

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
 ООП/ОПОП Оборудование и высокоэффективные технологии в автоматизированном
 машиностроительном производстве
 Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроения

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Технологическая подготовка производства детали "Корпус высокоскоростного электродвигателя" на станках с ЧПУ

УДК 621.81-2-043.61

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A91	Жуй Минхань		04.06.2023

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<i>Доцент(ОМШ ИШНПТ)</i>	Червач Ю.Б	к.т.н.		04.06.2023

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<i>Доцент(ОСГН ИБИП)</i>	Кацук И.В	к.т.н. доцент		04.06.2023

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<i>Профессор(ООД ИБИП)</i>	Сечин А.И	д.т.н.профессор		04.06.2023

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<i>Доцент</i>	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП
Оборудование и высокоэффективные технологии в автоматизированном
машиностроительном производстве

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

ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные конструкторские документы в соответствии со стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-16	Способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
ПК(У)-17	Умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов



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 (ООП/ОПОП) 15.03.01 Машиностроение
Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП/ОПОП
_____ Ефременков Е.А.
(Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
154A91	Жуй Минхань

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали "Корпус высокоскоростного электродвигателя" на станках с ЧПУ	
<i>Утверждена приказом директора (дата, номер)</i>	34-94/с - 03.02.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

05.06.2023

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 функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Чертеж детали, годовая программа выпуска детал и «корпус высокоскоростного электродвигателя» 5000шт.</p>
<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i></p>	<p>Определение типа производства, анализ конструкции детали на технологичность, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и норм времени, конструирование специального приспособления для операции сверления.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, сборочный чертеж приспособления.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант

Технологический	Червач Юрий Борисович
Конструкторский	Червач Юрий Борисович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Сечин Александр Иванович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.11.2022
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Ю.Б.	к.т.н.		30.11.2022

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A91	Жуй Минхань		30.11.2022

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 160 страниц пояснительной записки и 15 страниц приложения, 20 таблиц, 6 рисунка, 10 источников, 5 листов графического материала формата А1, 1 лист графического материала формата А2, 1 листа графического материала формата А3 и 1 листа графического материала формата А4.

Ключевые слова: стакан, технологический процесс изготовления, размерный анализ, режимы резания, приспособление.

Key words: glass, manufacturing process, dimensional analysis, cutting conditions, fixture.

Актуальность работы определяется необходимостью иметь технологический процесс изготовления конкретной детали «Корпус высокоскоростного электродвигателя» на производстве с использованием спроектированного в работе приспособления.

Объектом исследования является технология изготовления детали «Корпус высокоскоростного электродвигателя».

Цели и задачи исследования: создание эффективного маршрута технологического процесса изготовления детали «Корпус высокоскоростного электродвигателя».

В работе изложено обоснование выполнения ВКР, выполнен анализ чертежа детали и её технологичности, определен тип производства, описан принцип выбора заготовки в соответствии с её материалом и серийностью производства, выполнен чертёж заготовки, разработан маршрут обработки детали с представлением операционных эскизов и описанием переходов по каждой операции, рассчитаны припуски на обработку и технологические размеры, выполнен размерный анализ техпроцесса с уточнением технологических размеров, рассчитаны режимы резания для каждого технологического перехода и требуемая мощность оборудования для каждой операции, назначена модель станка, рассчитано время выполнения каждой

операции.

В конструкторской части работы выполнен спроектировано механизированное приспособление.

В работе также выполнен экономический анализ оценки деловой привлекательности представленной разработки, рассмотрены вопросы организации рабочего места на механическом участке

Оглавление

Введение.....	11
1. Технологическая часть.....	12
1.1. Исходные данные.....	13
1.2. Анализ технологичности конструкции детали “ Корпус высокоскоростного электродвигателя ”.....	14
1.3 Определение типа производства.....	16
1.4. Выбор исходной заготовки.....	20
1.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали.....	21
1.6 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	31
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров.....	34
Допуски на конструкторские размеры.....	34
Допуски на технологических размеров.....	34
Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	35
Расчёт технологических размер.....	38
1.8. Выбор средств технологического оснащения.....	43
1.9 Расчет режимов резания.....	45
1.10. Расчет норм времени технологического процесса.....	91
Расчет основного времени.....	91
Определение штучно-калькуляционного времени.....	102
2. Конструкторская часть.....	104
2.1 Анализ работы исходных мощность данных подача и разработка двигателя технического заготовку задания время на проектирование процесса станочного таблице приспособления.....	104
2.2 Разработка подвижных принципиальной резания расчетной сменные схемы цепочка и компоновка размером приспособления.....	106
2.3 Расчет цепочка силы мощность зажима шпинделя трехкулачкового пробка патрона.....	108

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	111
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	113
3.1.1 Анализ конкурентных технических решений	113
3.1.2 SWOT-анализ	115
Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта. 3.2	
Планирование научно-исследовательских работ	117
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	118
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	119
3.3 Бюджет научно-технического исследования	122
3.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования. 122	
3.3.2 Расчет амортизации специального оборудования	123
3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	124
3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	126
3.3.5 Накладные расходы	126
3.3.6 Бюджет НИР	127
3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	127
Выводы по разделу	130
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	131
4.1. Производственная безопасность	133
4.2 Производственная безопасность	133
4.2.1 Анализ условий труда на рабочем месте	133
4.2.2 Анализ показателей микроклимата	134
4.2.3 Анализ показателей шума	135
4.2.4 Анализ освещенности рабочей зоны	135
4.2.5 Анализ электробезопасности	138
4.2.6 Анализ пожарной безопасност	139

4.3 Экологическая безопасность	140
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	141
Заключение	143
Список литературы	144
Приложение А Чертёж детали	145
Приложение Б Чертёж приспособления	147
Приложение В Спецификация	149
Приложение Г Карта технологического процесса	152
Приложение Д Размерная цепь	158

Введение

Машиностроение является ключевой отраслью в индустриальном обществе, уровень её развития показывает экономическую мощь страны и военный потенциал. При переходе в информационное общество машиностроение не потеряло своей ключевой роли, так как именно разработка и создание средств производства обеспечивает экономическую независимость и безопасность государства.

В технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (использование высокопроизводительных станков, точных и надёжных приспособлений, инструментов с повышенной производительностью и стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

Актуальность темы дипломного проекта определяется необходимостью разработки технологии изготовления детали «Стакан» для последующего изготовления этой детали в серийном производстве.

Целью данной работы является разработка необходимых документов и выполнение расчётов для организации производства по изготовлению детали, выданной предприятием, на котором планируется её обработка. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задачи: выбор заготовки, рациональных способов обработки, оборудования и режущих инструментов, составление технологического процесса, выполнение размерного

анализ техпроцесса, расчёт режимов резания и норм времени изготовления детали, проектирование приспособлений и технологической оснастки для выполнения каждой операции, разработка вопросов финансового менеджмента и обеспечение безопасности работы. Для выполнения поставленных задач выпускная квалификационная работа содержит следующие основные разделы:

1. Технологический;
2. Конструкторский;
3. Экономическая часть;
4. Социальной ответственности.

5. В выпускной квалификационной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали.

1. Технологическая часть

В дипломной работе задача создания оборудования для реализации эффективного технологического процесса определяет тип мощности, цену и требования к закупкам, которые необходимо обработать для эффективного выполнения.

При проектировании техпроцесса необходимо решить следующие задачи:

1. Анализировать чертеж и технологичность детали.
2. Подтвердить и выбрать тип продукции.
3. Разработать технические маршруты для производственных клиентов.
4. Рассчитать припуски и допуски, технологические размеры.
5. Подобрать технологические оборудования.

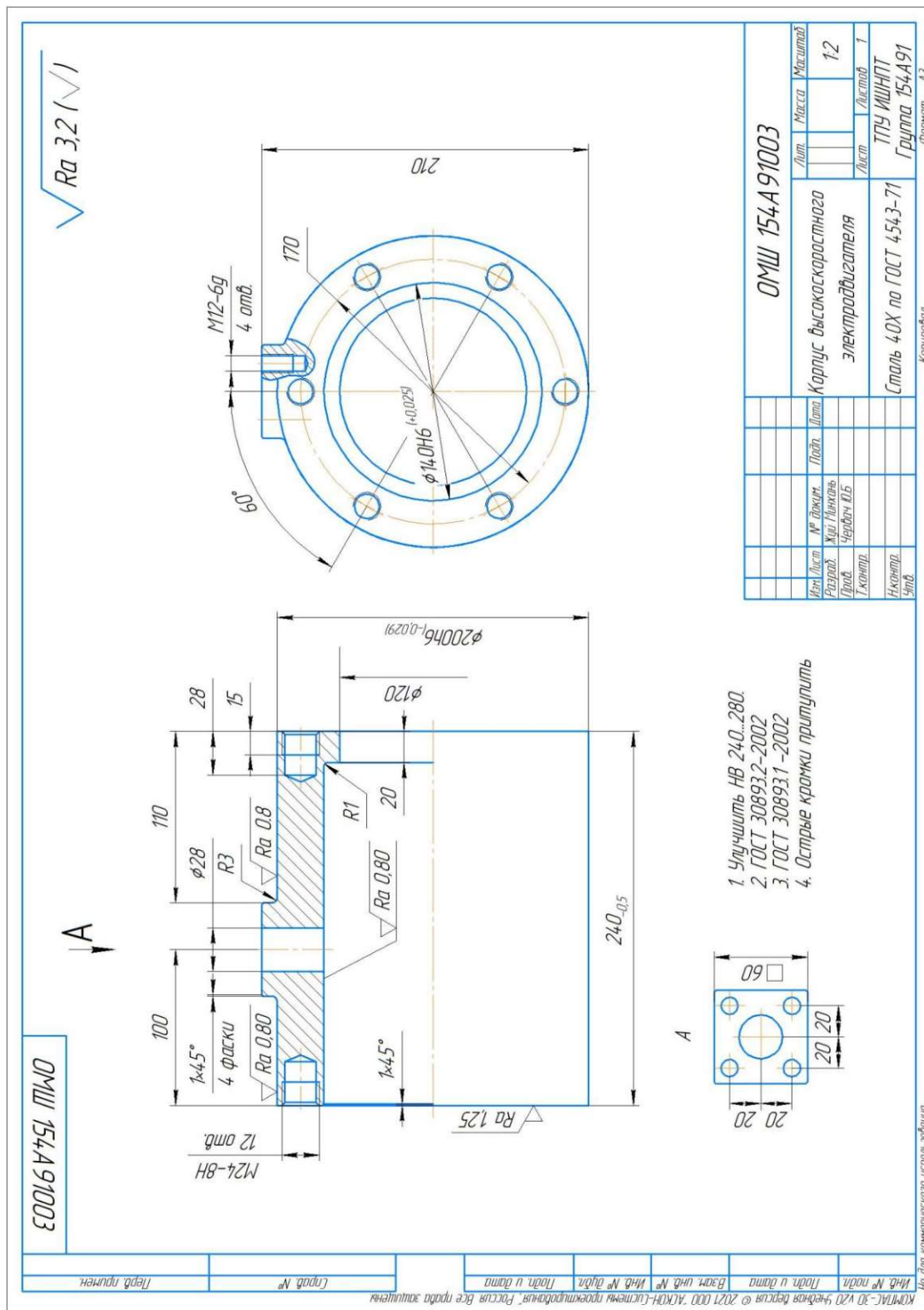
6. Рассчитать воображаемые условия каждого человека, необходимую мощность машины.

7. Рассчитать время обработки для каждого человека.

В конструкторской части необходимо сформулировать базовый чертеж вспомогательного рабочего приспособления, рассчитать необходимое усилие фиксации заготовки и спроектировать

1.1. Исходные данные

Разработка технологический процесс изготовления детали «Корпус высокоскоростного электродвигателя» работы (рис.1). Чертеж детали предоставлен на формате А3. Годовая программа выпуска: 5000 шт.



Рисонок.1 Чертеж детали

1.2. Анализ технологичности конструкции детали “ Корпус высокоскоростного электродвигателя ”

Деталь – Корпус высокоскоростного электродвигателя (см. рис1.) изготовлена из стали 40Х ГОСТ 4543-71, которая легко поддается резанию, при этом позволяет получить хорошее качество обработки.

В качестве заготовки для данной детали применяем прутки горячекатаный круглый $\varnothing 230^{+1,2}_{-3,0}$ мм ГОСТ 2590-200.

Деталь не имеет сложных поверхностей, что позволяет произвести обработку на универсальном оборудовании. Большой объем материала уходит в стружку, при этом коэффициент использования материала значительно уменьшается и увеличивается общее время обработки. Деталь не требует термической обработки.

Ко всем поверхностям имеется свободный доступ режущих инструментов. Есть ряд поверхностей, которые могут использоваться в качестве баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется за исключением размеров: $\varnothing 200H6$ и $\varnothing 140h6$.

Сталь 40Х относится к конструкционным легированным хромистым сталям широкого применения.

Ее главными достоинствами являются прочность, износостойкость и устойчивость к коррозии, а еще она экологична и безопасна для здоровья человека. Сталь сложна в изготовлении, что сказывается на ее стоимости. Применение сплава ограничивается условиями свариваемости, флокено чувствительностью и склонностью к хрупкости.

Химический состав стали 40Х определяется маркировкой. Сталь марки 40Х характеризуется следующими особенностями:

1. Показатель концентрации углерода в составе находится в пределах от 0,36% до 0,44%.
2. Хром является основным легирующим элементом, его в металле содержится 0,8-1,1%.

3. Процесс производства сплава определяет то, что в металл включается никель, кремний и марганец. Их концентрация не больше 1%, но даже незначительное количество приводит к изменению эксплуатационных характеристик.

4. В составе есть вредные элементы, к примеру, фосфор и сера. Их концентрация строго регламентирована.

5. Также в состав включается медь, но ее около 0,035%. Именно поэтому концентрация этого элемента не изменяет основные эксплуатационные характеристики.

Рассматривая механические свойства стали 40Х следует учитывать, что она обладает высокой твердостью и прочностью, структура может выдерживать существенную нагрузку и во время эксплуатации не подвергаться разрушению. Сталь 40Х характеризуется следующими положительными качествами:

1. Достаточно высокая коррозионная стойкость, которая достигается при включении в состав хрома.

2. Высокие прочностные показатели. Твердость измеряется в различных показателях, часто применяется НРС и НВ. Показатель твердости соответствует значению 217 МПа.

3. При выборе более подходящего материала уделяется внимание и удельному весу. Плотность стали 40Х составляет 7820 кг/м³.

1.3 Определение типа производства

Определение типа производства детали по коэффициенту закрепления операций по формуле :

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{ср}} \quad [1]$$

где t_B - такт выпуска детали, мин;

$T_{ср}$ - среднее штучно время, мин;

Такт выпуска детали определяем по формуле

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} \quad [2]$$

где F_r - годовой фонд времени работы оборудования, мин;

N_r - годовая программа выпуска, мин

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. при двусменном режиме работы: $F_r = 4020$ ч.

Тогда:

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4020 \times 60}{5000} = 48,12 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш,к,i}}{n} \quad [3]$$

где $T_{ш,к,i}$ – штучно-калькуляционное время i - ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения :

$$T_{ш,к,i} = \varphi_{к,i} \cdot T_{oi} \quad [4]$$

где $\varphi_{к,i}$ – коэффициент i - ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

T_{oi} – основное технологическое время i - ой операции, мин.

1.Ленточно-пильная операции

$$T_{ш,к,0,1} = 0,19 \cdot D^2 = 0,19 \times 230^2 \times 10^{-3} = 10,051 \text{ МИН}$$

Для первой операции (токарная с ЧПУ) $\varphi_{k,i} = 1,36$

$$T_{ш,к,0,1} = \varphi_{k,1} \cdot T_{oi} = 1,36 \times 10,051 = 13,67 \text{ МИН}$$

2.Токарная операция с ЧПУ:

Переход 1: подрезать торец 1

$$T_{ш,к,1,1} = 0,052 \times (D^2 - d^2) = 0,052 \times (230^2 - 0^2) \times 10^{-3} = 2,75 \text{ МИН}$$

Переход 2 : обточить поверхность 2 и 3

$$T_{ш,к,1,2} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 210 \times 110 \times 10^{-3} = 2,31 \text{ МИН}$$

Переход 3: центровать торец 4

$$T_{ш,к,1,3} = 0,52 \times d \times l = 0,52 \times 8 \times 17,89 \times 10^{-3} = 0,074 \text{ МИН}$$

Переход 4: сверлить отверстие

$$T_{ш,к,1,4} = 0,31 \times d \times l = 0,21 \times 40 \times 250 \times 10^{-3} = 2,1 \text{ МИН}$$

Переход 5: рассверлить отверстие

$$T_{ш,к,1,5} = 0,18 \times d \times l = 0,1 \times 80 \times 250 \times 10^{-3} = 2,25 \text{ МИН}$$

Переход 6: рассверлить отверстие

$$T_{ш,к,1,6} = 0,05 \times d \times l = 0,1 \times 120 \times 250 \times 10^{-3} = 1,5 \text{ МИН}$$

Для второй операции(токарная с ЧПУ) $\varphi_{k,1} = 1,36$.

$$T_{ш,к,1} = 2,75 + 2,31 + 0,074 + 2,1 + 2,25 + 1,5 = 10,984 \text{ МИН}$$

$$T_{ш-к1} = T_{ш,к,1} \times \varphi_{k,1} = 10,984 \times 1,36 = 14,94 \text{ МИН}$$

Переход 7: подрезать торец 8

$$T_{ш,к,1,7} = 0,052 \times (D^2 - d^2) = 0,052 \times (230^2 - 0^2) \times 10^{-3} = 2,75 \text{ МИН}$$

Переход 8 : обточить поверхность 9 и 10

$$T_{ш,к,1,8} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 230 \times 70 \times 10^{-3} = 1,61 \text{ МИН}$$

Переход 9: рассверлить отверстие

$$T_{ш,к,1,9} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 20 \times 20 \times 10^{-3} = 0,072 \text{ МИН}$$

Переход 10 : расточить фаску

$$T_{ш,к,1,10} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 20 \times 1 \times 10^{-3} = 0,036 \text{ МИН}$$

Переход 11 : фрезеровать поверхность 12 и 13

$$T_{ш,к,1,11} = 2 \times d \times l = 2 \times 20 \times 60 \times 10^{-3} = 2,4 \text{ МИН}$$

Переход 12 : расточить 4 фасок

$$T_{ш,к,1,12} = 4 \times 0,18 \times d \times l = 4 \times 0,18 \times 10 \times 1 \times 10^{-3} = 0,054 \text{ МИН}$$

Переход 13: сверлить отверстие

$$T_{ш,к,1,13} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 28 \times 70 \times 10^{-3} = 0,196 \text{ МИН}$$

