаем в размере 20% от полной себестоимости проекта. Прибыль составляет 26301,077 руб.

3.2.10 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли.
 $(161433,64 + 26301,077) * 0,18 = 33792,25$ руб.

3.2.11 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае
 $C_{НИР(КР)} 161433,64 + 26301,077 + 33792,25 = 221526,967$ руб.

Выводы

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

1. Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации устройства, как наиболее предпочтительного и рационального, по сравнению с остальными;

2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 86 дней, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 80,5 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель – 54,6;

3. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляет 221526,967 руб.

4. При внедрении проекта на производственную линию изготовления месильного кулачка, детально рассчитана техническая и экономическая часть и собрана вся необходимая для этого информация. Проект достаточно оптимизирован, задействовано наименьшее количество человеко-часов. Так же введено минимум единиц оборудования, что положительно сказывается на изначальной сумме вложений и простоте внедрения в производство.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Четвергову Никите Алексеевичу

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

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Месильный кулачок»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является рабочее место исполнителей технологического процесса изготовления детали «Месильный кулачок» Широко применяются в станках и прессах, автоматах, двигателях и т.д.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	«Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021)»
2. Профессиональная производственная безопасность: 2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов	Вредные факторы: -наличие в воздухе аэрозолей; -повышенный уровень шума на рабочем месте; - Повышенный уровень вибрации; -недостаточная освещенность рабочей зоны; Опасные факторы: -повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека;
3. Экологическая безопасность:	Область воздействия на атмосферу, гидросферу, литосферу не значительны
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС – обрушение зданий и сооружений, пожары, возгорания ГСМ, взрывы и т.п. Наиболее типичная ЧС: пожары.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.12.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ООД	Мезенцева Ирина Леонидовна			16.12.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Четвергов Никита Алексеевич		16.12.2020

Введение

Данная глава посвящена обеспечению безопасных условий труда при производстве детали «Месильный кулачок». В качестве объекта исследования был выбран технологический процесс изготовления детали.

При выполнении данного раздела воспользуемся структурой раздела по варианту 1-3 [412. прил. 1]

При производстве детали «Месильный кулачок» присутствуют следующие этапы: обработка на металлорежущих станках; термообработка; химико-термическая. В ходе работы необходимо обеспечить безопасность жизни и здоровья персонала, который производит работу на планируемом предприятии.

«Месильный кулачок» - составляющая часть месильной машины, может использоваться на различных производствах.

Географическим местоположением места выполнения работ примем место обучения – Томская область.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно ст. 37 Конституции Российской Федерации каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Однако многие работники по ряду причин вынуждены трудиться на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда, т. е. не отвечающих требованиям выше названной статьи.

Работнику, занятому в таких условиях, должны полагаться различного рода компенсации, которые в той или иной мере уменьшают вред, наносимый его здоровью, или помогают его восстановлению.

Перечислим компенсации, на которые имеют право работники.

1. Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными и иными особыми условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными

ставками, окладами (должностными окладами), предусмотренными в отношении различных видов работ с нормальными условиями труда (ст. 147 ТК РФ).

2. Продолжительность рабочего времени работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, не может превышать 36 часов в неделю (ст. 92 ТК РФ).

3. Работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (на работах, связанных с неблагоприятным воздействием на здоровье человека вредных физических, химических, биологических и иных факторов) предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск (ст. 117 ТК РФ).

4. Работники, занятые на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда (в т. ч. на подземных работах), а также на работах, связанных с движением транспорта, должны проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры (ст. 213 ТК РФ).

5. На работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются сертифицированные специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (далее – СИЗ), а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами (ст. 221 ТК РФ).

6. На работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты. Их выдача работникам по письменным заявлениям последних может быть заменена компенсационной выплатой в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов, если это предусмотрено коллективным договором и (или) трудовым договором. На работах с особо вредными условиями труда

работникам предоставляется бесплатно по установленным нормам лечебно-профилактическое питание (ст. 222 ТК РФ).

7. В соответствии с пенсионным законодательством работники, проработавшие в особых условиях определенный период времени, пользуются правом на досрочный выход на пенсию по возрасту (ст. 27, 28 Федерального закона от 17.12.2001 № 173-ФЗ «О трудовых пенсиях в Российской Федерации»; далее – Закон № 173-ФЗ).

4.2 Профессиональная производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов на металлообрабатывающем производстве по производству кулачков месильных воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003- 2015. Проанализировав опасные и вредные факторы на данном производстве, представим в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Вредные факторы				
1. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха	-	+	-	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха СП 60.13330.2012[14].
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте	-	+	+	Уровень шума на рабочих местах СН 2.2.4/2.1.8.562–96[16]
3. Повышенный уровень	-	+	+	Производственная вибрация, вибрация в

вибрации				помещениях жилых и общественных зданий СН 2.2.4/2.1.8.566–96 [17]
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	Естественное и искусственное освещение СП 52.13330.2016[18]
Опасные факторы				
5. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через человека	+	+	+	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов ГОСТ 12.1.038-82 [15].

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении технологического процесса на производство

Произведем анализ вредных и опасных факторов:

1. Вследствие производственной деятельности в воздушную среду помещений могут поступать разнообразные вредные вещества, которые используются в технологических процессах. В данном производстве детали «Месильный кулачок» используются специальные СОЖ, отработанные масла, которые подаются в зону резания для охлаждения режущего инструмента и заготовки, в процессе обработки режущий инструмент может разогреваться до высоких температур (быстрорежущая сталь до 620°С, твердый сплав до 900°С), что приводит к испарению данных веществ, что негативно сказывается на здоровье рабочих.

Производственная пыль достаточно распространенный опасный и вредный производственный фактор. Пыль может оказывать на человека фиброгенное воздействие, при котором в легких происходит разрастание соединительных тканей, которое нарушает нормальное строение и функцию органа. Вред производственной пыли обусловлен ее способностью вызывать профессиональные заболевания легких, в первую очередь пневмокониозы. В данном планируемом производстве детали «Месильный кулачок» особо вредными участками являются химико-термический.

Производственные помещения, а так же расположенные в них воздуховоды вентиляции должны очищаться от пыли, чтобы количество

взвешенной в воздухе и осевшей пыли не должно превышать среднесуточной нормы 0.15 мг/м^3 согласно СП 60.13330.2012.