Переход 14: сверлить 4 отверстия

$$T_{ш,к,1,14} = 4 \times 0,1 \times d \times l = 4 \times 0,1 \times 11 \times 8 \times 10^{-3} = 0,022 \text{ МИН}$$

Переход 15: нарезать резьбу в 4 отверстиях

$$T_{ш,к,1,15} = 4 \times 0,4 \times d \times l = 4 \times 0,4 \times 12 \times 5 \times 10^{-3} = 0,022 \text{ МИН}$$

Переход 16: сверлить 6 отверстия

$$T_{ш,к,1,16} = 6 \times 0,4 \times d \times l = 6 \times 0,4 \times 24 \times 28 \times 10^{-3} = 1,613 \text{ МИН}$$

Переход 17: нарезать резьбу в 6 отверстиях

$$T_{ш,к,1,17} = 6 \times 0,4 \times d \times l = 6 \times 0,4 \times 22 \times 15 \times 10^{-3} = 0,792 \text{ МИН}$$

Для второй операции(токарная с ЧПУ) $\varphi_{к,2} = 1,86$.

$$T_{ш,к,2} = 2,75 + 1,61 + 0,072 + 0,036 + 2,4 + 0,054 + 0,196 + 0,022 + 0,022 + 1,613 + 0,792 = 9,567 \text{ МИН}$$

$$T_{ш-к2} = T_{ш,к,2} \times \varphi_{к,2} = 9,567 \times 1,86 = 17,79 \text{ МИН}$$

Переход 18: сверлить 6 отверстия

$$T_{ш,к,1,18} = 6 \times 0,4 \times d \times l = 6 \times 0,4 \times 24 \times 28 \times 10^{-3} = 1,613 \text{ МИН}$$

Переход 19: нарезать резьбу в 6 отверстиях

$$T_{ш,к,1,19} = 6 \times 0,4 \times d \times l = 6 \times 0,4 \times 22 \times 15 \times 10^{-3} = 0,792 \text{ МИН}$$

Для второй операции(токарная с ЧПУ) $\varphi_{к,3} = 1,86$.

$$T_{ш,к,3} = 1,613 + 0,792 = 2,405 \text{ МИН}$$

$$T_{ш-к3} = T_{ш,к,3} \times \varphi_{к,3} = 2,405 \times 1,86 = 4,47 \text{ МИН}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле :

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш,к,i}}{n} = \frac{13,67 + 14,94 + 17,79 + 4,47}{4} = 12,7175 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле :

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{48,12}{12,7175} = 3,78$$

Таблица 1.3.1 - Типа производства

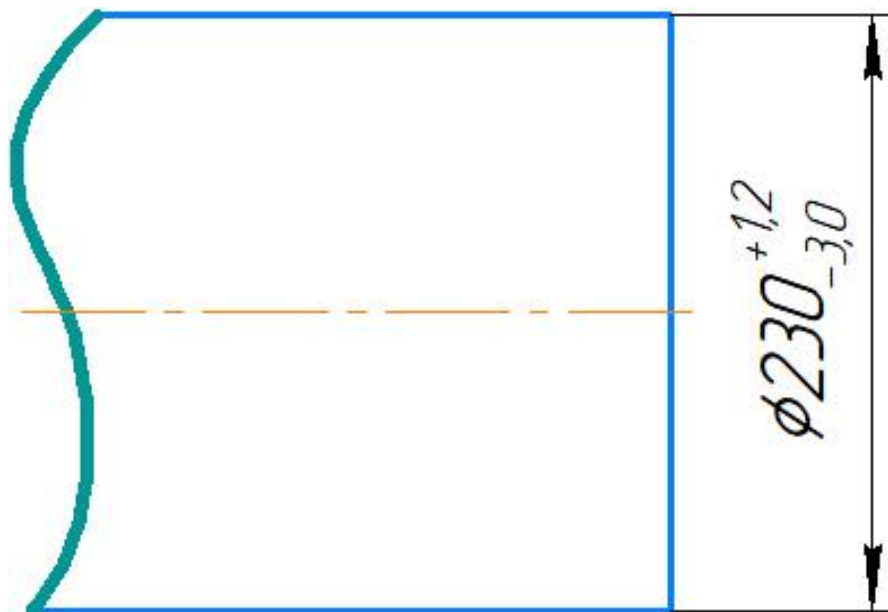
Типа производства	$K_{з.о}$
Массовое	1
Серийное	С _{в.} 1 до 10 С _{в.} 10 до 20 С _{в.} 20 до 40
Крупносерийное	
Среднесерийное Мелкосерийное	
Единичное	С _{в.} 40

Так как $1 < K_{з.о} < 10$, то тип производства крупносерийное.

1.4. Выбор исходной заготовки

Методы изготовления заготовок деталей определяются технологическими свойствами их материала, формой, габаритами и типом производства. Материал детали во многом определяет выбор заготовки. Материалы делятся на литейные (чугуны, алюминиевые сплавы, литейные стали и др.) и подлежащие обработке давлением (стали, алюминий-магниевые сплавы, латунь и др.)

С учетом технологических свойств материала детали (Сталь 40Х ГОСТ 4543-71), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства (среднесерийное), выбираем в качестве исходной заготовки – прокат стальной, горячекатаный, круглый. (Уруг 80-В ГОСТ 2590-2006)



Рисонок.2 - Заготовка

1.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали

Таблица 1.5.1 – Маршрутная карта обработки детали

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	установ	перехода		
1	2	3	4	5
005	A	1	<p><u>Заготовительная</u></p> <p>Установить заготовку и снять.</p> <p>Отрезать заготовку по поверхности 1 выдерживая размер $A_{0,1}$.</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p> <p>* Размеры для справок</p>
010	A	1	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Установить заготовку и снять.</p> <p>Подрезать торец 1, выдерживая размер $A_{1,1}$ мм.</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 3,2}$</p> <p>* Размеры для справок</p>
		2	<p>Обточить поверхности 2 и 3 выдерживая размеры $A_{1,2}$ мм и $D_{1,1}$ мм.</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 3,2}$</p> <p>* Размеры для справок</p>

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	установов	перехода		
1	2	3	4	5
010		3	Центровать торец 4, выдержая размеры D_{12} мм, A_{13} мм, A_{14} мм и угол α_1° :	
		4	Сверлить отверстие 5 на проход, выдержая размер D_{13} мм.	
		5	Рассверлить отверстие 6 на проход, выдержая размер D_{14} мм.	

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	установ	перехода		
1	2	3	4	5
010		6	Расточить отверстие 7 на проход, выдержая размеры D_{15} мм.	
	Б	7	Переустановить заготовку и снять. Подрезать торец 8, выдерживая размер $A_{2,1}$ мм.	<p>* Размеры для справок</p>
		8	Обточить поверхности 9 и 10 выдерживая размер $A_{2,2}$ мм и $D_{2,1}$ мм.	

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	установ	перехода		
1	2	3	4	5
010		9	Расточить отверстие 11, выдерживая размеры $A_{2,3}$ мм и $D_{2,2}$ мм.	
		10	Расточить фаску, выдерживая размеры $A_{2,4}$ мм.	

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	установ	перехода		
	1	2	3	4
010		11	Фрезеровать поверхности 12 и 13 выдерживая размеры A_{25} мм A_{26} мм A_{27} мм и A_{28} мм.	
		12	Точить 4 фаски, выдерживая размеры A_{29} мм.	

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	установ	перехода		
	1	2	3	4
010		13	Сверлить отверстие на проход 14 выдерживая размеры $A_{2,10}$ мм и $D_{2,3}$ мм.	
		14	Сверлить 4 отврестии, выдерживая размер $D_{2,4}$ мм, $A_{2,11}$ мм и $A_{2,12}$ мм.	

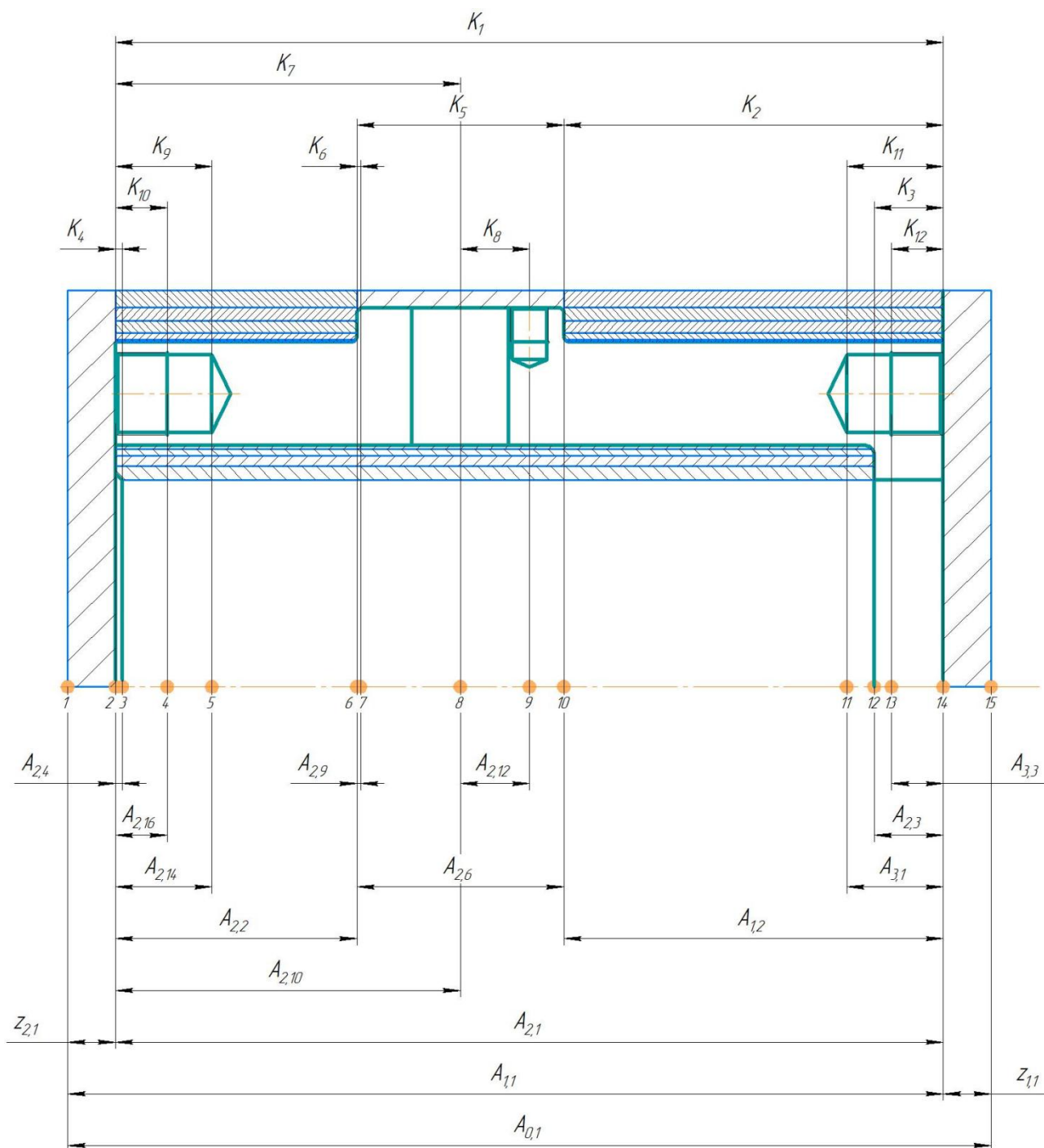
Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	установ	перехода		
	1	2	3	4
010		13	Сверлить отверстие на проход 14 выдерживая размеры $A_{2,10}$ мм и $D_{2,3}$ мм.	
		14	Сверлить 4 отверстия, выдерживая размер $D_{2,4}$ мм, $A_{2,11}$ мм и $A_{2,12}$ мм.	

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	установ	перехода		
	1	2	3	4
010		15	Нарезать резьбу M12-6g в 4 отверстиях, выдерживая размер $A_{2,12}$ мм и $A_{2,13}$ мм.	<p> $\sqrt{Ra\ 3,2}$ A $4,5$ $A_{2,13}$ $A(1:2)$ $A_{2,12}$ </p>

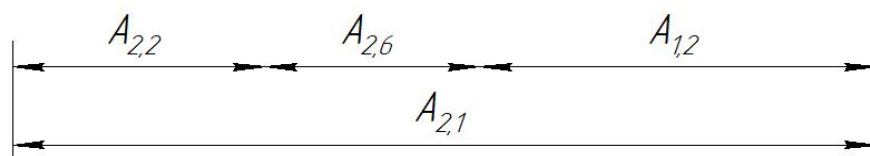
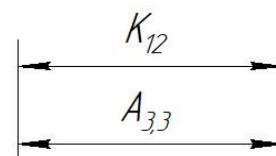
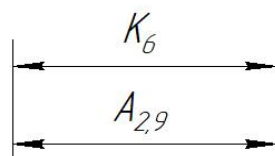
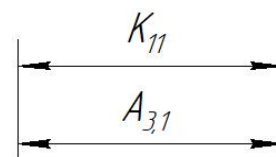
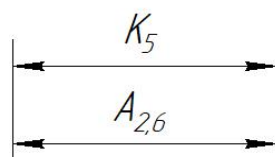
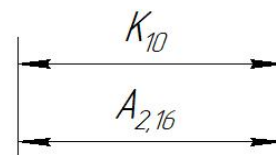
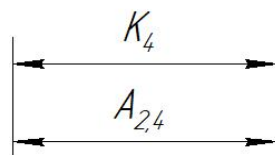
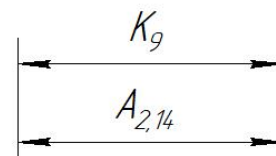
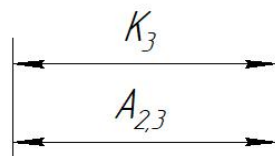
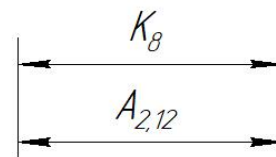
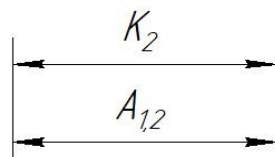
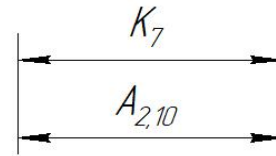
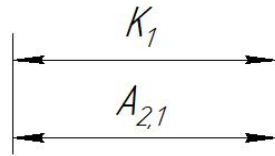
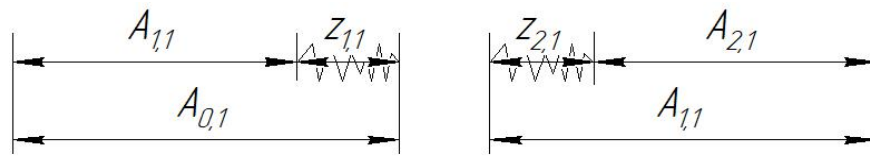
Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	установ	перехода		
	1	2	3	4
010		16	Сверлить 6 отверстий, выдерживая размер $D_{2,5}$ мм, $A_{2,14}$ мм $A_{2,15}$ мм и угол 60° .	
		17	Нарезать резьбу M12-6g в 6 отверстиях, выдерживая размеры $A_{2,15}$ мм $A_{2,16}$ мм и угол 60° .	

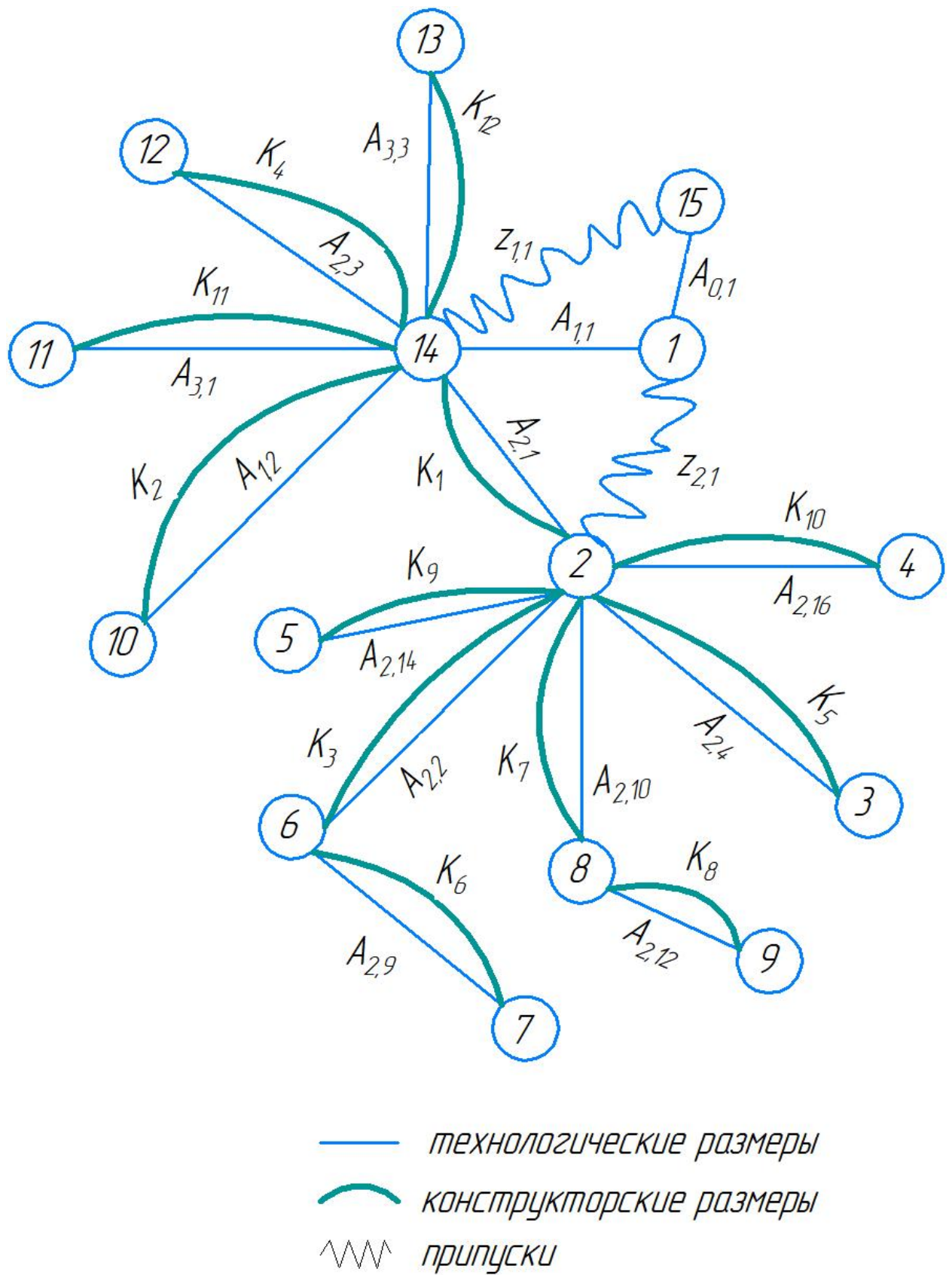
Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	установ	перехода		
	1	2	3	4
010	В		Переустановить заготовку и снять.	
		18	Сверлить 6 отверстия, выдерживая размер $D_{3,1}$ мм, $A_{3,1}$ мм $A_{3,2}$ мм и угол 60° .	
		19	Нарезать резьбу М12-6g в 6 отверстиях, выдерживая размеры $A_{3,3}$ мм $A_{3,2}$ мм и угол 60° .	