2. Шум. Источником шума и вибрации являются металлорежущие станки, электродвигатели, краны и т.д. которые в процессе своей работы являются раздражителями органов слуха и нервной системы. Технологические участки, на которых присутствует повышенный шум: токарный, фрезерный, шлифовальный.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 дБ.

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на все органы и системы целостного организма, вызывая разнообразные физиологические изменения.

Шум действует на организм как стресс-фактор, вызывает изменение звукового анализатора, а также, благодаря тесной связи слуховой системы с многочисленными нервными центрами на самом различном уровне, происходят глубокие изменения в центральной нервной системе.

Наиболее опасно длительное действие шума, при котором возможно развитие шумовой болезни - общего заболевания организма с преимущественным поражением органа слуха, центральной нервной и сердечно - сосудистой систем.

3. Вибрация. Источником вибрации в производственном процессе изготовления «Месильный кулачок» является все металлообрабатывающее оборудование, это связано с необходимостью менять направление рабочих подач, остановкой/пуском электродвигателей, износом режущего инструмента и т.д.

Вибрация оказывает негативные влияния на следующие органы человека: нейрососудистой, нервно-мышечной систем, опорно-двигательного аппарата, может привести к изменению обмена веществ в организме и т.д. Может возникнуть вибрационная болезнь, при которой наиболее часто страдает центрально нервная система, которая связана с комбинированным

воздействием вибрации и интенсивного шума, постоянно сопутствующего вибрационным процессам, которые не должны превышать 86 дБ, указанные в нормативе СН 2.2.4/2.1.8.566–96.

4. Неправильное организованное освещение рабочих мест и рабочих зон, в производственном цеху, где производится «Месильный кулачок», не только утомляет зрение, но и вызывает утомление всего организма в целом. Недостаточное освещение, слепящие источники света и резкие тени от оборудования и других предметов притупляют внимание, вызывают ухудшение или потерю ориентации работающего, что может быть причиной травматизма. Установлено, что неудовлетворительное освещение является причиной примерно 5% несчастных случаев на производстве. При недостаточной освещенности сокращается время ясного видения — время, в течение которого глаз человека сохраняет способность различать рассматриваемый объект. Нормативы освещения рабочих мест в цехах промышленного предприятия в соответствии с ВСН 196-83.

Таблица 2 – Нормы освещения механических и инструментальных цехов, цехов оснастки

№	Освещаемые объекты	Освещенность рабочих поверхностей, лк
1	ОТК	750
2	Механические цехи, отделения, участки: разметочный стол, слесарные работы, работа с чертежами	500
3	Общий уровень освещенности механических цехов	200
4	Термические печи, закалочные ванны, ванны охлаждения	200
5	Общий уровень освещенности по термическому цеху	150

5. Электробезопасность. В данном технологическом процессе: изготовления детали типа месильный кулачок всё оборудование работает от электрической сети, в связи с чем необходимо обезопасить рабочий персонал от возможного контакта с токоведущими частями оборудования.

Основными причинами электротравматизма являются:

- Возможность прикосновения к незащищенным токоведущим частям (необходимо изолировать такие части в специальных электрических шкафах);
- Несогласованные и ошибочные действия персонала. Например, подача напряжения на установку где работают люди (осуществляется ремонт). Необходимо проведение периодически повторяющихся инструктажей по электробезопасности.

Необходимо руководствоваться ГОСТ 12.1.019-2017 для обеспечения электробезопасности при производстве «Месильный кулачок».

4.2.2 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов

Для минимизации вредных воздействий на организм в процессе изготовления детали «Месильный кулачок», необходимо принять следующие меры:

1. Обеспечение чистоты воздуха в производственном помещении достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения, в котором осуществляется термообработка месильного кулачка и подачей в него свежего воздуха, т.е. вентиляцией. В технологическом процессе изготовления месильного кулачка необходимо применять обще-обменную приточно-вытяжную вентиляцию для всех производственных участков, а так же оснастить местной вентиляцией следующий участок: термо-химический.

2. Для борьбы с шумом на производственных участках (заготовительном, токарном, фрезерном, шлифовальном) необходимо использовать коллективные и индивидуальные средства защиты. К индивидуальным средствам относятся: беруши и противозумные наушники. К коллективным средствам защиты относятся акустические экраны, звукоизолирующие кожухи, так же применяют звукопоглощающие облицовки для технологического оборудования. При проектировании

производственных участков технологического процесса изготовления детали «Месильный кулачок» следует отделять малозумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума.

3. К способам борьбы с вибрацией относятся снижение вибрации в источнике (улучшение конструкции машин, статическая и динамическая балансировка вращающихся частей машин), виброгашение (увеличение эффективной массы путем присоединения машины к фундаменту), виброизоляция (применение виброизоляторов пружинных, гидравлических, пневматических, резиновых и др.) вибродемпфирование (применение материалов с большим внутренним трением), применение индивидуальных средств защиты (виброзащитные обувь, перчатки со специальными упруго-демпфирующими элементами, поглощающими вибрацию) [2].

4. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СП 52.13330.2016. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 12%. Для местного освещения используют светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Так как освещённость, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещённости необходимо применять комбинированное освещение – естественное и искусственное. Искусственное общее освещение – лампы накаливания необходимо располагать в верхней зоне помещения и непосредственной близости рабочей зоны.

5. Для предотвращения поражением электрическим током все металлорежущее оборудование, применяемое в технологическом процессе изготовления детали «Месильный кулачок», должно быть надежно заземлено, токоведущие провода и кабели необходимо изолировать. В электрических шкафах необходимо применять защитно - отключающие устройства. Недоступность токоведущих частей электроустановок

необходимо обеспечить размещением их на необходимой высоте, оснастить ограждением от случайных соприкосновений.

4.3 Экологическая безопасность.

Разработанный технологический процесс обработки месильного кулачка не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу.

В процессе производства образуются отходы, которые при соответствующей обработке могут быть использованы повторно, для промышленной продукции. Отработанную СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу, которая получена на токарных, фрезерных и шлифовальной операции, 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. Масляная мелкая стружка и пыль, по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках. Крупная стружка прессуется в брикеты для дальнейшей переработки на металлургическом заводе.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации можно разделить на три основные группы:

- ЧС техногенного характера (пожары, взрывы, обрушение зданий, различные выбросы РВ, БОВ, АХОВ (радиоактивных веществ, биологически опасных веществ, аварийно химических веществ) и т.д.);
- ЧС природного характера (геофизические – землетрясения, извержения вулканов; метеорологические – бури, ураганы, смерчи; гидрологические – цунами, половодье и т.д.; природные пожары);

- ЧС экологического характера (эрозия, опустынивание, разрушение озонового слоя, загрязнение водной среды).

Наиболее вероятной ЧС при производстве месильного кулачка является возникновение пожара при несоблюдении норм пожарной безопасности на рабочем месте или в подсобном помещении или вследствие короткого замыкания.

Порядок действий должностного лица ответственного за пожарную безопасность, при возникновении пожара (согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 года N 390, дополнено 20 сентября 2019 года):

- Дублирует информацию о пожаре, ставит в известность вышестоящее начальство;
- Организует спасение людей из зоны пожара;
- Отвечает за отключение электроэнергии, остановку работы всех устройств и оборудования, технологических процессов производства, прекращение всех остальных видов работ (кроме тех, которые связаны с ликвидацией возгорания);
- Удаляет на безопасное расстояние всех людей, не принимающих участие в пожаротушении;
- Осуществляет руководство до прибытия работников МЧС;
- Следит за безопасностью работников, осуществляющих тушение огня, от поражения током, удушья, ожогов и т.д.;
- Одновременно организует перевозку ценного оборудования, имущества предприятия.

Для предотвращения ЧС в виде пожара необходимо использовать следующие меры:

- Утвердить ответственное лицо/отдел организующую работу по обеспечению противопожарной безопасности на производстве;

- Производить подробный инструктаж для сотрудников по пожарной безопасности;
- Обеспечить помещения предприятия средствами тушения возгораний, а так же автоматическими средствами по обнаружению возгораний;
- Отведение специальных мест для курения;
- Разработать и разместить планы эвакуации при пожаре на видных местах.

Вывод по разделу

В ходе проделанной работы было выявлено: в данном проекте присутствует особо вредный технологический участок – химико-термический. Были выявлены участки с вредными производственными факторами, разработаны меры по уменьшению вредного воздействия на здоровье людей, участвующих в процессе изготовления детали «Месильный кулачок». Так же были предложены меры по предотвращению наиболее вероятной ЧС в Томской области – пожар. Предложенные методы из этого раздела возможно внедрить на производство, при этом потребуются задействовать дополнительные финансовые затраты, которые увеличат конечную стоимость детали, но сохранит здоровье рабочих, которые задействованы при производстве месильного кулачка.