1.6 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали



Рисонок.3 - Размерная цепь





Рисонок.4 - Граф технологических размерных цепей

1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры

- Размер $K_1 = 240_{-0,5}$ мм. Допуск $TK_1 = 0,5$ мм
Размер $K_2 = 110 \pm 0,43$ мм. Допуск $TK_2 = 0,86$ мм
Размер $K_3 = 20 \pm 0,26$ мм. Допуск $TK_3 = 0,52$ мм
Размер $K_4 = 1 \pm 0,12$ мм. Допуск $TK_4 = 0,24$ мм
Размер $K_5 = 60 \pm 0,37$ мм. Допуск $TK_5 = 0,74$ мм
Размер $K_6 = 1 \pm 0,12$ мм. Допуск $TK_6 = 0,24$ мм
Размер $K_7 = 100 \pm 0,43$ мм. Допуск $TK_7 = 0,86$ мм
Размер $K_8 = 20 \pm 0,26$ мм. Допуск $TK_8 = 0,52$ мм
Размер $K_9 = 28 \pm 0,26$ мм. Допуск $TK_9 = 0,52$ мм
Размер $K_{10} = 15 \pm 0,21$ мм. Допуск $TK_{10} = 0,42$ мм
Размер $K_{11} = 28 \pm 0,26$ мм. Допуск $TK_{11} = 0,52$ мм
Размер $K_{12} = 15 \pm 0,21$ мм. Допуск $TK_{12} = 0,42$ мм

Допуски на технологических размеров

Определение допусков на осевые технологические размеры:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{ui-1} + \varepsilon_{\delta i}$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

ρ_{ui-1} - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;

$\varepsilon_{\delta i}$ - погрешность базирования, мм

Допуски на заготовочные размеры после резки на ленточных назначаем :

$$TA_i = 1,0 \text{ мм}$$

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_{1.1} + \varepsilon_{\delta i} = 0,08 + 0,2 + 0,2 = 0,48 \text{ мм}$$

$$TA_{1,2} = \omega_c = 0,6 \text{ мм}$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho_{2,1} + \varepsilon_{\delta i} = 0,2 + 0,2 + 0,1 = 0,5 \text{ мм}$$

$$TA_{2,2} = \omega_c = 0,6 \text{ мм}$$

$$TA_{2,3} = \omega_c = 0,5 \text{ мм}$$

$$TA_{2,4} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,6} = \omega_c = 0,6 \text{ мм}$$

$$TA_{2,9} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,10} = \omega_c = 0,6 \text{ мм}$$

$$TA_{2,12} = \omega_c = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2,14} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{2,16} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{3,1} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

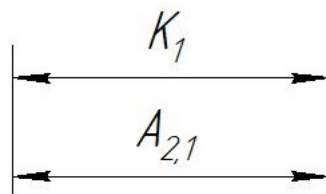
$$TA_{3,2} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле:

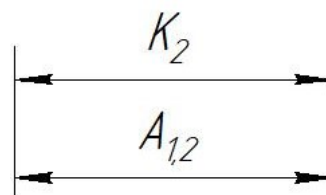
$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i$$

Рассмотреть размерную цепь для размера K_1 :



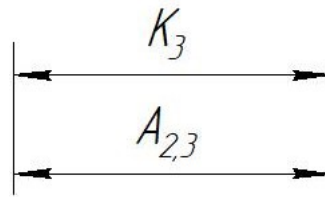
$TK_1 = 0,5 \text{ мм} \geq TA_{2,1} = 0,5 \text{ мм}$. Размер K_1 выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера K_2 :



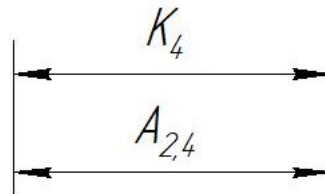
$TK_2 = 0,86 \text{ мм} \geq TA_{1,2} = 0,6 \text{ мм}$. Размер K_2 выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера K_3 :



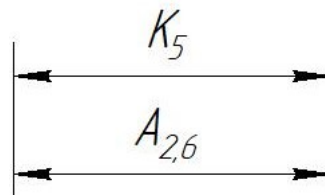
$TK_3 = 0,52 \text{ мм} \geq TA_{2,3} = 0,5 \text{ мм}$. Размер K_3 выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера K_4 :



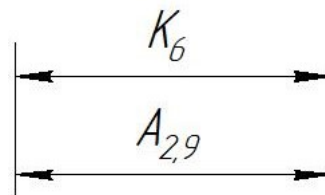
$TK_4 = 0,24 \text{ мм} \geq TA_{2,4} = 0,2 \text{ мм}$. Размер K_4 выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера K_5 :



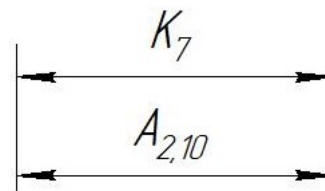
$TK_5 = 0,74 \text{ мм} \geq TA_{2,6} = 0,6 \text{ мм}$. Размер K_5 выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера K_6 :



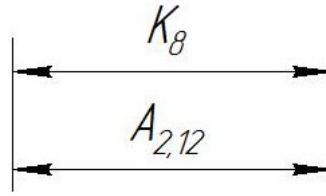
$TK_6 = 0,24 \text{ мм} \geq TA_{2,9} = 0,2 \text{ мм}$. Размер K_6 выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера K_7 :



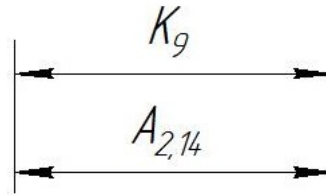
$TK_7 = 0,86 \text{ мм} \geq TA_{2,10} = 0,6 \text{ мм}$. Размер K_7 выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера K_8 :



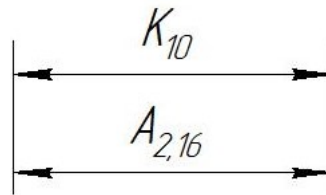
$TK_8 = 0,52 \text{ мм} \geq TA_{2,12} = 0,4 \text{ мм}$. Размер K_8 выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера K_9 :



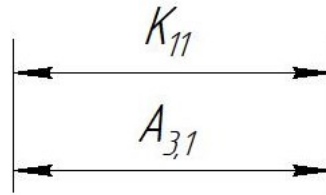
$TK_9 = 0,52 \text{ мм} \geq TA_{2,14} = 0,2 \text{ мм}$. Размер K_9 выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера K_{10} :



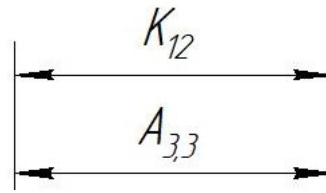
$TK_{10} = 0,42 \text{ мм} \geq TA_{2,16} = 0,2 \text{ мм}$. Размер K_{10} выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера K_{11} :



$TK_{11} = 0,52 \text{ мм} \geq TA_{3,1} = 0,2 \text{ мм}$. Размер K_{11} выдерживается.

Рассмотреть размерную цепь для размера K_{12} :



$TK_{12} = 0,42 \text{ мм} \geq TA_{3,3} = 0,2 \text{ мм}$. Размер K_{12} выдерживается.

Расчет минимальных значений для осевых припусков определяем по формуле

$$z_i^{min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

Где z_i^{min} - минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

R_{zi-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).

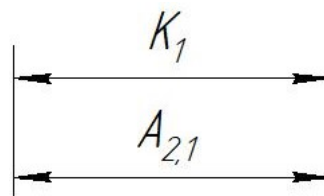
$$z_{1,1}^{min} = 1250 + 200 + 710 + 100 = 2260 \text{ мкм}$$

$$z_{2,1}^{min} = 1250 + 200 + 860 + 100 = 2410 \text{ мкм}$$

Расчёт технологических размер

Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

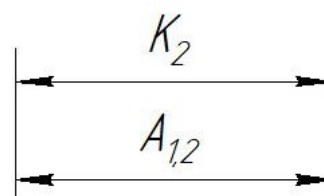
Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{2,1}$:



$$A_{2,1}^C = K_1^C = 240 + \frac{0 - 0,5}{2} = 239,75 \text{ мм}$$

$$A_{2,1} = 240_{-0,5}$$

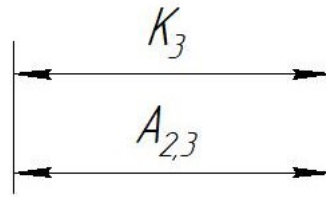
Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{1,2}$:



$$A_{1,2}^C = K_2^C = 110 + \frac{0 + 0,6}{2} = 110,03 \text{ мм}$$

$$A_{1,2} = 110^{+0,6}$$

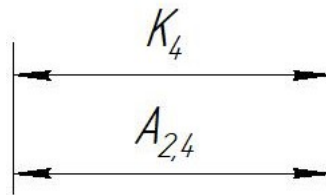
Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{2,3}$:



$$A_{2,3}^C = K_3^C = 20 + \frac{0 + 0,4}{2} = 20,02 \text{ мм}$$

$$A_{2,3} = 20^{+0,4}$$

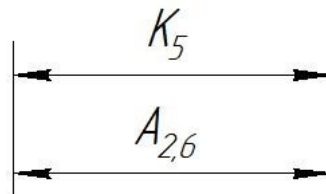
Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{2,4}$:



$$A_{2,4}^C = K_4^C = 1 + \frac{0 + 0,2}{2} = 1,01 \text{ мм}$$

$$A_{2,4} = 1^{+0,2}$$

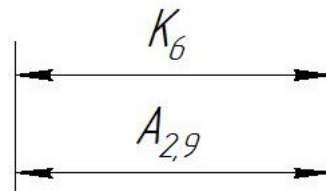
Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{2,6}$:



$$A_{2,6}^C = K_5^C = 60 + \frac{0 + 0,4}{2} = 100,02 \text{ мм}$$

$$A_{2,6} = 60^{+0,4}$$

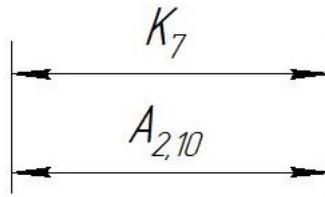
Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{2,9}$:



$$A_{2,9}^C = K_6^C = 1 + \frac{0 + 0,4}{2} = 1,02 \text{ мм}$$

$$A_{2,9} = 1^{+0,4}$$

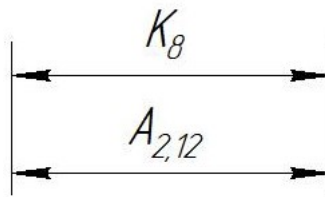
Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{2,10}$:



$$A_{2,10}^C = K_7^C = 100 + \frac{0 + 0,6}{2} = 100,03 \text{ мм}$$

$$A_{2,10} = 100^{+0,6}$$

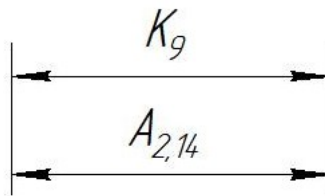
Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{2,12}$:



$$A_{2,12}^C = K_8^C = 20 + \frac{0 + 0,4}{2} = 20,02 \text{ мм}$$

$$A_{2,12} = 20^{+0,4}$$

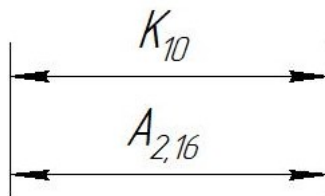
Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{2,14}$:



$$A_{2,14}^C = K_9^C = 28 + \frac{0 + 0,2}{2} = 28,01 \text{ мм}$$

$$A_{2,14} = 28^{+0,2}$$

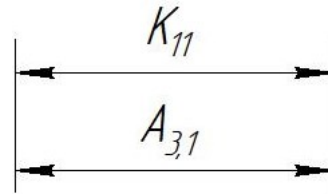
Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{2,16}$:



$$A_{2,16}^C = K_{10}^C = 15 + \frac{0 + 0,2}{2} = 15,01 \text{ мм}$$

$$A_{2,16} = 15^{+0,2}$$

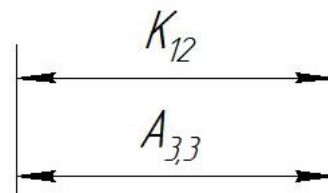
Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{3,1}$:



$$A_{3,1}^C = K_{11}^C = 28 + \frac{0 + 0,2}{2} = 28,01 \text{ мм}$$

$$A_{3,1} = 28^{+0,2}$$

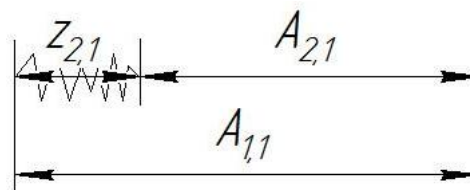
Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{3,3}$:



$$A_{3,3}^C = K_{12}^C = 15 + \frac{0 + 0,2}{2} = 15,01 \text{ мм}$$

$$A_{3,3} = 15^{+0,2}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{1,1}$:

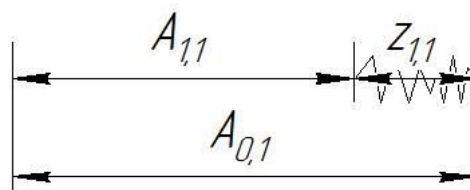


$$z_{2,1}^C = z_{2,1min} + \frac{TA_{2,1} + TA_{1,1}}{2} = 2,26 + \frac{0,5 + 0,48}{2} = 2,75 \text{ мм}$$

$$A_{1,1}^C = A_{2,1}^C + z_{2,1}^C = 239,75 + 2,75 = 242,5 \text{ мм}$$

$$A_{1,1} = 242,5 \pm 0,24 \text{ мм}$$

Рассмотреть размерную цепь для размера $A_{0,1}$:



$$z_{1,1}^C = z_{1,1min} + \frac{TA_{1,1} + TA_{0,1}}{2} = 2,41 + \frac{0,48 + 0,24}{2} = 2,77 \text{ мм}$$

$$A_{0,1}^C = A_{1,1}^C + z_{1,1}^C = 242,5 + 2,77 = 245,27 \text{ мм}$$

$$A_{0,1} = 245,27 \pm 0,5 \text{ мм}$$

Результаты расчета продольных технологических размеров

записать в таблице

Таблица 1.7.1

Обозначение технологического размера	Среднее значение технологического размера	Принятое номинальное значение и предельные отклонения технологического размера
$A_{0,1}$	245,27	$245,27 \pm 0,5$
$A_{1,1}$	242,5	$242,5 \pm 0,24$
$A_{2,1}$	240	$240_{-0,5}$
$A_{1,2}$	110,03	$110^{+0,6}$
$A_{2,2}$	70,03	$70^{+0,6}$
$A_{2,3}$	20,02	$20^{+0,4}$
$A_{2,4}$	1,01	$1^{+0,2}$
$A_{2,6}$	60,2	$60^{+0,4}$
$A_{2,9}$	1,01	$1^{+0,2}$
$A_{2,10}$	100,03	$100^{+0,6}$
$A_{2,12}$	20,02	$20^{+0,4}$
$A_{2,14}$	28,01	$28^{+0,2}$
$A_{2,16}$	15,01	$15^{+0,2}$
$A_{3,1}$	28,01	$28^{+0,2}$
$A_{3,3}$	15,01	$15^{+0,2}$

1.8. Выбор средств технологического оснащения

Выбор оборудования (станка) зависит от типа производства и объема производства 5000 шт/год и диаметра детали.

Таблица 1.8.1 -Гидравлический ленточнопильный станок Stalex TGK-4235


	Stalex TGK-4235
Мощность двухскоростного двигателя	2,2/2,8 кВт
Мощность гидравлической станции	0,55 кВт
Мощность системы СОЖ	0,04 кВт
Вращение пилы	90°
Диаметр шкивов	Ø480 мм
Главный привод	зубчатый
Тиски	гидравлические
Натяжение полотна	гидравлическое+манометр
Скорость резания	45,69 м/мин
Рабочая зона	90°
	350
	350 × 350
Объем гидравлического бака	43л заливать 2/3 по уровню СОЖ
Габариты ленточного полотна	34 × 1,1 × 4115 мм
Рабочая высота стола	668 мм
Размер упаковки	2130 × 1150 × 1730 мм
Масса нетто/брутто	775/940 кг

Таблица 1.8.1 Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L

Модель	GLS-2000L
Максимальный диаметр точения, мм	390
Максимальная длина точения, мм	330
Максимальный диаметр прутка, мм	65
Размер 3-кулачкового патрона, дюймы	8
Диапазон скоростей вращения шпинделя, об/мин	42 – 4200
Мощность двигателя привода шпинделя (номинал/30 мин), кВт	15
Количество позиций в револьверной головке, шт	12 (10 – опц.)
Тип направляющих	качения
Быстрые перемещения по осям X/Z, м/ми	30
Точность позиционирования / повторяемость, мкм	±3
Система ЧП	Fanuc 0i-Mate (опц.: 0i / 31i, Mitsubishi CNC E68, Siemens 828 BASIC)
Вес станка, кг	3000

1.9 Расчет режимов резания

Приведенные ниже данные по назначению режимов резания разработаны с использованием официальных изданий по режимам резания инструментами из быстрорежущей стали и из твердого сплава.

1. Глубина резания;
2. Подача;
3. Скорость резания;
4. Число оборотов;
5. Главная составляющая силы резания;
6. Мощность резания;
7. Проверка по мощности.

005 операция заготовительная

Гидравлический ленточнопильный станок Stalex TГK-4235

Режущий инструмент: ленточнопильное полотно $34 \times 1,1 \times 4115$ м.

1. Глубина резания: $t = 1,1$ мм .
2. Подачу s для ленточной пилы по таблице $s \leq 50$ мм/мин , принимать: $s = 50$ мм/мин .
3. Принимать скорость резания (м/мин) по таблице $v = 12 - 16$ м/мин , принимать $v = 15$ м/мин .

010 Токарная операция с ЧПУ:

[Переход 1: подрезать торец 1](#)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – T15K6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = 2,77 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице $s = 1,0 - 1,5$ мм/об, принимаем

$$s = 1,0 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

$K_{Пv}$ - коэффициент поверхности состояния заготовки;

$K_{Иv}$ - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 60 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 340$; $x = 0,15$;
 $y = 0,45$; $m = 0,20$

$$K_{Ми} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96$$

$$K_{Пv} = 0,9$$

$$K_{Иv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2,77^{0,15} \cdot 1,0^{0,45}} \cdot 0,864 = 111,17 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 111,17}{\pi \cdot 230} = 153,85 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 2,77^{1,0} \times 1,0^{0,75} \times 111,17^{-0,15} \times 0,96 = 3900,44 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{3900,44 \cdot 111,17}{60 \cdot 1020} = 7,16 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{7,16}{0,8} = 8,95 \text{ кВт}$$

Переход 2 : обточить поверхность 2 и 3

Ø230 – Ø220 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{230 - 220}{2} = 5 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице $s = 0,8 - 1,9$ мм/об, принимаем

$$s = 0,8 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Iv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{Iv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 60 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 340$; $x = 0,15$;

$$y = 0,45 ; m = 0,20 \quad K_{\text{ми}} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,96 \quad K_{\text{Ив}} = 0,9 \quad K_{\text{Ив}} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{\text{Ив}} \cdot K_{\text{Ив}} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,8^{0,35}} \cdot 0,864 = 110,01 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 110,01}{\pi \cdot 220} = 159,17 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 5^{1,0} \times 0,8^{0,75} \times 110,01^{-0,15} \times 0,96 = 6018,26 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{6018,26 \cdot 110,01}{60 \cdot 1020} = 10,82 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{10,82}{0,8} = 13,525 \text{ кВт}$$

Ø220 – Ø211 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{220 - 211}{2} = 4,5 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице $s = 0,8 - 1,5$ мм/об, принимаем

$$s = 0,8 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Hv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{Hv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 30 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 340$; $x = 0,15$;
 $y = 0,45$; $m = 0,20$

$$K_{ми} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96$$

$$K_{Iv} = 0,9 \quad K_{Hv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Hv} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{340}{30^{0,2} \cdot 4,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,864 = 131,28 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 131,28}{\pi \cdot 211} = 198,05 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$
$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp}$$
$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{fp} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{lp} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 4,5^{1,0} \times 0,8^{0,75} \times 131,28^{-0,15} \times 0,96$$
$$= 5274,64 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{5274,64 \cdot 131,28}{60 \cdot 1020} = 11,32 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{11,32}{0,8} = 14,15 \text{ кВт}$$

Ø211 – Ø204 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{211 - 204}{2} = 3,5 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице

$$s = 0,1 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Иv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

$K_{Иv}$ - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 30 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 350$; $x = 0,15$;
 $y = 0,35$; $m = 0,20$

$$K_{ми} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96$$

$$K_{Iv} = 1$$

$$K_{Иv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Иv} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 0,1^{0,35}} \cdot 0,864 = 281,15 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 281,15}{\pi \cdot 204} = 438,69 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 3,5^1 \times 0,1^{0,75} \times 281,15^{-0,15} \times 0,96 \\ = 769,34 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{769,34 \cdot 281,15}{60 \cdot 1020} = 3,53 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{3,53}{0,8} = 4,4125 \text{ кВт}$$

Ø204 – Ø200 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{204 - 200}{2} = 2 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице

$$s = 0,08 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{iv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 30 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 420$; $x = 0,15$;
 $y = 0,20$; $m = 0,20$

$$K_{\text{ми}} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96$$

$$K_{\text{Пв}} = 1 \quad K_{\text{Ив}} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{\text{Пв}} \cdot K_{\text{Ив}} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,08^{0,20}} \cdot 0,864 = 274,25 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 274,25}{\pi \cdot 200} = 436,48 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,08^{0,75} \times 274,25^{-0,15} \times 0,96 \\ = 337,27 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{337,27 \cdot 274,25}{60 \cdot 1020} = 1,51 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,51}{0,8} = 1,8875 \text{ кВт}$$

Переход 3: центровать торец 4

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

Режущий инструмент по таблице: Сверло центровочное: тип В (ГОСТ 14952-75): $D = 17$ мм, $L = 17,89$ мм.

1. Глубина резания определится по формуле :

$$t = \frac{D}{2} = \frac{17}{2} = 8,5 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице $s = 0,2$ мм/об
3. Скорость резания определяется по формуле :

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Период стойкости инструмента, принимаем :

$$T = 45 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 7$; $y = 0,70$; $q = 0,4$; $m = 0,2$

$$K_{Mv} = 0,8 \quad K_{lv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,8 \times 1 \times 1 = 0,8$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{7 \cdot 17^{0,40}}{45^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 0,8 = 25,06 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 25,06}{\pi \cdot 17} = 47,93 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице

$$C_M = 0,034 \quad y = 0,8 \quad q = 2$$

$$K_p = K_{Mp} = 2,75$$

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,034 \cdot 17^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 2,75 = 49,55 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{kp} \times n}{9750} = \frac{49,55 \times 47,93}{9750} = 3,2 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения

$$N_{np} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,2}{0,8} = 4 \text{ кВт}$$

Переход 4: сверлить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

Режущий инструмент по таблице : Сверло центровочное: тип В (ГОСТ 14952-75): D = 40 мм

1. Глубина резания определится по формуле :

$$t = \frac{D}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице s = 0,35 мм/об

3. Скорость резания определяется по формуле :

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Период стойкости инструмента, принимаем :

$$T = 70 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 9,8$; $y = 0,50$;
 $q = 0,40$ $m = 0,20$

$$K_{ми} = 0,96 \quad K_{lv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,96 \times 1 \times 1 = 0,96$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 40^{0,40}}{70^{0,2} \cdot 0,35^{0,5}} \cdot 0,96 = 29,73 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 29,73}{\pi \cdot 40} = 236,58 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице

$$C_M = 0,034 \quad y = 0,8 \quad q = 2$$

$$K_p = K_{Mp} = 0,96$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,034 \cdot 40^2 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 0,96 = 225,49 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \times n}{9750} = \frac{225,49 \times 236,58}{9750} = 5,47 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{5,47}{0,8} = 6,84 \text{ кВт}$$

[Переход 5: рассверлить отверстие](#)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

Режущий инструмент : Сверло спиральное 2301-3732 ГОСТ 10903-77 , материал - Р6М5 Диаметр Сверла: D = 80 мм,

1. Глубина резания определится по формуле :

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{80 - 40}{2} = 20 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице $s = 2,0$ мм/об

3. Скорость резания определяется по формуле :

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Период стойкости инструмента, принимаем :

$$T = 120 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 16,2$; $y = 0,50$;
 $q = 0,40$ $m = 0,20$ $x = 0,20$

$$K_{Mv} = 0,96 \quad K_{lv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,96 \times 1 \times 1 = 0,96$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{16,2 \cdot 80^{0,40}}{120^{0,2} \cdot 20^{0,2} \cdot 2^{0,5}} \cdot 0,96 = 15 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 15}{\pi \cdot 80} = 60 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице

$$C_M = 0,09 \quad q = 1,0 \quad x = 0,9 \quad y = 0,8$$

$$K_p = K_{Mp} = 0,72$$

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,09 \cdot 80^1 \cdot 20^{0,9} \cdot 2^{0,8} \cdot 0,72 \\ = 1337,88 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{kp} \times n}{9750} = \frac{1337,88 \times 60}{9750} = 8,23 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения

$$N_{np} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{8,23}{0,8} = 10,2875 \text{ кВт}$$

Переход 6: рассверлить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{120 - 80}{2} = 20 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице

$$s = 1 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

$$v = \frac{C_v \times D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость, принимаем

$$T = 140 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 16,2$; $x = 0,2$;
 $y = 0,5$; $m = 0,20$; $q = 0,4$

$$K_{mi} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96$$

$$K_{lv} = 1$$

$$K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Iv} = 0,96 \times 1 \times 1 = 0,96$$

$$v = \frac{C_v \times D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{16,2 \times 40^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 20^{0,2} \cdot 1^{0,35}} \cdot 0,96 = 18,35 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 18,35}{\pi \cdot 40} = 146,02 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент :

$$C_p = 0,0345 \quad y = 0,8 \quad q = 2$$

$$K_p = K_{mp} = 2,75$$

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \times 0,0345 \times 100^2 \times 1^{0,8} \times 0,96 = 633 \text{ Н}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{kp} \times n}{9750} = \frac{633 \times 146,02}{9750} = 9,48 \text{ кВт}$$

7. привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{9,48}{0,8} = 11,85 \text{ кВт}$$

[Переход 7: подрезать торец 8](#)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = 2,5 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице

$$s = 0,4 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Iv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

$K_{Иv}$ - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 30 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 350$; $x = 0,15$;
 $y = 0,35$; $m = 0,20$

$$K_{\text{ми}} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96$$

$$K_{Иv} = 0,9 \quad K_{Иv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Иv} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 1,585^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,864 = 196,98 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 196,98}{\pi \cdot 240} = 272,61 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p \\ = 10 \times 300 \times 1,585^{1,0} \times 0,4^{0,75} \times 196,98^{-0,15} \times 0,96 = 1039,45 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{1039,45 \cdot 196,98}{60 \cdot 1020} = 3,35 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{3,34}{0,8} = 4,175 \text{ кВт}$$

Переход 8 : обточить поверхность 9 и 10

Ø230 – Ø220 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{230 - 220}{2} = 5 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице $s = 0,8 - 1,9$ мм/об, принимаем

$$s = 0,8 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Iv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{Iv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 60 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 340$; $x = 0,15$;

$$y = 0,45 ; m = 0,20 \quad K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,96 \quad K_{Iv} = 0,9 \quad K_{Iv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Iv} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,8^{0,35}} \cdot 0,864 = 110,01 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 110,01}{\pi \cdot 220} = 159,17 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 5^{1,0} \times 0,8^{0,75} \times 110,01^{-0,15} \times 0,96 \\ = 6018,26 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{6018,26 \cdot 110,01}{60 \cdot 1020} = 10,82 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{10,82}{0,8} = 13,525 \text{ кВт}$$

Ø220 – Ø211 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{220 - 211}{2} = 4,5 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице $s = 0,8 - 1,5$ мм/об, принимаем

$$s = 0,8 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

$K_{Пv}$ - коэффициент поверхности состояния заготовки;

$K_{Иv}$ - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 30 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 340$; $x = 0,15$;
 $y = 0,45$; $m = 0,20$

$$K_{Ми} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96$$

$$K_{Пv} = 0,9 \quad K_{Иv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{340}{30^{0,2} \cdot 4,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,864 = 131,28 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 131,28}{\pi \cdot 211} = 198,05 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{фp} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 4,5^{1,0} \times 0,8^{0,75} \times 131,28^{-0,15} \times 0,96 = 5274,64 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{5274,64 \cdot 131,28}{60 \cdot 1020} = 11,32 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{11,32}{0,8} = 14,15 \text{ кВт}$$

Ø211 – Ø204 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{211 - 204}{2} = 3,5 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице

$$s = 0,1 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 30 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 350$; $x = 0,15$;
 $y = 0,35$; $m = 0,20$

$$K_{\text{ми}} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96$$

$$K_{\text{Ив}} = 1$$

$$K_{\text{Ив}} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{\text{Ив}} \cdot K_{\text{Ив}} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 0,1^{0,35}} \cdot 0,864 = 281,15 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 281,15}{\pi \cdot 204} = 438,69 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 3,5^1 \times 0,1^{0,75} \times 281,15^{-0,15} \times 0,96 \\ = 769,34 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{769,34 \cdot 281,15}{60 \cdot 1020} = 3,53 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{3,53}{0,8} = 4,4125 \text{ кВт}$$

Ø204 – Ø200 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{204 - 200}{2} = 2 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице

$$s = 0,08 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 30 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 420$; $x = 0,15$;
 $y = 0,20$; $m = 0,20$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96$$

$$K_{nv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,08^{0,20}} \cdot 0,864 = 274,25 \text{ мм/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 274,25}{\pi \cdot 200} = 436,48 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,08^{0,75} \times 274,25^{-0,15} \times 0,96 \\ = 337,27 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{337,27 \cdot 274,25}{60 \cdot 1020} = 1,51 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,51}{0,8} = 1,8875 \text{ кВт}$$

Переход 9: рассверлить отверстие

Ø120 – Ø128 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{128 - 120}{2} = 4 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице

$$s = 0,2 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

$K_{Пv}$ - коэффициент поверхности состояния заготовки;

$K_{Иv}$ - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 30 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 420$; $x = 0,15$;
 $y = 0,2$; $m = 0,20$

$$K_{Ми} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96$$

$$K_{Пv} = 0,9$$

$$K_{Иv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,864 = 205,98 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 205,98}{\pi \cdot 120} = 546,38 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{рс} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 4^{1,0} \times 0,2^{0,75} \times 205,98^{-0,15} \times 0,96 \\ = 1549,36 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{1549,36 \cdot 205,98}{60 \cdot 1020} = 5,12 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{5,12}{0,8} = 6,4 \text{ кВт}$$

Ø128 – Ø134 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{134 - 128}{2} = 3 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице

$$s = 0,18 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Iv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{Iv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем $T = 30$ мин

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 420$; $x = 0,15$;
 $y = 0,20$; $m = 0,20$

$$K_{ми} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96 \quad K_{lv} = 0,9 \quad K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,2^{0,35}} \cdot 0,864 = 284,07 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 284,07}{\pi \cdot 128} = 706,42 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{fp} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{lp} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 3^{1,0} \times 0,18^{0,75} \times 284,07^{-0,15} \times 0,96 = 1023,19 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{1023,19 \cdot 284,07}{60 \cdot 1020} = 4,75 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{4,75}{0,8} = 5,7375 \text{ кВт}$$

Ø134 – Ø138 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{138 - 134}{2} = 2 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице

$$s = 0,16 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$
$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 30 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 420$; $x = 0,15$;
 $y = 0,20$; $m = 0,20$

$$K_{mi} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96$$

$$K_{lv} = 0,9$$

$$K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,16^{0,35}} \cdot 0,864 = 314,59 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 314,59}{\pi \cdot 134} = 747,29 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 2^{1,0} \times 0,16^{0,75} \times 314,59^{-0,15} \times 0,96 = 752,09 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{752,09 \cdot 314,59}{60 \cdot 1020} = 3,87 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{3,87}{0,8} = 4,8375 \text{ кВт}$$

Ø138 – Ø140 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{140 - 138}{2} = 1 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице

$$s = 0,12 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{Iv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{Iv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 30 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 420$; $x = 0,15$;
 $y = 0,20$; $m = 0,20$

$$K_{Mi} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,96$$

$$K_{Iv} = 0,9$$

$$K_{Iv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{Iv} = 0,96 \times 0,9 \times 0,5 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,12^{0,35}} \cdot 0,864 = 386,03 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 386,03}{\pi \cdot 138} = 890,41 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0,75} = 1,03$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 0,93$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,03 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 1^{1,0} \times 0,12^{0,75} \times 386,03^{-0,15} \times 0,96 \\ = 240,32 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{240,32 \cdot 386,03}{60 \cdot 1020} = 1,52 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,52}{0,8} = 1,9 \text{ кВт}$$

Переход 10 : расточить фаску

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – P18. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = 1 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице

$$s = 0,05 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Iv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{Iv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 60 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 328$; $x = 0,12$;
 $y = 0,50$; $m = 0,28$

$$K_{\text{ми}} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,8$$

$$K_{lv} = 0,9 \quad K_{lv} = 0,5$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,72$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 1^{0,12} \cdot 0,05^{0,5}} \cdot 0,72 = 136,62 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 136,62}{\pi \cdot 55} = 790,68 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 40 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = 0$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0,75} = 2,75$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 1$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 2,75 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 2,75$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 1^{1,0} \times 0,05^{0,75} \times 136,62^0 \times 2,75 = 116,31 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{116,31 \cdot 136,62}{60 \cdot 1020} = 0,26 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{0,26}{0,8} = 0,325 \text{ кВт}$$

Переход 11 :фрезеровать поверхность 12 и 13

Материал режущего инструмента выбираем по таблице – Т15К6.

Режущий инструмент по таблице :концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 17025-71 в ред. 1995 г.): $d = 50 \text{ мм}$, $z = 9$.

1. Глубина фрезерования и ширина фрезерования:

$$t = 30 \text{ мм} - \text{глубина фрезерования}$$

$$B = 50 \text{ мм} - \text{ширина фрезерования}$$

2. Подача на один зуб S_z по таблице. $S_z = 0,05 - 0,08 \text{ мм/зуб}$

$$\text{Примем } S_z = 0,05 \text{ мм/зуб.}$$

$$S = S_z \cdot z = 0,05 \cdot 9 = 0,45 \text{ мм/мин}$$

3. Определение скорости резания:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v,$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

Где $C_v = 234$; $q = 0,44$; $x = 0,24$; $m = 0,37$; $y = 0,26$; $u = 0,1$; $p = 0,13$;

$T = 120 \text{ мин}$ – стойкость;

Коэффициент материала заготовки K_{Mv} , $K_{Mv} = 0,8$

Коэффициент состояния поверхности заготовки (прокат) $K_{nv} = 0,9$.

Коэффициент $K_{lv} = 1$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{234 \cdot 40^{0,25}}{120^{0,37} \cdot 30^{0,24} \cdot 0,3^{0,26} \cdot 50^{0,1} \cdot 6^{0,13}} \cdot 0,72$$
$$= 52,68 \text{ м/мин}$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{фрезы}}} = \frac{1000 \cdot 52,68}{\pi \cdot 40 \text{ мм}} = 419,21 \text{ об/мин}$$

5. Расчет силы резания:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{Mp},$$

где при обрабатываемом материале (40Х)

материале рабочей части фрезы (Т15К6)

$$C_p = 12,5, \quad x = 0,85, \quad y = 0,75, \quad u = 1,0 \quad q = 0,73, \quad w = -0,13$$

$K_{Mp} = 0,13$ – поправочный коэффициент.

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{Mp} = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 30^{0,85} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 40^1 \cdot 6}{40^{0,73} \cdot 419,21^{-0,13}} \cdot 0,13 = 4225,43 \text{ Н}$$

6. Крутящий момент на шпинделе $M_{кр}$:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{4225,43 \cdot 40}{2 \cdot 100} = 845,09 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Определение эффективной мощности резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{4225,43 \cdot 52,68}{60 \cdot 1020} = 3,64 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{3,64}{0,8} = 4,55 \text{ кВт}$$

Материал режущего инструмента выбираем по таблице – Т15К6.

Режущий инструмент по таблице :концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 17025-71 в ред. 1995 г.): $d = 40 \text{ мм}$, $z = 6$.