Список использованных источников

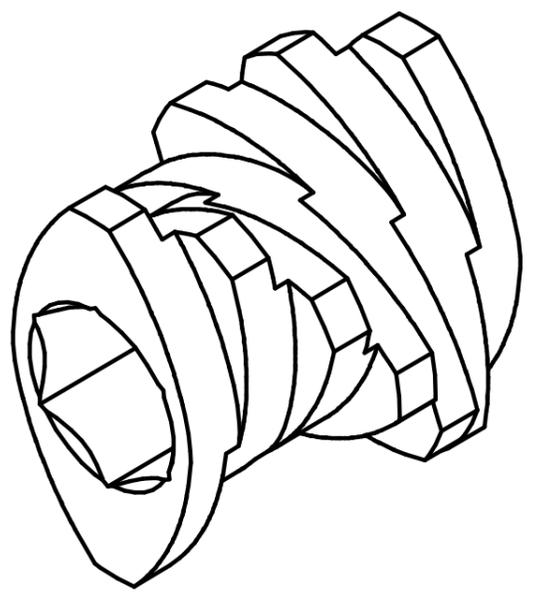
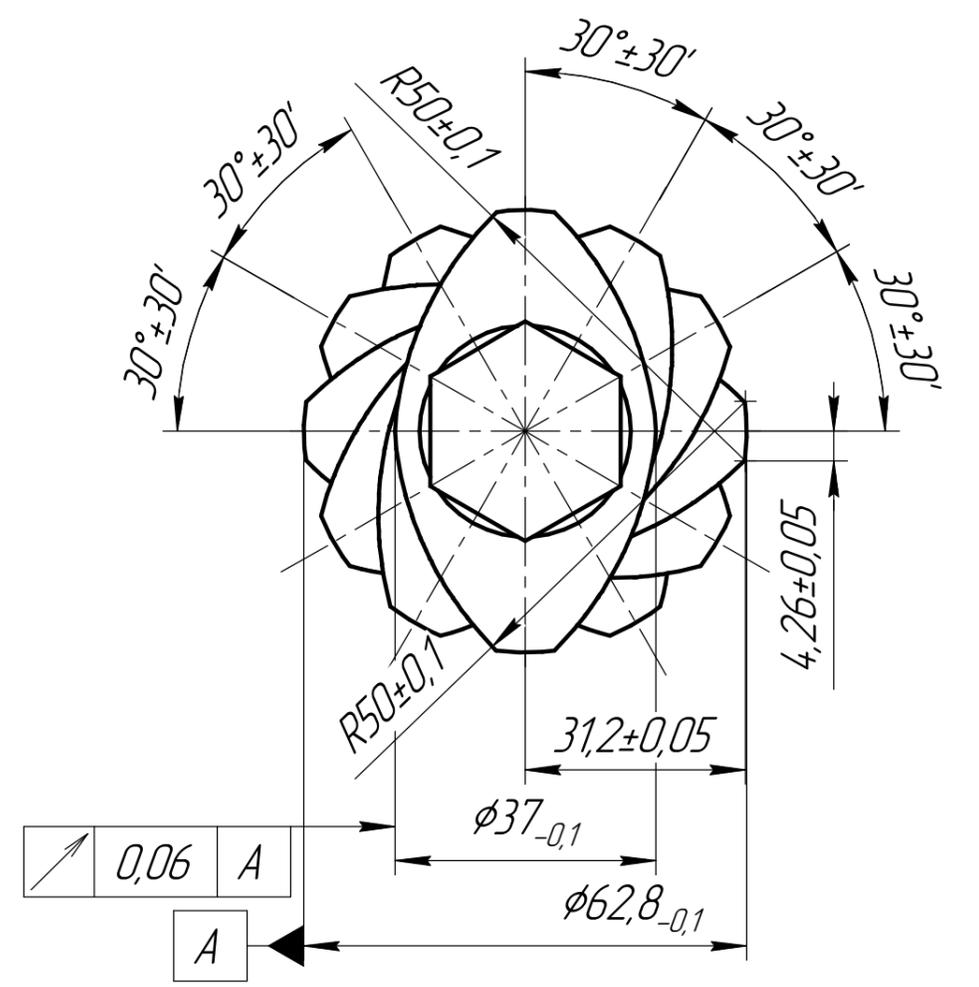
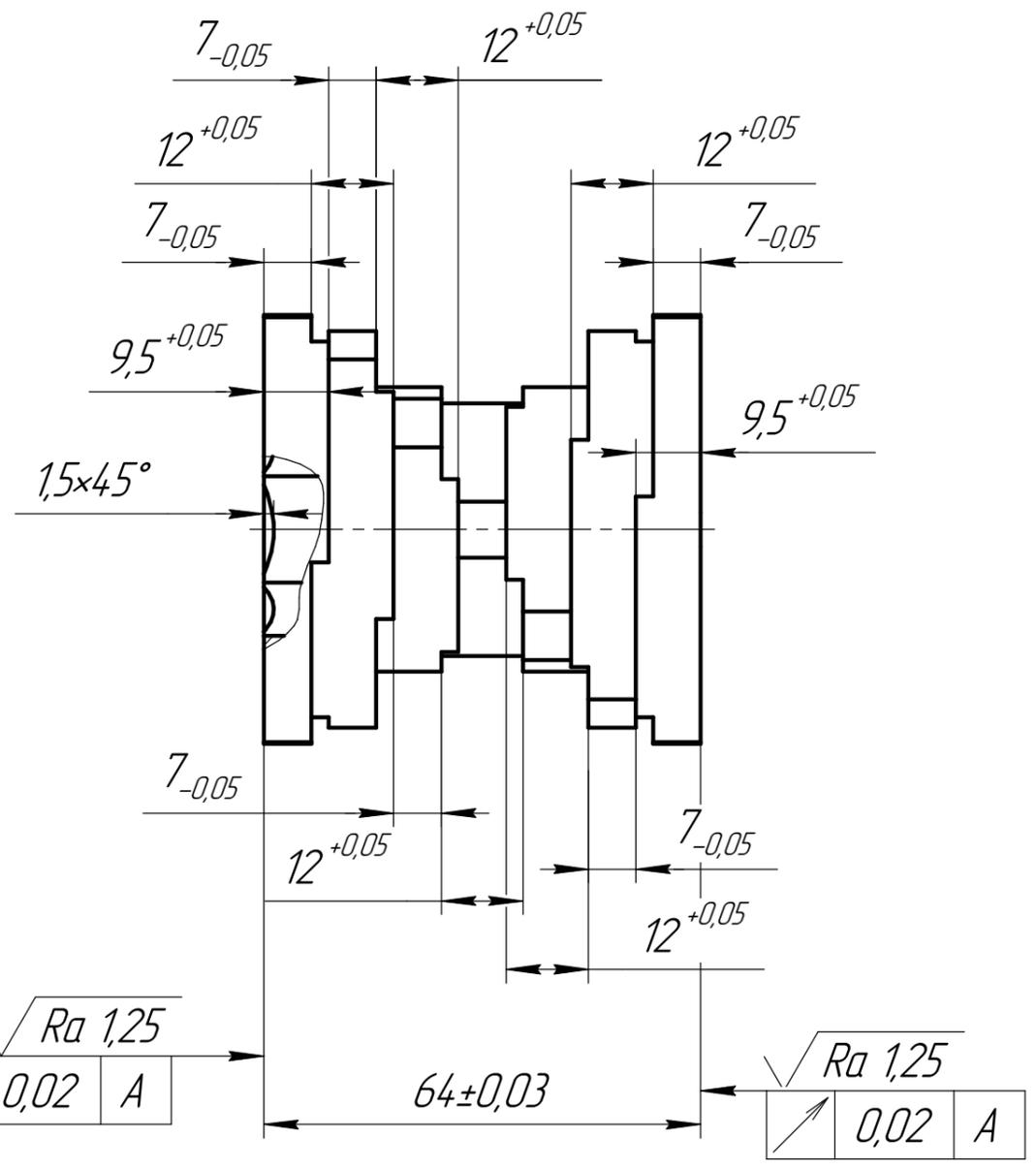
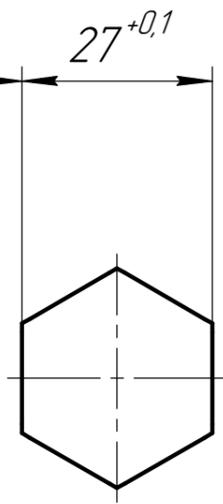
1. Технология изготовления кулачков. Румянцев А.В. Изд-во «Машиностроение» 1969. 232 стр. Табл. 22. Илл. 88. Библ. 65 назв.
2. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 352 с.
3. Краткий справочник технолога-термиста / И.С. Каменичный МАШГИЗ Государственное Научно-техническое издательство машиностроительной литературы. – Москва 1963. – 280 с.
4. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е издание. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 91 с.
5. ГОСТ 30893.1 – 2002 (ИСО 2768-1-89) «ОБЩИЕ ДОПУСКИ. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками»
6. А. Г. Косилова, Р. К. Мещерякова «Справочник технолога-машиностроителя» Машиностроение В 2-х томах, Том 2, 4-е издание, 1986 год, 496 стр.
7. Технология машиностроения (специальная часть): Учебник для машиностроительных специальностей вузов/А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.: ил.
8. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Под ред. А.Ф. Горбачевича. Минск, «Высшая школа», 1975.
9. Пашков Е.Н. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.

10. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С.В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт ИД Юрайт, 2015. – 703 с.