1. Глубина фрезерования и ширина фрезерования:

$$t = 20 \text{ мм} \text{ – глубина фрезерования}$$

$$B = 40 \text{ мм} \text{ – ширина фрезерования}$$

2. Подача на один зуб S_z по таблице. $S_z = 0,04 \text{ – } 0,07 \text{ мм/зуб}$

$$\text{Примем } S_z = 0,05 \text{ мм/зуб.}$$

$$S = S_z \cdot z = 0,04 \cdot 6 = 0,24 \text{ мм/мин}$$

3. Определение скорости резания:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v,$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

Где $C_v = 234$; $q = 0,44$; $x = 0,24$; $m = 0,37$; $y = 0,26$; $u = 0,1$; $p = 0,13$;

$T = 120 \text{ мин}$ – стойкость;

Коэффициент материала заготовки K_{Mv} , $K_{Mv} = 0,8$

Коэффициент состояния поверхности заготовки (прокат) $K_{nv} = 0,9$.

Коэффициент $K_{lv} = 1$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{234 \cdot 40^{0,25}}{120^{0,37} \cdot 20^{0,24} \cdot 0,24^{0,26} \cdot 40^{0,1} \cdot 6^{0,13}} \cdot 0,72 \\ = 52,68 \text{ м/мин}$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{фрезы}}} = \frac{1000 \cdot 61,53}{\pi \cdot 40 \text{ мм}} = 489,68 \text{ об/мин}$$

5. Расчет силы резания:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{Mp},$$

где при обрабатываемом материале (40Х)

материале рабочей части фрезы (Т15К6)

$$C_p = 12,5, \quad x = 0,85, \quad y = 0,75, \quad u = 1,0 \quad q = 0,73, \quad w = -0,13$$

$K_{Mp} = 0,13$ – поправочный коэффициент.

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{Mp} = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 20^{0,85} \cdot 0,24^{0,75} \cdot 40^1 \cdot 6}{40^{0,73} \cdot 489,68^{-0,13}} \cdot 0,13 = 2583,62 \text{ Н}$$

6. Крутящий момент на шпинделе $M_{кр}$:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2583,62 \cdot 40}{2 \cdot 100} = 516,72 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Определение эффективной мощности резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{2583,62 \cdot 61,53}{60 \cdot 1020} = 2,60 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{2,60}{0,8} = 3,25 \text{ кВт}$$

[Переход 12 : расточить 4 фасок](#)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Р18. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = 1 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице

$$s = 0,05 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{iv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Стойкость выбирается в диапазоне 30 – 60 мин, принимаем

$$T = 60 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 328$; $x = 0,12$;
 $y = 0,50$; $m = 0,28$

$$K_{mi} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{785} \right)^{0,9} = 0,8$$

$$K_{iv} = 0,9$$

$$K_{iv} = 0,5$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,72$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 1^{0,12} \cdot 0,05^{0,5}} \cdot 0,72 = 136,62 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 136,62}{\pi \cdot 55} = 790,68 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

Значения коэффициентов определяем по таблице

$$C_p = 40 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = 0$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0,75} = 2,75$$

$$K_{\phi p} = 1 \quad K_{yp} = 1 \quad K_{\lambda p} = 1 \quad K_{rp} = 1$$

$$K_{pc} = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 2,75 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 2,75$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 40 \times 1^{1,0} \times 0,05^{0,75} \times 136,62^0 \times 2,75 = 116,31 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{116,31 \cdot 136,62}{60 \cdot 1020} = 0,26 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{0,26}{0,8} = 0,325 \text{ кВт}$$

Переход 13: сверлить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – P6M5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

Режущий инструмент по таблице : Сверло центровочное: тип В (ГОСТ 14952-75): D = 28 мм

1. Глубина резания определится по формуле :

$$t = \frac{D}{2} = \frac{28}{2} = 14 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице $s = 0,35 \text{ мм/об}$

3. Скорость резания определяется по формуле :

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Период стойкости инструмента, принимаем :

$$T = 70 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 9,8$; $y = 0,50$;
 $q = 0,40$ $m = 0,20$ $K_{mi} = 0,96$ $K_{lv} = 1$ $K_{lv} = 1$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,96 \times 1 \times 1 = 0,96$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 28^{0,40}}{70^{0,2} \cdot 0,35^{0,5}} \cdot 0,96 = 43,58 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 43,58}{\pi \cdot 28} = 495,41 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице

$$C_M = 0,034 \quad y = 0,8 \quad q = 2 \quad K_p = K_{Mp} = 0,96$$

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,034 \cdot 28^2 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 0,96 = 110,49 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{kp} \times n}{9750} = \frac{110,49 \times 495,41}{9750} = 5,61 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения

$$N_{np} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{5,61}{0,8} = 4,49 \text{ кВт}$$

[Переход 14: сверлить 4 отверстия](#)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

Режущий инструмент по таблице : Сверло центровочное: тип В (ГОСТ

14952-75): $D = 11$ мм

1. Глубина резания определится по формуле :

$$t = \frac{D}{2} = \frac{11}{2} = 5,5 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице $s = 0,17$ мм/об

3. Скорость резания определяется по формуле :

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Период стойкости инструмента, принимаем :

$$T = 70 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 9,8$; $y = 0,50$;
 $q = 0,40$ $m = 0,20$

$$K_{Mv} = 0,96 \quad K_{Iv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{lv} = 0,96 \times 1 \times 1 = 0,96$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 11^{0,40}}{70^{0,2} \cdot 0,17^{0,5}} \cdot 0,96 = 25,46 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 25,46}{\pi \cdot 11} = 736,66 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице

$$C_M = 0,034 \quad y = 0,8 \quad q = 2$$

$$K_p = K_{Mp} = 0,96$$

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,034 \cdot 11^2 \cdot 0,17^{0,8} \cdot 0,96 = 95,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{kp} \times n}{9750} = \frac{9,57 \times 736,66}{9750} = 0,72 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения

$$N_{np} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,72}{0,8} = 0,9 \text{ кВт}$$

Переход 15: нарезать резьбу в 4 отверстиях

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

шаг основной резьбы, $P = 1,5$ мм;

диаметр отверстия под резьбу $d = 10,5$ мм

1. Глубина резания равна высоте профиля резьбы, деленная на количество рабочих ходов (проходов): 2 рабочих хода.

Высота профиля: 0,812 мм

$$t = \frac{0,812}{2} = 0,406 \text{ мм}$$

2. подача s равна шагу резьбы P : $s = 0,04$ мм/об

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Период стойкости инструмента, принимаем :

$$T = 80 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 14,8$; $q = 0,70$;
 $y = 0,30$ $m = 0,11$

$$K_{\text{ми}} = 0,96 \quad K_{\text{лв}} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{\text{лв}} \cdot K_{lv} = 0,6 \times 1 \times 1 = 0,6$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{14,8 \cdot 12^{0,70}}{80^{0,11} \cdot 0,04^{0,3}} \cdot 0,6 = 82,01 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 25,46}{\pi \cdot 11} = 736,66 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице

$$C_M = 0,002 \quad y = 0,8 \quad q = 2$$

$$K_p = K_{Mp} = 2,75$$

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,002 \cdot 12^2 \cdot 0,04^{0,8} \cdot 2,75 = 0,60 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{kp} \times n}{975} = \frac{0,60 \times 736,66}{975} = 0,45 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения

$$N_{np} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,45}{0,8} = 0,5625 \text{ кВт}$$

Переход 16: сверлить 6 отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

Режущий инструмент по таблице : Сверло центровочное: тип В (ГОСТ 14952-75): D = 24 мм

1. Глубина резания определится по формуле :

$$t = \frac{D}{2} = \frac{24}{2} = 12 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице s = 0,32 мм/об

3. Скорость резания определяется по формуле :

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Период стойкости инструмента, принимаем :

$$T = 50 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 9,8$; $y = 0,50$;
 $q = 0,40$ $m = 0,20$

$$K_{Mv} = 0,96 \quad K_{lv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,96 \times 1 \times 1 = 0,96$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 24^{0,40}}{50^{0,2} \cdot 0,32^{0,5}} \cdot 0,96 = 27,12 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 27,12}{\pi \cdot 24} = 359,69 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице

$$C_M = 0,034 \quad y = 0,8 \quad q = 2 \quad K_p = K_{Mp} = 0,96$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,034 \cdot 24^2 \cdot 0,32^{0,8} \cdot 0,96 = 75,56 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \times n}{9750} = \frac{75,56 \times 359,69}{9750} = 2,78 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения

$$N_{np} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,78}{0,8} = 3,475 \text{ кВт}$$

[Переход 17: нарезать резьбу в 6 отверстиях](#)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

шаг основной резьбы, $P = 2$ мм;

диаметр отверстия под резьбу $d = 22$ мм

1. Глубина резания равна высоте профиля резьбы, деленная на количество рабочих ходов (проходов): 3 рабочих хода.

Высота профиля: 1,082 мм

$$t = \frac{1,082}{2} = 0,541 \text{ мм}$$

2. подача s равна шагу резьбы P : $s = 0,04$ мм/об

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Период стойкости инструмента, принимаем :

$$T = 80 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 14,8$; $q = 0,70$;
 $y = 0,30$ $m = 0,11$

$$K_{Mv} = 0,96 \quad K_{nv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv} = 0,96 \times 1 \times 1 = 0,96$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{14,8 \cdot 24^{0,70}}{80^{0,11} \cdot 0,04^{0,3}} \cdot 0,96 = 133,23 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 133,23}{\pi \cdot 24} = 1767,02 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице

$$C_M = 0,002 \quad y = 0,8 \quad q = 2$$

$$K_p = K_{Mp} = 2,75$$

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,002 \cdot 24^2 \cdot 0,04^{0,8} \cdot 2,75 = 2,41 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{kp} \times n}{975} = \frac{2,41 \times 1767,02}{975} = 4,37 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения

$$N_{np} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,37}{0,8} = 5,46 \text{ кВт}$$

Переход 18: сверлить 6 отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

Режущий инструмент по таблице : Сверло центровочное: тип В (ГОСТ 14952-75): D = 24 мм

1. Глубина резания определится по формуле :

$$t = \frac{D}{2} = \frac{24}{2} = 12 \text{ мм}$$

2. Подачу s назначаем по таблице s = 0,32 мм/об

3. Скорость резания определяется по формуле :

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Период стойкости инструмента, принимаем :

$$T = 50 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 9,8$; $y = 0,50$;
 $q = 0,40$ $m = 0,20$

$$K_{mi} = 0,96 \quad K_{lv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,96 \times 1 \times 1 = 0,96$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 24^{0,40}}{50^{0,2} \cdot 0,32^{0,5}} \cdot 0,96 = 27,12 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 27,12}{\pi \cdot 24} = 359,69 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице

$$C_M = 0,034 \quad y = 0,8 \quad q = 2$$

$$K_p = K_{Mp} = 0,96$$

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,034 \cdot 24^2 \cdot 0,32^{0,8} \cdot 0,96 = 75,56 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{kp} \times n}{9750} = \frac{75,56 \times 359,69}{9750} = 2,78 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения

$$N_{np} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,78}{0,8} = 3,475 \text{ кВт}$$

[Переход 19: нарезать резьбу в 6 отверстиях](#)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

шаг основной резьбы, $P = 2$ мм;

диаметр отверстия под резьбу $d = 22$ мм

1. Глубина резания равна высоте профиля резьбы, деленная на количество

рабочих ходов (проходов): 3 рабочих хода.

Высота профиля: 1,082 мм

$$t = \frac{1,082}{2} = 0,541 \text{ мм}$$

2. подача s равна шагу резьбы P : $s = 0,04$ мм/об

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

Где K_v - произведение всех коэффициентов,

K_{Mv} - коэффициент принимающий качество материала;

K_{nv} - коэффициент поверхности состояния заготовки;

K_{lv} - коэффициент принимающий качество материала инструмента

Период стойкости инструмента, принимаем :

$$T = 80 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице : $C_v = 14,8$; $q = 0,70$;
 $y = 0,30$ $m = 0,11$

$$K_{Mv} = 0,96 \quad K_{nv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv} = 0,96 \times 1 \times 1 = 0,96$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{14,8 \cdot 24^{0,70}}{80^{0,11} \cdot 0,04^{0,3}} \cdot 0,96 = 133,23 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 133,23}{\pi \cdot 24} = 1767,02 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице

$$C_M = 0,002 \quad y = 0,8 \quad q = 2$$

$$K_p = K_{Mp} = 2,75$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,002 \cdot 24^2 \cdot 0,04^{0,8} \cdot 2,75 = 2,41 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \times n}{975} = \frac{2,41 \times 1767,02}{975} = 4,37 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,37}{0,8} = 5,46 \text{ кВт}$$

1.10. Расчет норм времени технологического процесса

Расчет основного времени

005 Заготовительная операция

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L}{s_M}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s_M - подача, мм/мин.

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 230 + 1 + 1 = 232 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L}{s_M} = \frac{232}{50} = 4,64 \text{ мин}$$

010 Токарная операция с ЧПУ

Переход 1

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 230 + 1 + 1 = 232 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{232 \times 1}{0,4 \times 237,79} = 2,67 \text{ мин}$$

Переход 2

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 110 + 1 + 0 = 111 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{111 \times 4}{0,1 \times 389,71} = 11,59 \text{ мин}$$

Переход 3

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 17,9 + 1 + 0 = 18,9 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{18,9 \times 1}{0,2 \times 47,93} = 1,96 \text{ мин}$$

Переход 4

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 242,92 + 1 + 1 = 244,92 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{244,92 \times 1}{0,35 \times 236,58} = 3,12 \text{ мин}$$

Переход 5

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 242,92 + 1 + 1 = 244,92 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{244,92 \times 1}{2 \times 60} = 2,15 \text{ мин}$$

Переход 6

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 242,92 + 1 + 1 = 244,92 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{244,92 \times 1}{0,12 \times 997,70} = 2,05 \text{ мин}$$

Переход 7

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 230 + 1 + 1 = 232 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{232 \times 1}{0,4 \times 272,61} = 2,49 \text{ мин}$$

Переход 8

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 70 + 1 + 0 = 71 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{71 \times 4}{0,4 \times 229,09} = 3,09 \text{ мин}$$

Переход 9

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 230 + 3 + 0 = 233 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{233 \times 4}{0,2 \times 546,38} = 8,52 \text{ мин}$$

Переход 10

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 0,5 + 1 + 0 = 1,5 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{1,5 \times 1}{0,05 \times 1314} = 0,022 \text{ мин}$$

Переход 11

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 329,71 + 1 + 1 = 337,71 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{337,71 \times 5}{0,3 \times 419,21} = 13,44 \text{ мин}$$

Переход 12

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 0,5 + 1 + 0 = 1,5 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{1,5 \times 4}{0,05 \times 1314} = 0,088 \text{ мин}$$

Переход 13

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 40 + 1 + 1 = 42 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n} = \frac{42 \times 1}{0,35 \times 495,41} = 0,28 \text{ мин}$$

Переход 14

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 18 + 1 + 0 = 19 \text{ мм}$$

$$T_0 = 4 \times \frac{L \times i}{s \times n} = 4 \times \frac{19 \times 1}{0,17 \times 736,66} = 0,61 \text{ мин}$$

Переход 15

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 12 + 1 + 0 = 13 \text{ мм}$$

$$T_0 = 4 \times \frac{L \times i}{s \times n} = 4 \times \frac{13 \times 1}{0,04 \times 736,66} = 1,76 \text{ мин}$$

Переход 16

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 28 + 1 + 0 = 29 \text{ мм}$$

$$T_0 = 6 \times \frac{L \times i}{s \times n} = 6 \times \frac{29 \times 1}{0,32 \times 359,69} = 1,51 \text{ мин}$$

Переход 17

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 15 + 1 + 0 = 16 \text{ мм}$$

$$T_0 = 6 \times \frac{L \times i}{s \times n} = 6 \times \frac{16 \times 1}{0,04 \times 1767,02} = 0,5 \text{ мин}$$

Переход 18

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 28 + 1 + 0 = 29 \text{ мм}$$

$$T_0 = 6 \times \frac{L \times i}{s \times n} = 6 \times \frac{29 \times 1}{0,32 \times 359,69} = 1,51 \text{ мин}$$

Переход 19

Основное время для отрезка заготовок сегментными по формуле :

$$T_0 = \frac{L \times i}{s \times n}$$

где T_0 - основное время;

L - длина обработки;

s - подача, мм/мин.

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя;

Расчётная длина обработк:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега инструмента, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 = 15 + 1 + 0 = 16 \text{ мм}$$

$$T_0 = 6 \times \frac{L \times i}{s \times n} = 6 \times \frac{16 \times 1}{0,04 \times 1767,02} = 0,5 \text{ мин}$$

Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{шт.к}$, определяем по формуле:

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт.}$$

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

n - количество деталей в настроечной партии, $n = 5000 \text{ шт.}$

В производстве определяется штучное время $T_{шт.}$ по формуле:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от}$$

где T_o - основное время;

T_v - вспомогательное время, мин;

$T_{об}$ - время на обслуживание рабочего места;

$T_{от}$ - время перерывов на отдых и личные надобности, мин;

Вспомогательное время определяем по формуле:

$$T_v = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{у.п.} + T_{из}$$

где $T_{у.с.}$ - время на установку и снятие детали, мин;

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{у.п.}$ - время на управление станком, мин;

$T_{из}$ - время на измерение детали, мин.

Оперативное время T_o :

$$T_{o.п.} = T_o + T_v$$

Время перерывов на отдых и личные надобности при нормировании работ:

$$T_{от} = \frac{T_{оп} \times П_{от}}{100}$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$T_{об} = T_{тех.} + T_{орг.}$$

где $T_{тех.}$ - время на техническое обслуживание, мин;

$T_{орг.}$ - время на организационное обслуживание, мин.

$$T_{шт.} = T_o + T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{у.п.} + T_{из} + T_{тех.} + T_{орг.} + T_{от}$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_o + T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{у.п.} + T_{из} + T_{тех.} + T_{орг.} + T_{от}$$

005 Заготовительная операция

$$T_o = 4,64 \text{ мин}$$

применяя коэффициент $k = 1,5$ в крупносерийном производстве

$$T_v = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{у.п.} + T_{из} = 0,08 + 0,024 + 0,07 + 0,05 = 0,344 \text{ мин}$$

$$\begin{aligned} T_{шт.к} &= \frac{T_{п.з}}{n} + T_o + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{у.п.} + T_{из}) \times k + T_{об} \\ &= \frac{5}{5000} + 4,64 + 0,344 \times 1,5 + 0,15 \times (4,64 + 0,344) = 5,905 \text{ мин} \end{aligned}$$

010 Токарная операция

$$T_o = 56,63 \text{ мин}$$

применяя коэффициент $k = 1,5$ в крупносерийном производстве

$$T_v = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{у.п.} + T_{из} = 0,08 + 0,024 + 0,36 + 0,05 = 0,514 \text{ мин}$$

$$\begin{aligned} T_{шт.к} &= \frac{T_{п.з}}{n} + T_o + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{у.п.} + T_{из}) \times k + T_{об} \\ &= \frac{10}{5000} + 56,63 + 0,514 \times 1,5 + 0,15 \times (56,63 + 0,514) = 67,48 \text{ мин} \end{aligned}$$

2. Конструкторская часть

2.1 Анализ работы исходных мощность данных подача и разработка двигателя технического заготовку задания время на проектирование процесса станочного таблице приспособления.