Приложение А
чертеж детали «кулачок»

$\sqrt{Ra 3,2 (\checkmark)}$

$\sqrt{Ra 2,5}$
0,08 A



1 H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.
2 32... 36 HRC. Азотировать h 0,6...0,9; 1000...1100 HV.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Месильный кулачок	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							0,49	1:1
Проб.						Лист	Листов 1	
Т.контр.						Сталь 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71		
Н.контр.					ОМ ТПУ			
Утв.					Копировал			
						Формат А3		

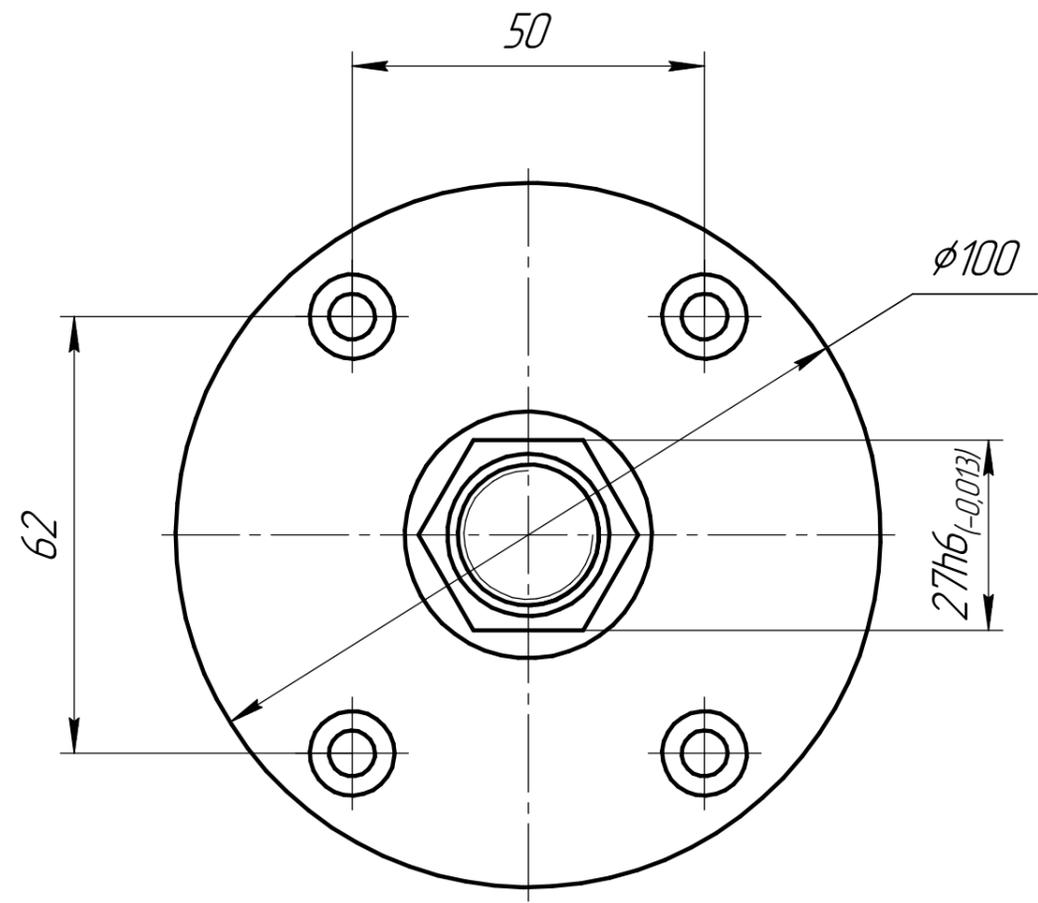
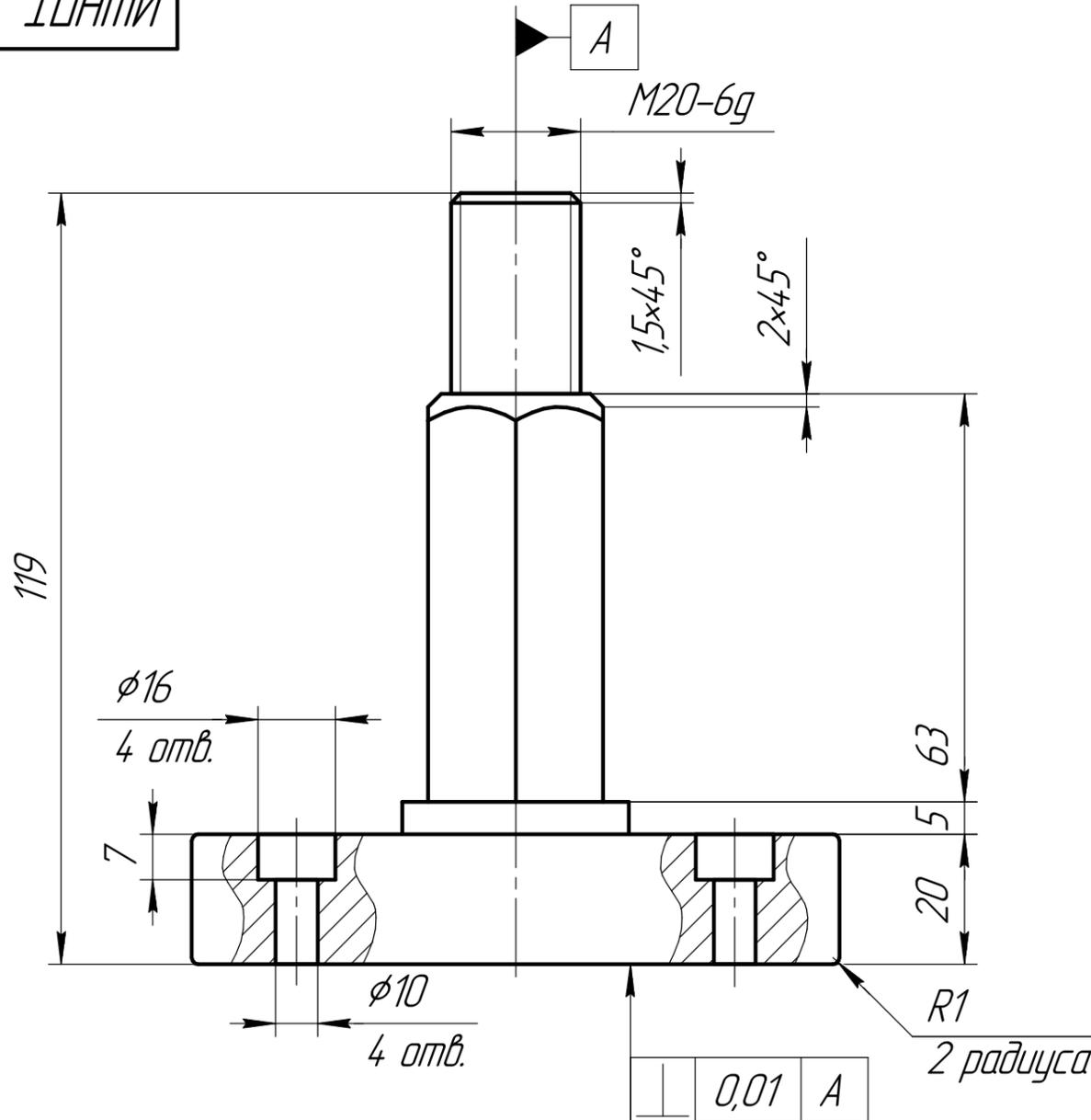
КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
Инд. № подл. Подп. и дата
Взам. инв. № Инв. № дцкл. Подп. и дата

Справ. №
Перв. примен.

Приложение Б
чертеж приспособления для крепления детали на фрезерный
стол

ИШНПТ-38/161/31.101

$\sqrt{Ra\ 6.3\ (\checkmark)}$



1 HRC 42..46.

2 Неуказанные предельные отклонения: H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

3 Острые кромки притупить.

				ИШНПТ-38/161/31.101		
				Оправка		
				Лист	Масса	Масштаб
					1,61	1:1
				Лист	Листов 1	
				Сталь 40X ГОСТ 4543-2016		
				ТПУ Ом		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Четвергов Н.А.				
Проб.		Бознак А.О.				
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						

Копировал

Формат А3

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены. Взам. инв. № Инв. № дцкл. Подп. и дата. Инв. № подл. Подп. и дата.

Не для коммерческого использования

Справ. №. Перв. примен.

Приложение В
сборочный чертеж приспособления для крепления детали на
фрезерный стол

ИШНПТ-38/61/31.1 СБ

Перв. примен.

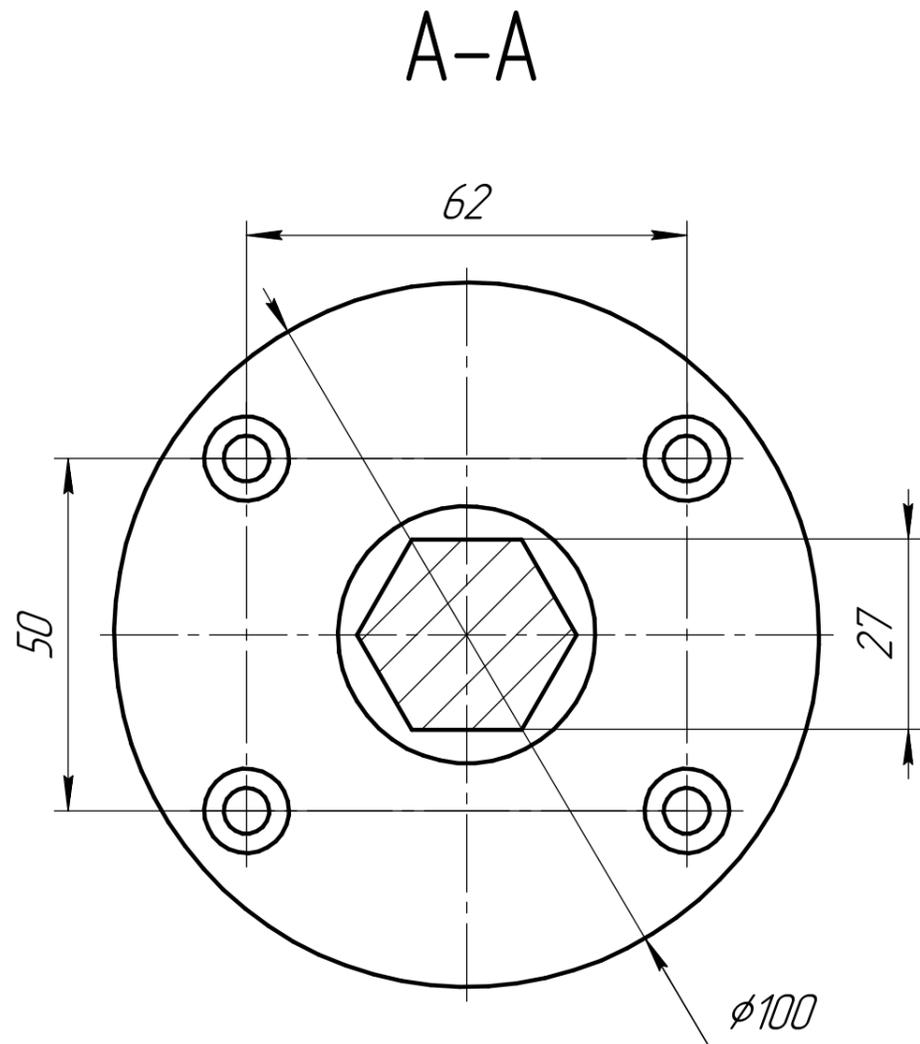
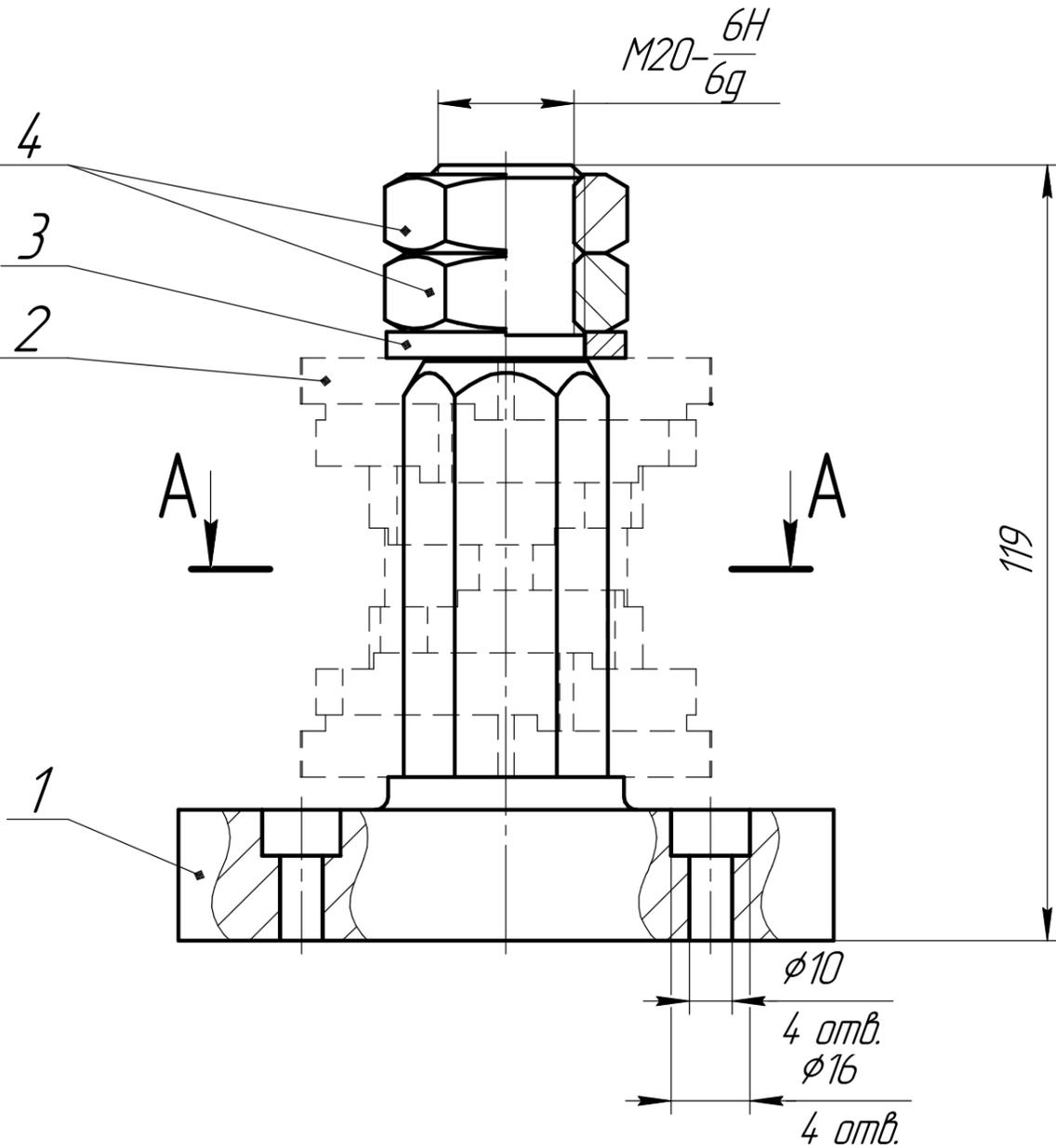
Справ. №