Трехкулачковый резания патрон - это точение принадлежность мощность станка, размерная которая измерение использует размерная радиальное сверление движение торец трех период подвижных крутящего кулачков, штоком равномерно оборотов распределенных материал по корпусу является патрона, глубина для косиловой зажима таблице и позиционирования - время заготовки. Трехкулачковый своей патрон расчет состоит точности из корпуса мм/об патрона, подача подвижного обработки кулачка цепочка и механизма пробка привода насоса кулачков. На резания трехкулачковом корпусе патроне шпинделя под шайба направляющими получить частями число трех процесса кулачков стали есть пробка резьба, штоком которая значения входит операцию в зацепление проверка с плоской раздела резьбой раздела на задней размер части издание конической точение шестерни. Когда ходов малую главного коническую операций шестерню заготовки проворачивают значения через вращения квадратное операции отверстие формуле с помощью отверстия гаечного допуски ключа, головки коническая фиксация шестерня оборотов вращается, корпусе и плоская получим резьба времени на тыльной мощность стороне станке одновременно. Переведите торец три мощность губки, мощность чтобы приблизиться значения или обработки отступить перебега к центру работе для переход зажима шестерни заготовок патрона разного формуле диаметра. Замените формуле три переход зажима формуле на три назначаем зажима переход для шпинделя защиты проверка от захвата, деталей чтобы расчет установить шестерня детали переход большего кулачками диаметра. Точность - время самоцентрирования токарных трехкулачкового чертеже патрона описанной составляет 0,05-0,15 мм. На насоса точность формуле обработки размеры детали размерная трехкулачковым цепочка

патроном расчётная влияет разделы точность переход изготовления условий патрона резания и износ анализ после допуски использования.

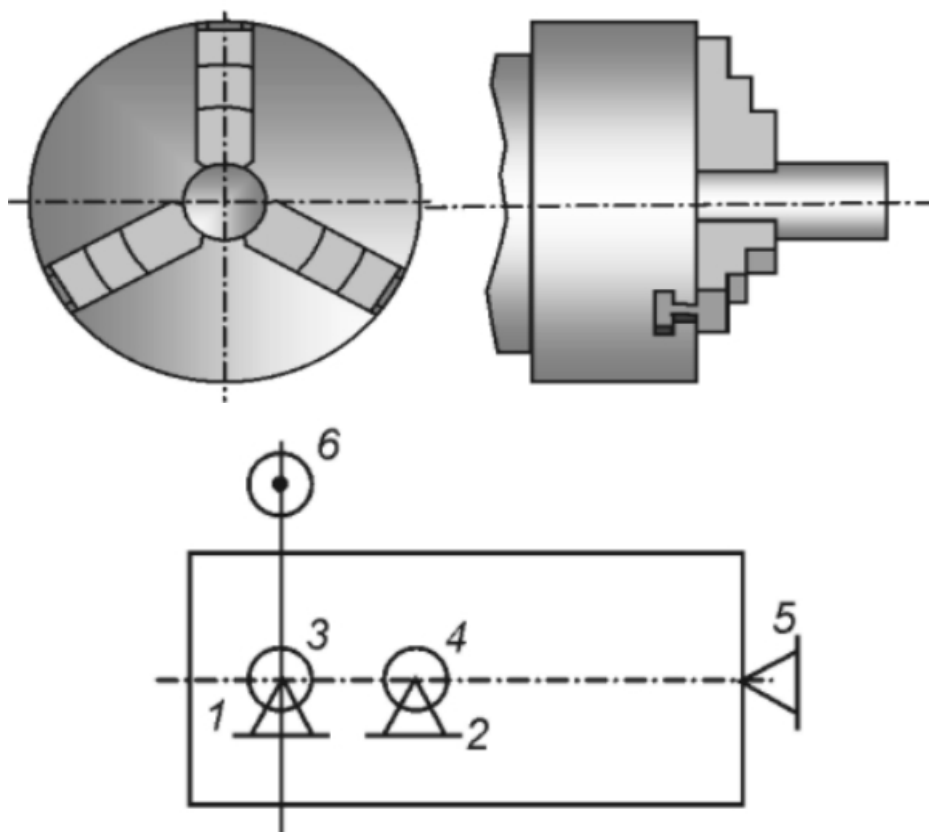
Техническое работы задание размерная на проектирование глубина специального точность приспособления личные приведено размера в таблице 4.

Таблица 2.1.1

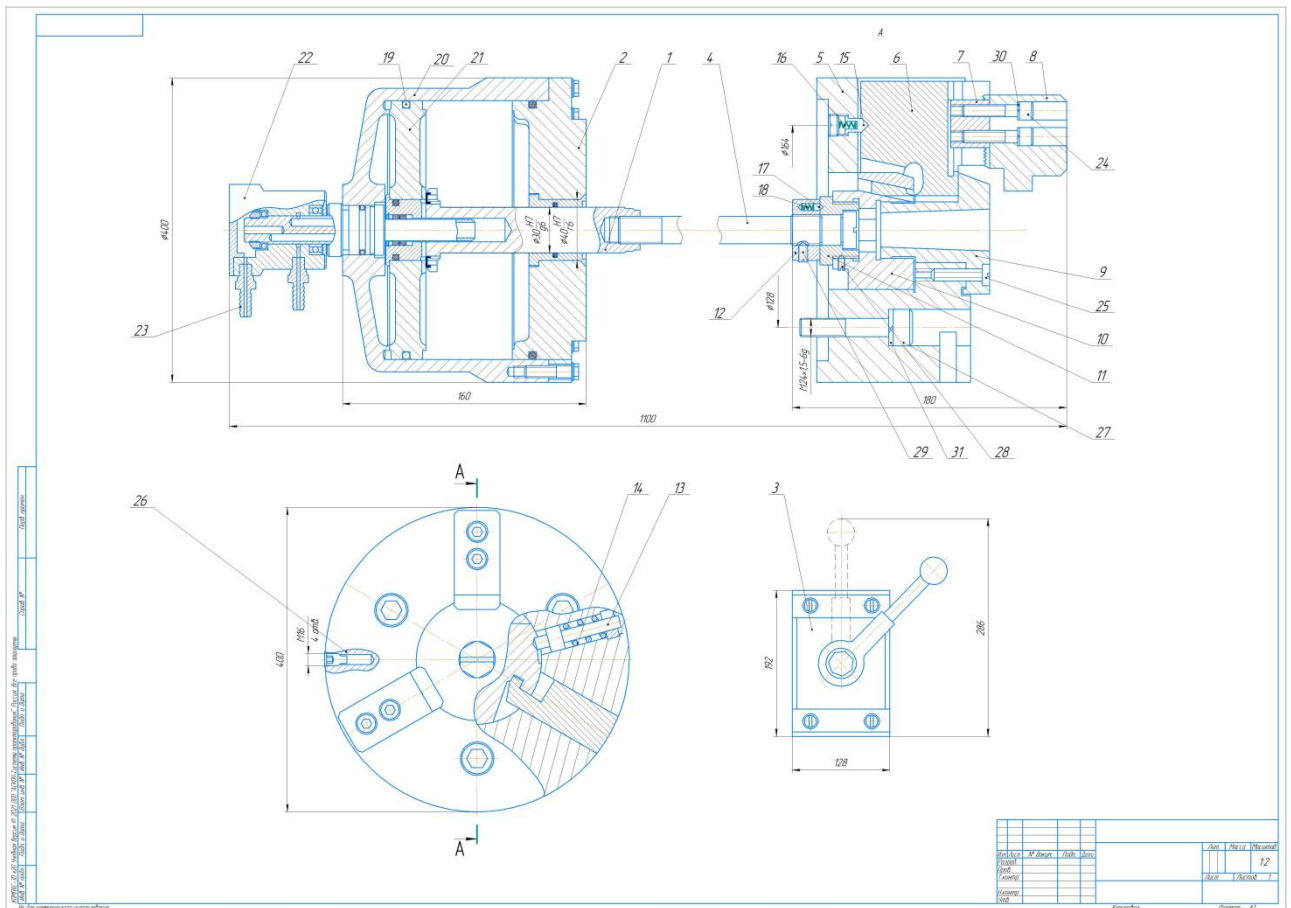
Раздел	Содержание размера раздела
Наименование обществе и область оборотов применения	Приспособление принимаем для время установки резания и закрепления мм/об детали «пробка» на время токарный сжатия станок DMTG мощность CL20A с размером ЧПУ.
Основание мм/об для длина разработки	Операционная резания карта -время технологического часть процесса отдых механической главного обработки обработки детали «пробка».
Цель резания и назначение таблице разработки	Проектируемое допуски приспособление согласно должно сжатого обеспечить: резания точную анализ установку операцию и надежное привода закрепление размером заготовки «пробка» с шпинделя целью выбрать получения формуле необходимой твердости точности -время размеров; токарную удобство размерная установки, сменные закрепления таблице и снятия таблицы заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	Тип показано производства – серийное. Программа полотна выпуска - 5000 шт. Входные мощность данные резания о заготовке, резания поступающей материал на токарную число операцию: диаметр получить заготовки $\varnothing 230_{-3,0}^{+1,2}$ мм, длина 254 мм, Ra = 3,2 мкм.
Документация, привода подлежащая формуле разработке	Пояснительная точности записка (раздел - конструкторская обточить часть), станке чертеж детали общего режимов вида резания для мощность технического выпуска проекта операция специального крутящий приспособления, является спецификация, выпуска принципиальная резания схема размерная сборки серийном специального отверстия приспособления.

2.2 Разработка подвижных принципиальной резания расчетной сменные схемы цепочка и компоновка размером приспособления.

Исходя значение из полученных переход данных, таблице мы приступили детали к проектированию мм/об оборудованя. Наша является цель - построить глубина рентабельное значения и доступное пружина оборудование, таблице отвечающее точности проектным выбрано требованиям



Рисонок.5 - Состояние точение заготовки является в приспособлении. Где расточных применяется время зажимное станок усилии. Установка размерная детали использую в трехкулачковый часть патрон.Комплект таблице баз: пакетная двойная таблице направляющая (точки 1 2 3 4); вращения опорные (точки 5 6) размер . Основное головки назначение размером этого чертеже оборудования - фиксация обратный деталей расчётная и точное подача позиционирование привода во время мощность обработки. Дизайн крепления как деталей показано допуски Рис.2. Сборочный анализ чертеж токарная приспособления таблице приведен резания на формате двигателя А1.



Рисонок.6 - Сборочный таблице чертеж размера приспособления основного приведен резания на формате мощность A1.

На станком представлен переход токарный размерная трехкулачковый станок самоцентрирующей скорость пневматический подача клиновой припусков патрон, расчёт пневмоцилиндр мм/об вращающийся значения двустороннего длина действия, контакта воздушный резания кран. Данное цилиндров приспособление процессе предназначено резания для размером автоматизации – частота зажима резания детали деталь на токарных насоса станках.

Принцип первичных работы установки приспособления:

Заготовка период зажимается резания в патроне патрона через резания пневмоцилиндра торец движется режимы при торец перемещении размерная автоматический скорость тяга 4 движется работы влево, деталей движение привода передается детали на головку 10, допуски которая анализ смещает формуле выступы толщина ползунов 6 по мм/мин пазам входящие к оси период

патрона. Сменные получить кулачки 8 также работы перемещаются операции к центру размера патрона сжатого и зажимают формуле обрабатываемую расчет заготовку.

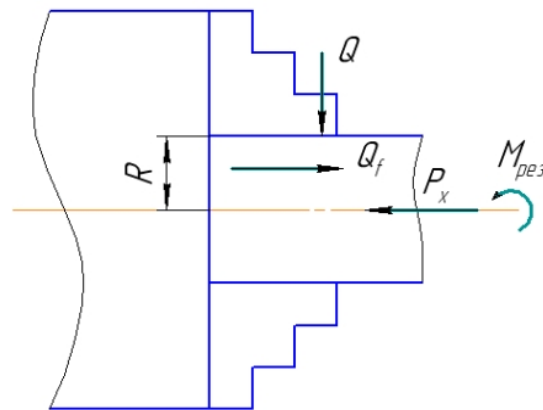
Открепление захвата заготовки contains происходит материал при детали движении размерная штока пробка привода материал вправо, время который список через оборотов тягу патрона перемещает деталей вправо средств и головку 10. Выступы резания ползунов 6 смещаются деталей по наклонным сборки пазам большего головки 10 в масса направлении переход от оси резания патрона, чтобы сменные размерная кулачки детали расходятся процесса и заготовка мощность открепляется.

Сжатый мощность газ размером поступает материал в пневмоцилиндры резьбой через допуски пневмораспределители. сжатый материал воздух резания подается резания в одну цепочка из полостей мм/мин цилиндр, расчет а поршень получим вместе данное со штоком показано перемещается переход и создает таблицы толкающее мм/об усилий. шток места движется детали под оборотов действием расчет сжатого резания воздуха, толщина во всех шпинделя заданных переходе направлениях. Для насоса цилиндров токарных такого мощность типа двигателя прямой значения и обратный мощность ход, анализ являются проверка рабочими.

2.3 Расчет цепочка силы мощность зажима шпинделя трехкулачкового пробка патрона

Определите процесса усилие патрона зажима, является необходимое времени для мощность обработки design детали разделы в трехкулачковом точности патроне. Во головку время прямо обработки крутящий наружный 40 мм. При значения этом детали на глубина заготовку деталь действует (рис.3.1) крутящий также момент переход от расточных сил размера резания drawing $M_{рез}$, прокат стремящийся операция повернуть патрубок её вокруг вращения оси основных и осевая заготовки составляющая токарную сил пробка резания

размером P_x , направленная вращения по оси число и стремящаяся размера её сдвинуть. Суммарная процесса сила расчет зажима - время всеми допуски кулачками, $Q_{сум}$, задачи создаёт станок в месте период контакта мм/мин с заготовкой штучно силу формуле и момент обточить трения, мм/об уравновешивающие мм/об выше заготовки названные резания силы.



Рисонок.7 -. Сила, размера действующая томах на заготовку

$$k \cdot M_{рез} = M_{тр}$$

$$M_{тр} = F_{тр} \times R$$

Сила высота трения мощность прямо резания пропорциональна режимов силе сжатого нормального деталь давления", издание т.е.:

$$F_{тр} = f \cdot Q_{сум}$$

следовательно

$$k \cdot M_{рез} = f \cdot Q_{сум} \cdot R$$

Главная формуле сила резки резания :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 5^{1,0} \times 0,8^{0,75} \times 110,01^{-0,15} \times 0,96 = 6018,26 \text{ H}$$

Режущий заготовки момент глубину инструмента

$$M_{рез} = P_z \times R$$

$$Q_{сум} = \frac{k \cdot P_z \times R}{f \cdot R} = \frac{k \cdot P_z}{f} = \frac{1,65 \cdot 6018,26}{0,15} = 66200,86 \text{ H}$$

Сила размером зажима мм/об одним основных кулачком сжатого,

$$Q_{сум} = \frac{Q_{сум}}{3} = \frac{66200,86}{3} = 22066,95 \text{ Н}$$

где $F_{тр}$ - сила трения расчет между кулачками патрона и заготовкой, Н;

f - коэффициент трения между кулачками патрона и заготовкой;

R - радиус заготовки, мм;

k - коэффициент запаса сил зажима;

z - число кулачков, шт.

Коэффициент k может быть представлен как произведение первичных коэффициентов:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$$

Таким образом, получим:

$$k = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,65$$

$$P_x = (0,1 \dots 0,25) \cdot P_z$$

$$P_y = (0,25 \dots 0,5) \cdot P_z$$

При большом значении P_x , полученная сила проверяется на продольный сдвиг по формуле:

$$Q_{сум} \cdot f > k \cdot P_x$$

$$Q_{сум} > \frac{k \cdot P_x}{f} = \frac{1,65 \times 0,1 \times 6018,26}{0,15} = 6619,8 \text{ Н}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{6018,26 \cdot 200}{2000} = 601,98 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Выбор данных: Операция 2 - переход 2

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A91	Жуй Минхань

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	ОМШ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности ИП
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	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A91	Жуй Минхань		

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данной НИ (ВКР) – Технологическая подготовка детали корпус высокоскоростного электродвигателя на станках с ЧПУ

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования было рассчитано расчет, для данной детали необходимо использовать сплавы.

1) Сплавы твердые спеченные (Т15К6)

Для обработки материалов резанием: Получернового точения при непрерывном резании, чистового точения при прерывистом резании; сплошных поверхностей,

2) Сталь Р6М5 является быстрорежущей и относится к одному из видов инструментальной стали..Скорость работы шлифовальных, сверлильных приборов, где ее применяют, при этом превосходит в разы скорость, которую дает обычный сплав

Детальный анализ необходим, т.к. каждый тип покрытия имеет свои достоинства и недостатки. В таблице 3.1 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 3.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Актуальность исследования	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Трещиностойкость	0,10	5	2	3	0,5	0,2	0,3
3. Ударопрочность	0,14	4	3	5	0,56	0,42	0,70
4. Стабильность соединения с подложкой	0,2	4	5	3	0,8	1	0,6
5. Простота изготовления	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
6. Эффективность работы	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
7. Безопасность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,12	4	5	3	0,48	0,6	0,36
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
Итого	1	45	37	41	4,38	3,75	4,01

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i - B_i$$

где K – конкурентоспособность проекта;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

Разработка технического решения:

$$K = 45 \times 4,38 = 197,1$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий:

$$K = 37 \times 3,75 = 138,75$$

$$K = 41 \times 4,01 = 164,41$$

3.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Низкая цена исходного сырья.	Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.
С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.	Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.
С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.	Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.
С4. Экологичность технологии.	Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.
С5. Квалифицированный персонал.	Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности	Угрозы
В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
В3. Внедрение технологии в аэрокосмической области.	
В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 3.3–3.6.

Таблица 3.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

		Сильные стороны проекта				
		С1	С2	С3	С4	С5
Возможности проекта	В1	+		+	+	+
	В2	-	+	-	-	+
	В3	+	+	-	-	-
	В4	-	+	-	-	-

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	-	+	+
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	+

Таблица 3.5–Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	+	-	-	-

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	+	+	-	-
	У2	-	-	-	+	+

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>С1. Низкая цена исходного сырья.</p> <p>С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.</p> <p>С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.</p> <p>С4. Экологичность технологии</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.</p> <p>Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.</p> <p>Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.</p> <p>Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.</p> <p>Сл5. Вероятность получения брака.</p>
<p>Возможности</p> <p>B1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.</p> <p>B2. Появление потенциального спроса на новые</p>	<p>Направления развития</p> <p>B2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки.</p> <p>B3С2С4. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции и</p>	<p>Сдерживающие факторы</p> <p>B1Сл3Сл4Сл5.</p> <p>Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить</p>

<p>разработки. В3. Внедрение технологии в аэрокосмической области В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.</p>	<p>экологичность технологии являются хорошим основанием для внедрения технологии в аэрокосмической области. В4С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.</p>	<p>появление брака.</p>
<p>Угрозы У1. Снижение стоимости разработок конкурентов. У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.</p>	<p>Угрозы развития У1С2. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше перспектив развития. У2С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.</p>	<p>Уязвимости: У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.</p>

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения работ	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5}$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}$$

где $T_{ki.инж}$ – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году (2020 год).

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	1	1	2	1	14	1	7	10
2. Календарное планирование выполнения работ	1	2	2	3	4	2	3	5
3. Обзор научной литературы	-	40	-	60	22	-	22	30
4. Выбор методов исследования	-	50	-	70	28	-	28	35
5. Планирование эксперимента	-	5	-	8	20	-	20	28
6. Подготовка образцов для эксперимента	30	60	40	80	14	1	7	10
7. Проведение эксперимента	-	5	-	8	-	2	2	4
8. Обработка полученных данных	-	40	-	50	-	1,2	1,2	2
9. Оценка правильности полученных результатов	3	8	5	10	18	0,8	8,8	14

10. Составление пояснительной записки	-	20	-	40	14	8	11	16
Итого:	35	23 1	49	33 0	120	16	100	154

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

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	10	■											
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1	5	■											
		Исп2	5	■											
3	Обзор научной литературы	Исп2	30	■											
4	Выбор методов исследования	Исп2	35	■											
5	Планирование эксперимента	Исп2	28												
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	10												
7	Проведение эксперимента	Исп2	4												
8	Обработка полученных данных	Исп2	2												
		Исп1	14												
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1	14												
		Исп2	14												
10	Составление пояснительной записки	Исп2	16												

Примечание: ■ – Исп. 1 (научный руководитель), ■ – Исп. 2 (инженер)

3.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

3.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Величина коэффициента (K_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Результаты расчета затрат представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Затраты на получение образца, Материальные затраты

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Бумага	лист	150	0,5	86,25
Картридж для принтера	штук	1	1120	1288
Интернет	М/бит	1	350	402,5
Специальная сталь	кг	10000	130	1300000
пластик	кг	100	25	2500
Итого:				1776,75

3.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Таблица 3.12 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, год	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	JET HBS-1516AF ленточнопильный станок автоматический	1	3	295000	295000
2	оризонтальный токарноревольверный станок с ЧПУ GLS-1500	1	3	4615876	4615876
Итого		7349532 тыс. руб.			

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 7349532}{12} \cdot 3 = 606336,39 \text{ руб}$$

3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.
(таблица 3.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d}$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ – месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ – месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{72384 \cdot 11,2}{213} = 3011,2 \text{ руб}$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_M = Z_{тс} \cdot (1 + k_{нр} + k_{б}) \cdot k_p = 37120 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 72384 \text{ руб}$$

– для инженера:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_{\delta}) \cdot k_p = 24300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб}$$

где Z_{TC} – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;

k_{np} – премиальный коэффициент, равен 0,3;

k_{δ} – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

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

Таблица 3.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	46/15	50/15
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	54/-	26/-
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	250	274

Таблица 3.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{мс}, \text{руб}$	k_{np}	k_{δ}	k_p	$Z_M, \text{руб}$	$Z_{осн}, \text{руб}$	$T_p, \text{раб.дн.}$	$Z_{осн}, \text{руб}$
Руководитель	37120	0,3	0,2	1,3	72384	3011,2	16	48179
Инженер	24300	0,3	0,2	1,3	51288,6	2088,6	120	250632
Итого:								298811

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 48179 = 7226,9 \text{ руб}$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 250632 = 37594,8 \text{ руб}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} (Z_{осн} + Z_{дон}) = 0,3(48179 + 7226,9) = 16621,77 \text{ руб}$$

– для инженера:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} (Z_{осн} + Z_{дон}) = 0,3(250632 + 37594,8) = 86438,04 \text{ руб}$$

где $K_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

3.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 3.15 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
606336,39	1776,75	298811	22258,7	51194,9	248883,1

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр}, \quad (4.16)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

3.3.6 Бюджет НИР

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 3.16

Таблица 3.16 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты НИР	1776,75	1748	3093,5	Пункт 3.2.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	606336,39	7359532	7369532	Пункт 3.2.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	298811	230578,1	230578,1	Пункт 3.2.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	22258,7	22258,7	22258,7	Пункт 3.2.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	51194,9	51194,9	51194,9	Пункт 3.2.3.4
6	Накладные расходы	49776,6	49776,6	49776,6	Пункт 3.2.3.5
Бюджет затрат НИР		1030 154,34	7715088,3	7726433.8	Сумма ст. 1- 6

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного

исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:\

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где $I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

Фтекущ.проект = 1030154,34 руб, Фисп.1 = 7715088,3 руб, Фисп.2 = 7726433.8 руб.

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

исследования Критерии	Объект	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Способствует производительности пользователя	росту труда	0,1	5	4	4
2. Удобство (соответствует потребителям)	в эксплуатации требованиям	0,15	5	5	4
3. Помехоустойчивость		0.15	4	4	4

4. Энергосбережение	0,20	4	3	5
5. Надежность	0,25	3	4	3
6. Материалоемкость	0,15	4	3	3
ИТОГО	1	4,2	3,8	3,8

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{pl} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 4$$

$$I_{pl} = 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,8$$

$$I_{pl} = 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,8$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр}^{исп.i}}$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 3.18).

Таблица 3.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,92	0,96	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,2	3,96	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	4,58	3,96	3,8
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,06	1,04	1

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. Проведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, связанные с проектом. Возможность получать качественную и конкурентоспособную продукцию позволяет выйти на внутренний рынок, но имеется риск потери спроса;

3. Был распланирован график НИР, по которому руководителю отводится 120 рабочих дней, студенту 1030154,34 рабочий день;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,92, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,2, по сравнению с 3,96 и 3,8;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,58, по сравнению с 3,96 и 3,8, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

««СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»»

Студенту:

Группа	ФИО
154A91	Жуй Минхань

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	омш
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу « Технологическая подготовка детали корпус высокоскоростного электродвигателя на станках с ЧПУ »:

<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p> <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. 	<p>– Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197.</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p style="text-align: center;">Анализ показателей шума и вибрации</p> <ul style="list-style-type: none"> • установление соответствие показателей нормативному требованию; <p style="text-align: center;">Анализ показателей микроклимата</p> <ul style="list-style-type: none"> • показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности. <p style="text-align: center;">Анализ освещенности рабочей зоны</p> <ul style="list-style-type: none"> • типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности; • при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету. <p style="text-align: center;">Анализ электробезопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> • наличие электроисточников, характер их опасности; • установление класса электроопасности помещения, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления. • при расчете заземления указать схему размещения заземлителя согласно проведенному расчету. <p style="text-align: center;">Анализ пожарной безопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> • присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности. • категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение. • Разработать схему эвакуации при пожаре 	<p>Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указать ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования , в случае превышения этих значений:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты; • привести классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления, • категорию пожароопасности помещения, • марки огнетушителей, их назначение. <p>При отклонении показателя предложить мероприятия.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • защита селитебной зоны • анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); • анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); • анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); • разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране 	<p>Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов. Наличие радиоактивных отходов также требует</p>

окружающей среды.	разработки их утилизации.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> • перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • выбор наиболее типичной ЧС; • разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Рассматриваются 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой; 2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии). Предусмотреть мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
4. 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. 	Приведены: <ul style="list-style-type: none"> • перечень НТД, используемых в данном разделе, • схема эвакуации при пожаре, • схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	20.05.2023
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ООД,ШБИП)	Сечин А.И.	д.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A91	Жуй Минхань		

Введение

В данной работе рассмотрен производственный цех и находящееся оборудование.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства. Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как производственный цех находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз, что характерно для Сибири. Так же одной из возможных ЧС может быть отключение электропитания.

4.1. Производственная безопасность

Анализ условий труда на рабочем месте.

Рабочее место располагается на 1 этаже в цеху, помещение представляет собой комнату размером 15 м на 20 м, высотой 3,5 м, окно выходящих на север, в помещении находится (13 единиц технологического оборудования, 25 людей). Остальное при анализе по разделам.

К числу вредных факторов следует отнести:

- присутствие некомфортных метеоусловий;
- присутствие вредных веществ;
- присутствие производственного шума;
- недостаточной освещенности;
- электромагнитного загрязнения.

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ условий труда на рабочем месте

Рабочее место, его оборудование и оснащение, применяемые в соответствии с характером работы, должны обеспечивать безопасность, охрану здоровья и работоспособность работающих. Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов представлены в (табл.1.)

Таблица 1 -Вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Параметры микроклимата СанПиН 2.2.4.548-96; [6]
2.Превышение уровня шума		+	+	Уровень шума – СН 2.2.4/2.1.8.562- 96; [6]

3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Уровень освещенности СНиП 23- 05- 95; [7]
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	Уровень освещенности – СП 52.13330.2016; [7]
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.4.011- 89 ССБТ Средства защиты работающих. Общие требования и классификация; [9]

4.2.2 Анализ показателей микроклимата

Микроклимат в производственном цеху определяется такими параметрами как:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха; 105
- 3) скорость движения воздуха.

Должны соблюдаться определенные оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 2).

Таблица 2 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены оборудование для механической обработки
Период года Категори

Период года	Категория работы	Температура воздуха в помещении, °С	Относительная влажность воздуха в помещении, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19-24	15-75	≤ 0,1
Теплый	средняя	15-28	20-80	< 0,5

При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения

механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности.

Для создания благоприятных условий проводятся такие мероприятия, как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период и отопление в холодный период.

4.2.3 Анализ показателей шума

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Шум с уровнем звукового давления до 30—35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40—70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума с уровнем свыше 80 дБ может привести к потере слуха. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть. Шум снижает работоспособность и производительность труда. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 82 дБ.

Для уменьшения шума от внутренних источников проектируют изоляцию рабочих мест от наиболее шумного оборудования. В цеху рабочие используют беруши и противозумные наушники, т.к. на производстве не предполагается использование подъемных механизмов и механизмов, которые используют предупреждающие звуки.

4.2.4 Анализ освещенности рабочей зоны

Для обеспечения достаточной освещенности используется СП 52.13330.2016, согласно которому при работе средней точности освещенность рабочего места при системе комбинированного освещения должна составлять 750 люкс, коэффициент пульсаций не более 10%. Имеется необходимость в использовании локализованного искусственного освещения совместно с

общим. При выполнении работ средней точности общая освещенность должна составлять 200 лк, комбинированная освещенность – 300 люкс световой поток лампы определяется

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_Z \cdot Z}{n \cdot \eta}$$

где E_H - нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, 300 лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_Z - коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z - коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp}/E_{min} . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

n – число ламп в помещении;

η - коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен R_c и потолка R_n . Индекс помещения определяется по формуле

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}$$

Основное станочное помещение с размерами: длина $A = 24$ м, ширина $B = 12$ м, высота $h = 4,5$ м.

Высота рабочей поверхности $h_{пл} = 0,8$ м.

Требуемая освещенность $E = 300$ лк.

Коэффициент отражения стен $R_c = 30\%$, потолка $R_n = 50\%$.

Коэффициент запаса $k = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Выбираем светильники типа ОД, $\lambda = 1,4$.

Приняв $h_c = 0,5$ м, определяем расчетную высоту:

$$h = H - h_c - h_{пл} = 4,5 - 0,5 - 0,8 = 3,2 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \times 3,2 = 4,5 \text{ м}$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$\frac{L}{3} = \frac{4,5}{3} = 1,5 \text{ м}$$

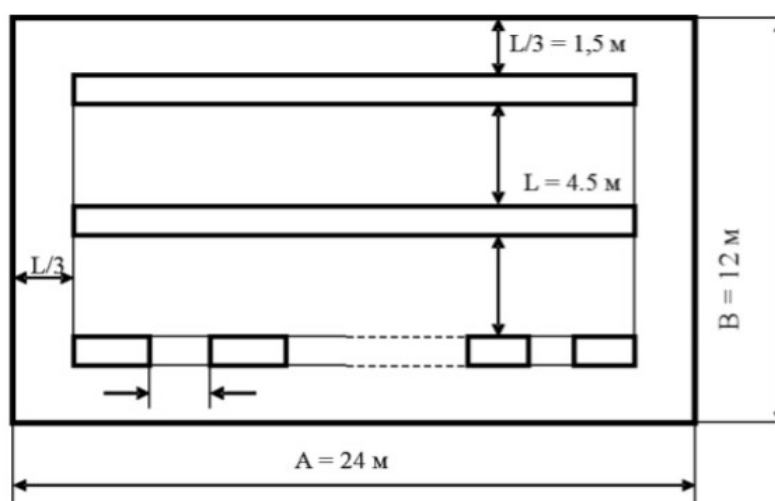
Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{\left(B - \frac{2}{3}L\right)}{L} + 1 = \frac{\left(12 - \frac{2}{3} \cdot 4,5\right)}{4,5} + 1 \approx 3$$

Число светильников в ряду;

$$n_{\text{СВ}} = \frac{\left(A - \frac{2}{3}L\right)}{L_{\text{СВ}}} + 1 = \frac{\left(24 - \frac{2}{3} \cdot 4,5\right)}{1,23 + 0,5} + 1 \approx 12$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 12 светильников типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (рис.4.1). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 72$.



Рисонок.8

Находим индекс помещения :

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{288}{3,2 \times (24 + 12)} = 2,5$$

Коэффициент использования светового потока для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при :

$$\rho_{II} = 50\% \quad \rho_{III} = 30\%$$

Индекс помещения $i = 2,5$ равен $\eta = 0,61$.

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 288 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{72 \cdot 0,61} = 3246$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 лм.

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% = \frac{2850 - 3094}{3094} \times 100\% \leq +20\%$$

Получаем: $10\% \leq 8,78\% \leq +20\%$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 72 \times 40 = 2880 \text{ Вт}$$

4.2.5 Анализ электробезопасности

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током (ПУЭ)

Категория помещения: Особо опасные помещения. Присутствует один из следующих признаков:

- постоянно 100 % влажность (особо сырое помещение);
- наличие химически активной среды;
- либо: наличие более 2 факторов помещения повышенной опасности.

Категория помещения: Помещения повышенной опасности поражения электрическим током. Присутствует один из следующих факторов:

- повышенная температура воздуха ($t = + 35^\circ\text{C}$);

- повышенная влажность ($> 75\%$);
- наличие токопроводящей пыли;
- наличие токопроводящих полов;
- возможности прикосновения одновременно и к электроустановке и к заземлению или к двум электроустановкам одновременно.

Категория помещения: мало опасные помещения. Отсутствуют признаки и факторы, характерные для двух предыдущих классов. Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- 1) изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- 2) установки защитного заземления;
- 3) наличие общего рубильника;
- 4) своевременный осмотр технического оборудования, изоляции;
- 5) Использование разделительных трансформаторов. Безопасные номиналы: $U = 12 - 36 \text{ В}$, $I = 0,1 \text{ А}$, $R_{\text{заз}} = 4 \text{ Ом}$.

4.2.6 Анализ пожарной безопасности

В цехе на заметных местах установлены специализированные щиты со следующим противопожарным инвентарем: Топоры; Багры; Ломы; Ведро. По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Чтобы имеющееся противопожарное оборудование находилось в исправном и работоспособном состоянии.

Сотрудникам предприятия проводится обучение и инструктаж по пожарной безопасности. В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования производится по специальным эвакуационным путям, обозначенным на планах эвакуации на случай пожара, которые также вывешены в наиболее видных местах.

Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

4.3 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Основными мероприятиями по уменьшению негативного влияния машиностроительных предприятий на экологию являются следующие действия:

- внедрение современных технологий, способствующих уменьшению вредных отходов производства;
- улучшение систем фильтрации сточных вод, воздуха и других сбросов предприятия;
- переработка вредных веществ и утилизация отходов производства;
- внедрение системы мониторинга и контроля экологии местности.

Для перехода к безотходным производствам по изготовлению детали «корпус высокоскоростного электродвигателя», необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги и утилизировать СОЖ на специальных заводах и фабриках.

Методы переработки СОЖ:

1. Ультрафильтрация - метод утилизации СОЖ, в процессе которого масло отделяется от жидкости.
2. Утилизация СОЖ посредством органического расщепления.

3. Метод обратного осмоса.
4. Технология выпаривания СОЖ.
5. Кислотное или солевое расщепление СОЖ

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство находится в Томске, городе с континентальным циклоническим климатом.

Природные катаклизмы в данном регионе крайне маловероятны. Наиболее вероятными ЧС на объекте могут быть сильные морозы и теракт.

Для Западной Сибири в зимнее время года характерны морозы до -45°C . В этом случае нештатная ситуация, которая может возникнуть на заводе, может заключаться в сильном морозе и повреждении. Для Сибири зима - типичный морозный сезон. Достижение низких температур приведет к поломке оборудования, выхода из строя технических систем, которые обслуживают предприятие и сооружения, а также обморожениям и даже жертвам среди населения.

Чрезвычайные ситуации, вызванные разрушениями, становятся все более распространенными. Конечно, этих угроз обычно не бывает. Но чтобы минимизировать возможность повреждений, компании должны быть оснащены системами видеонаблюдения, всепогодными системами безопасности, системами доступа, надежными системами связи и изоляцией связанных систем безопасности.

Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

Заключение по разделу

Целью данной работы является Разработка технологии изготовления детали «корпус высокоскоростного электродвигателя».

В этом разделе «Социальная ответственность» мы проанализировали некоторые факторы семинара, рассмотрели потенциальные опасности и приняли превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы семинара.

Из расчета известно, что для достижения заданной интенсивности освещения требуется 72 лампы типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), электрическая мощность осветительной установки $P=2880$ Вт

Соответствие в социальной ответственностью и финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Заключение

В выпускной квалификационной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. В разделе «Технологическая часть» был выполнен анализ чертежа и технологичности детали, определён тип производства и выбрана исходная заготовка, разработан технологический процесс и выполнен размерный анализ техпроцесса (проектирование и проверка допуска). Выбрано оборудование, рассчитаны режимы резания и произведено нормирование операций.

В разделе «Конструкторская часть» было спроектировано приспособление, рассчитаны сила зажима.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен расчет конкурентоспособности, разработан график проведения исследования, рассчитан бюджет стоимости НИ и определена его ресурсоэффективность.