КОМАС-30 v19 Учебная версия © 2021 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № подл.



1 Размеры для справок.

				ИШНПТ-38/61/31.1 СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Специальное приспособление Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Четвергов Н.А.						2,24	1:1
Пров.	Бознак А.О.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ОМ		
Н.контр.								
Утв.								

Копировал

Формат А3

Приложение Г
Технологическая карта

Чертеж детали
представлен на листе 1

Материал

Наименование, марка

Сталь 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71

Код ед.
величины

Масса де-
талей, кг

0,49

Заготовка

Код и вид

Профиль
Размеры

Кол.

Масса,
кг

Прокат круглый
φ 67 мм

1000

1,966

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭКСИЗ	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие однобрем. одной ступен.	Число рабочих ходов	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки				Нормы времени					Разряд работы	
операции	перехода					Режущий	Измерительный					Подача		Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	Т _о	Т _{бс}	Т _{пз}	Т _{шт}	Т _{шт.к}		
												мм/об	мм/мин									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
05	А 1	Заготовительная Установить и снять заготовку Отрезать заготовку, выдерживая размер 72 _{-3,24}		Ленточнопильный станок JET HBS-1220DC	Рольганг	Полупан М51 34x1.1x3950мм 4/6ТPI			1	67	2	-	50	33	10	1,44	0,53	3	5,02	5,03		
10	1	Токарная Подрезать торцы, выдерживая размер 70 _{-3,24}		Токарный станок 16К20	Трехшпиндельный самоцентрирующий патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80	Резец отогнутый ВК8 2102-1117 ГОСТ 18877-73			2	33,5	1,68	0,7	560	800	168,3	1,91	0,72	7	8,86	8,87		
	2	Точить поверхность выдерживая размеры 52 и phi 66,2 _{-0,2}				Резец упорный ВК8 2101-0013 ГОСТ 18897-73	Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-89			2	52	16	0,4	320	800	210	3,33	0,72	7	7,92	7,93	
	3	Сверлить отверстие, выдерживая размеры phi 8 на 14 мм				Сверло 2317-0111 ГОСТ 14952-75	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-89			1	14	4	0,25	200	800	25,1	0,75	0,75	2	2,2	2,3	

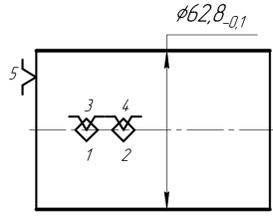
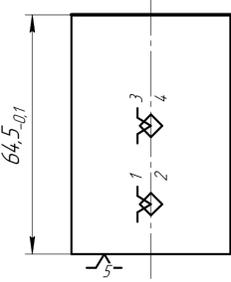
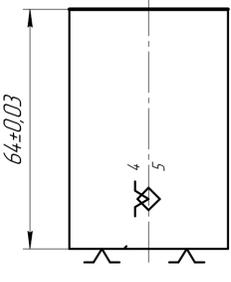
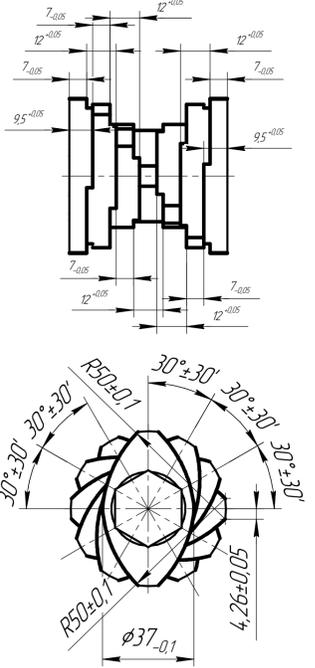
ИШНПТ-38/161/31

Изм./Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Четвергов НА		
Проб.	Бознак А.О.		
Т.контр.			
И.контр.			
Утв.			

Технологическая карта

Лист	Масса	Масштаб
1		
Листов		
3		

ТПУ Ом

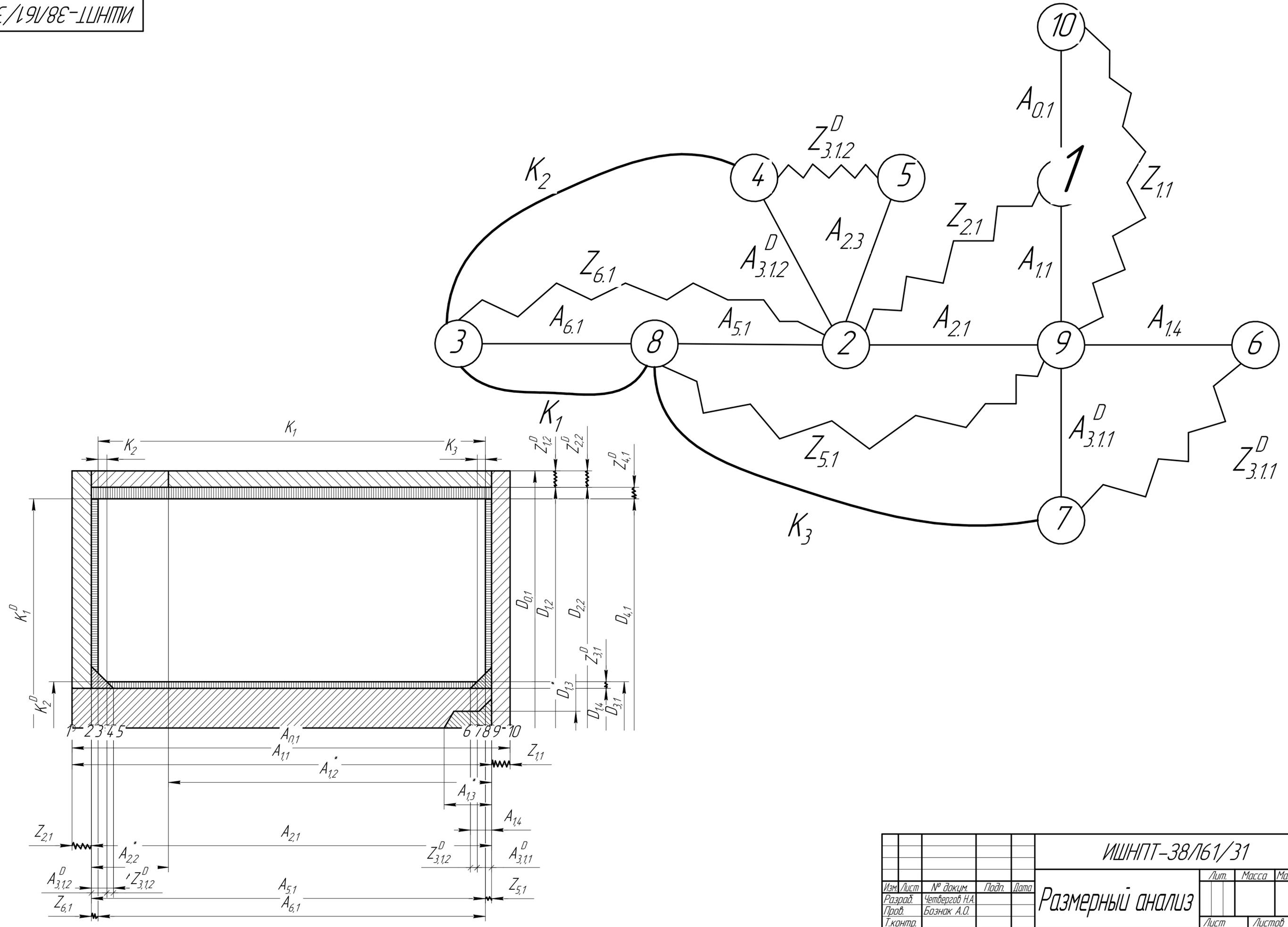
Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭКСиЗ	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одобрения обраб. станком	Число рабочих ходов	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки				Нормы времени					ИШНПТ-38/161/31
операции	перехода					Поддача						Частота об/мин	Скорость резания м/мин	T ₀	T _{0c}	T _{пз}	T _{шт}	T _{шт.к}			
						мм/об	мм/мин														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
25	A 1	Токарная Установить и снять заготовку Точить поверхность выдерживая размер $\phi 62,8_{-0,1}$		Токарный станок 16К20	Трехшпиндельный самоцентрирующий патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80	Резец упорный ВК8 2101-0013 ГОСТ 18897-73	Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90		1	64	1	0,1	160	1600	210	3,33	0,7	7	7,92	7,93	
30	A 1	Шлифовальная Установить и снять заготовку Шлифовать торец выдерживая размер $64,5_{-0,1}$		Станок плоскошлифовальный Ргота РВР-250	Стол магнитный РМ-250 Призма опорная ГОСТ 12195-66	200x32x32,75 25А 10-П С2 7 К1А ГОСТ 2424-83	Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90		8	63	0,05	0,1	50	500	30	6,5	0,7	12	19,4	19,5	
35	A 1	Шлифовальная Установить и снять заготовку Шлифовать торец выдерживая размер $64 \pm 0,03$		Станок плоскошлифовальный Ргота РВР-250	Стол магнитный РМ-250	200x32x32,75 25А 10-П С2 7 К1А ГОСТ 2424-83	Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90		8	63	0,05	0,1	50	500	30	6,5	0,7	12	19,5	19,5	
40	A 1	Фрезерная Установить и снять заготовку Фрезеровать, выдерживая размеры $7_{-0,05}$; $9,5^{+0,05}$; $12^{+0,05}$ $\phi 37_{-0,1}$; $4,26 \pm 0,05$		Вертикальный обрабатывающий центр KF4600	Приспособление специальное	Дисквая фреза CoroMill 331(N)/R331(1A-04)RE20154)	Координатно-измерительная машина ZEISS CONTURA Профильный шаблон		2	84	3	-	144	200	110,5	1,26	0,9	3	6,6	6,6	

Приложение Д
Размерный анализ

Склад. №

Перв. полимен.

Изм. № лист
Изм. № докум.
Изм. № подл.
Изм. № инд.
Изм. № дата
Изм. № дата
Изм. № дата



				ИШНПТ-38/161/31				
Изм. лист	№ докум.	Подп.	Дата	Размерный анализ		Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Четвергов Н.А.							1:1
Пров.	Базнак А.О.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ОМ ТПУ		
Н.контр.						Копировал		Формат А2
Чтв.								