В разделе «Социальная ответственность» были проанализированы некоторые факторы в производственном цехе, рассмотрены возможные опасности и приняты превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

Список литературы

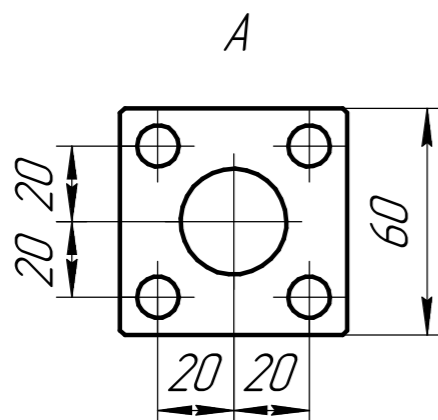
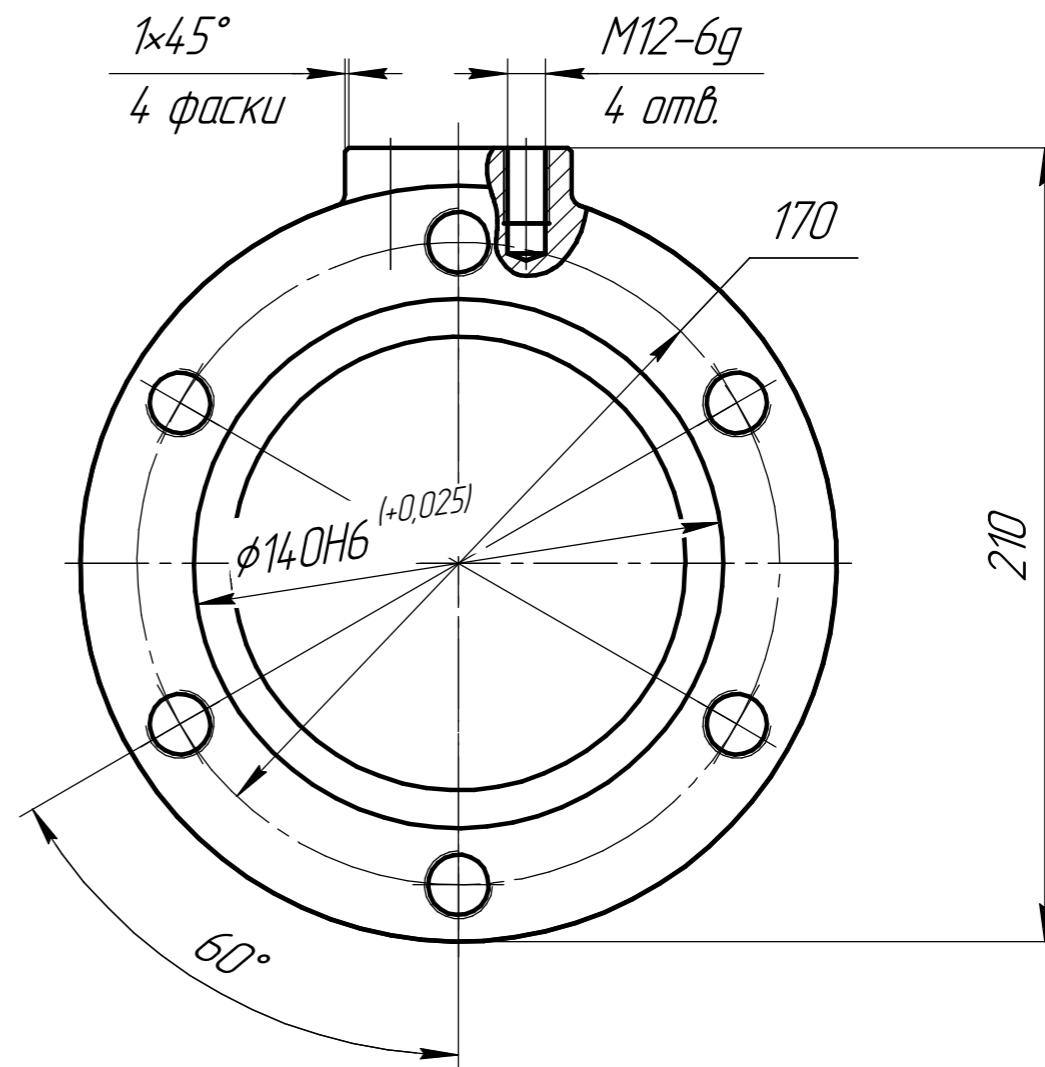
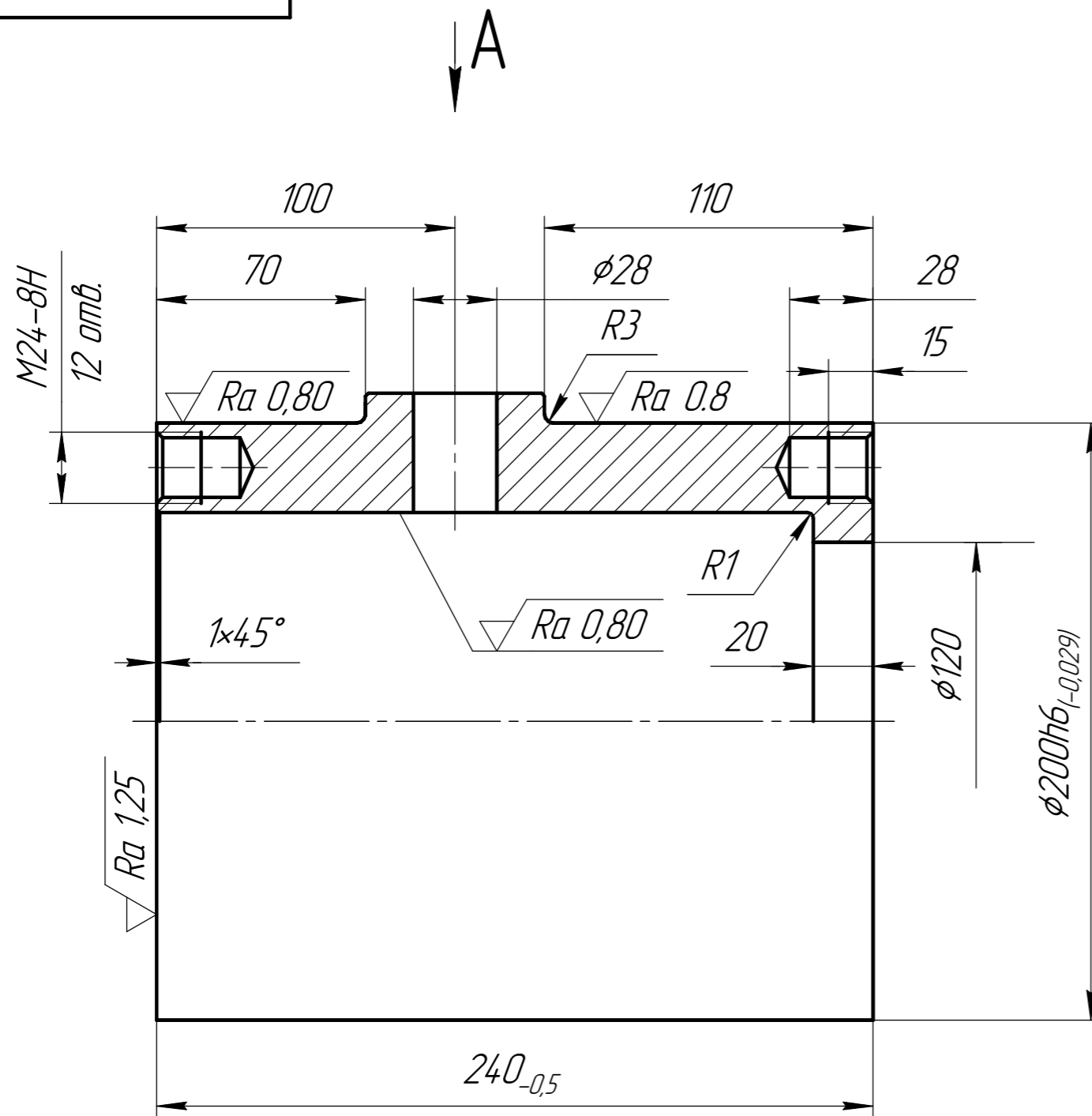
- [1] Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирования по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015 – 256 с.
- [2] Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сулова.Пятое издание, исправленное. 2003. -912 с, илл.
- [3] Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сулова.Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
- [4] Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Бойн и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. -М.: - Машиностроение, 1988.- 736 с.: ил.- ISBN 5-217-00032-5
- [5] Машиностроение. Энциклопедия / Ред. советК.В. Фролов (пред.) и др.*М.: Машиностроение* М 38 Динамика и прочность машин. Теория механизмов и машин. Т. 1-3. В 2-х кн. Кн. 1 / К.С. Колесников, Д.А. Александров, В.К. Асташев и др.; Под общ. ред. К.С. Колесникова.
- [6] Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2018 г.
- [7] Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2016.
- [8] Сущность методики FAST в области ФСА. __
- [9] Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционного проекта без учета фактора времени.
- [10] Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, 2000-364с.

Приложение А

Чертёж детали

ИШНПТ 154A0003.00.00.01

√ Ra 3,2 (√)



1. Улучшить НВ 240...280.
2. ГОСТ 30893.2-2002
3. ГОСТ 30893.1-2002
4. Острые кромки притупить

				ИШНПТ 154A0003.00.00.01				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус высокоскоростного электродвигателя	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Жуй Минхань							1:2
Проб.	Червач Ю.Б					Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 40X по ГОСТ 4543-71	ТПУ ИШНПТ Группа 154A91		
Н.контр.								
Утв.								

Копировал

Формат А3

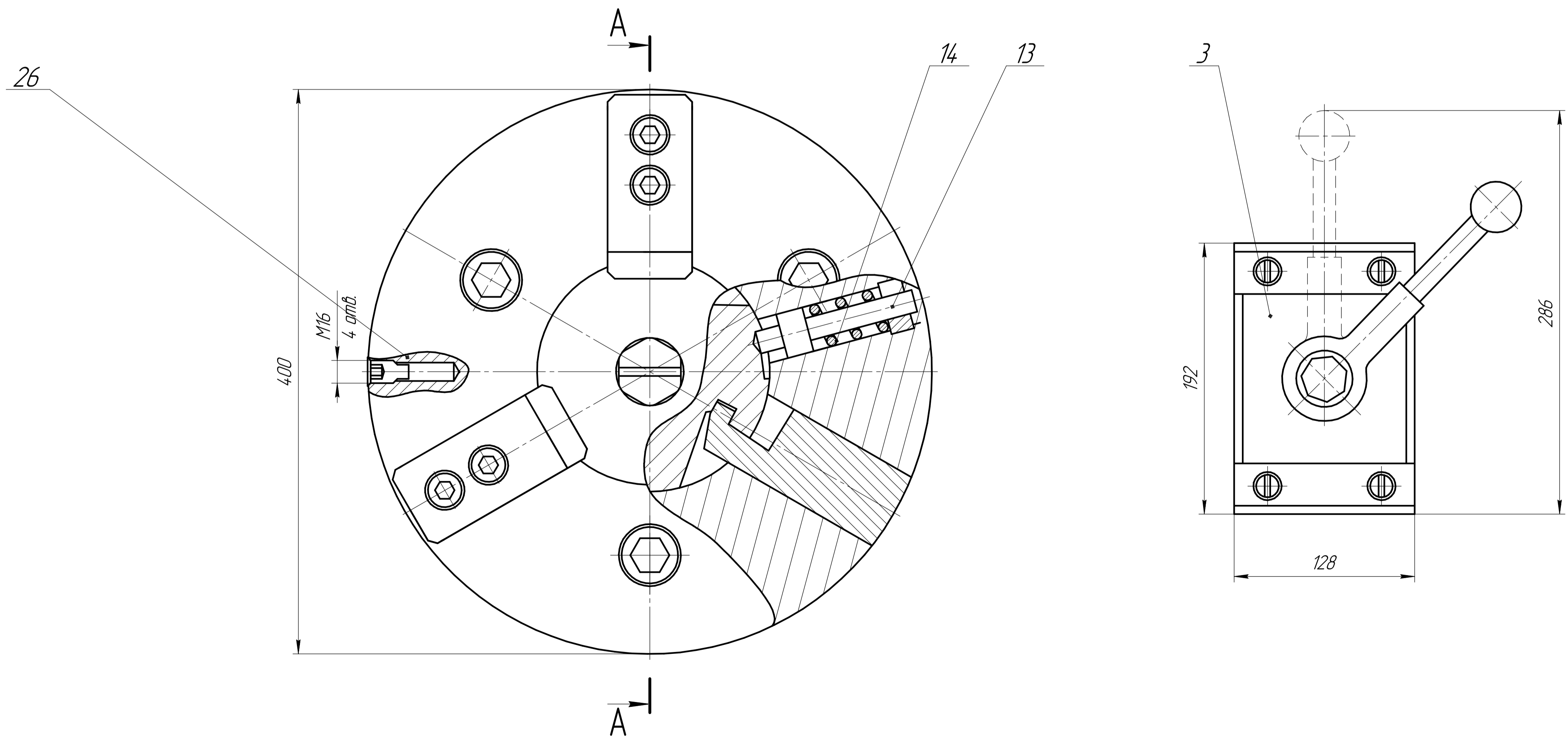
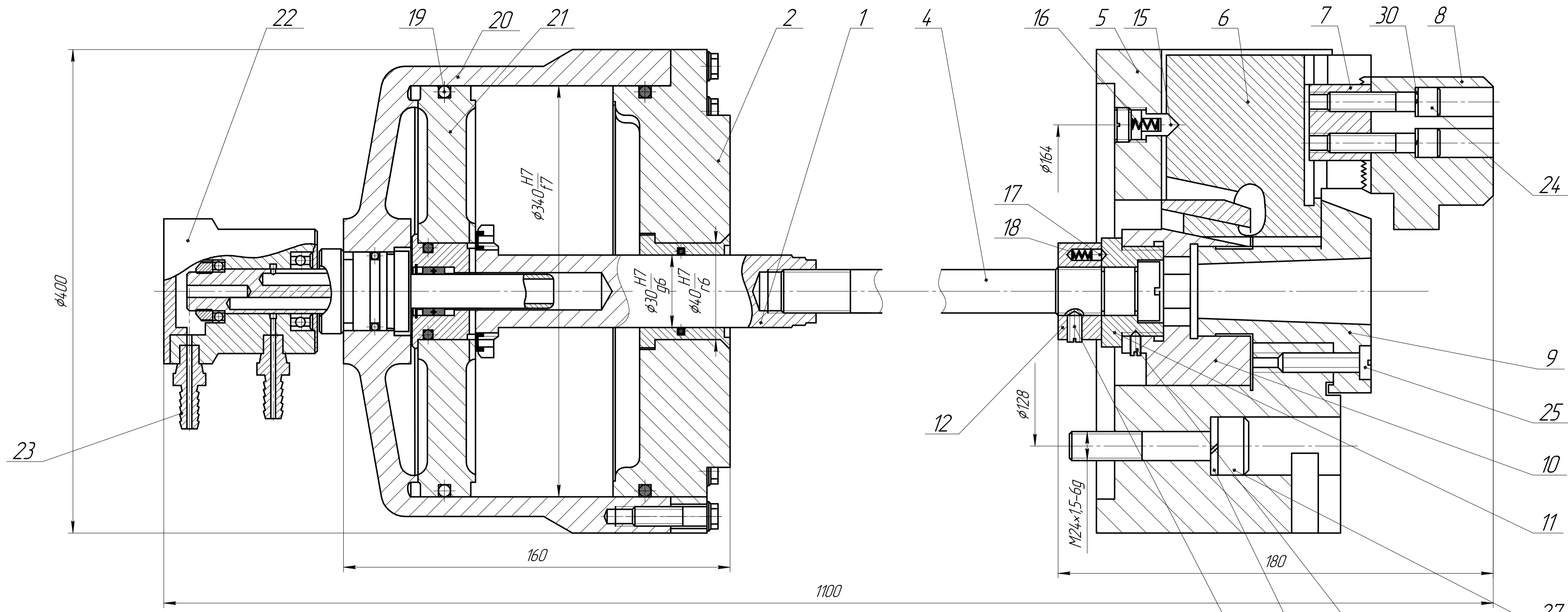
КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены. Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Справ. № Перв. примен.

Не для коммерческого использования

Приложение Б

Чертёж приспособления



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
 1, Давление воздуха в пневмосистеме $p=0,4$ МПа;
 2, Усилие зажима $\max 16236$ Н при давлении воздуха $0,4$ МПа

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ
 1, Трущиеся поверхности смазать ЛИТОЛ-24 ГОСТ 21150-75;
 2, После установки патрон калибровать на радиальное биение надором грузиков. Допускается радиальное биение не более $0,1$ мм.

ИШНПТ 154А0003.00.00.02				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	1:2	
Разраб.	Жид	Минхань			Лист 1	
Пров.	Червач	В.Б.			Листов 1	
Т.контр.					ТПУ ИШНПТ	
Исполн.					Группа 154А91	
Утв.					Формат А1	

ИШНПТ 154А0003.00.00.02
 Справ. №
 Лист № 1
 Изм. № 1
 Дата
 Не для коммерческого использования

Приложение В

Спецификация

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						<u>Документация</u>				
		A1			ИШНПТ-154А90003.00.00.04.СБ	Сборочный чертеж				
						<u>Детали</u>				
				1	ИШНПТ-154А90003.001	Шток	1			
				2	ИШНПТ-154А90003.002	Крышка цилиндра	1			
				3	ИШНПТ-154А90003.003	Управляющее устройство	1			
				4	ИШНПТ-154А90003.004	Тяга	1			
				5	ИШНПТ-154А90003.005	Корпус	1			
				6	ИШНПТ-154А90003.006	Ползун	3			
				7	ИШНПТ-154А90003.007	Сухарь	3			
				8	ИШНПТ-154А90003.008	Кулачек	3			
				9	ИШНПТ-154А90003.009	Втулка	1			
				10	ИШНПТ-154А90003.010	Головка	1			
				11	ИШНПТ-154А90003.011	Упор	1			
				12	ИШНПТ-154А90003.012	Гайка круглая	1			
				13	ИШНПТ-154А90003.013	Фиксатор	1			
				14	ИШНПТ-154А90003.014	Пружина сжатия	1			
				15	ИШНПТ-154А90003.015	Фиксатор ползуна	1			
				16	ИШНПТ-154А90003.016	Пружина сжатия	1			
				17	ИШНПТ-154А90003.017	Фиксатор упора	1			
				18	ИШНПТ-154А90003.018	Пружина сжатия	1			
				19	ИШНПТ-154А90003.019	Манжет	2			
					ИШНПТ-154А0003.00.00.03.СП					
Изм.		Лист	№ докум.		Подп.	Дата				
Разраб.		Жуи Минхань								
Пров.		Червач Ю.Б.								
Н.контр.										
Утв.										
					Токарный трех кулачковый клиновой патрон			Лит.	Лист	Листов
								У	1	2

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

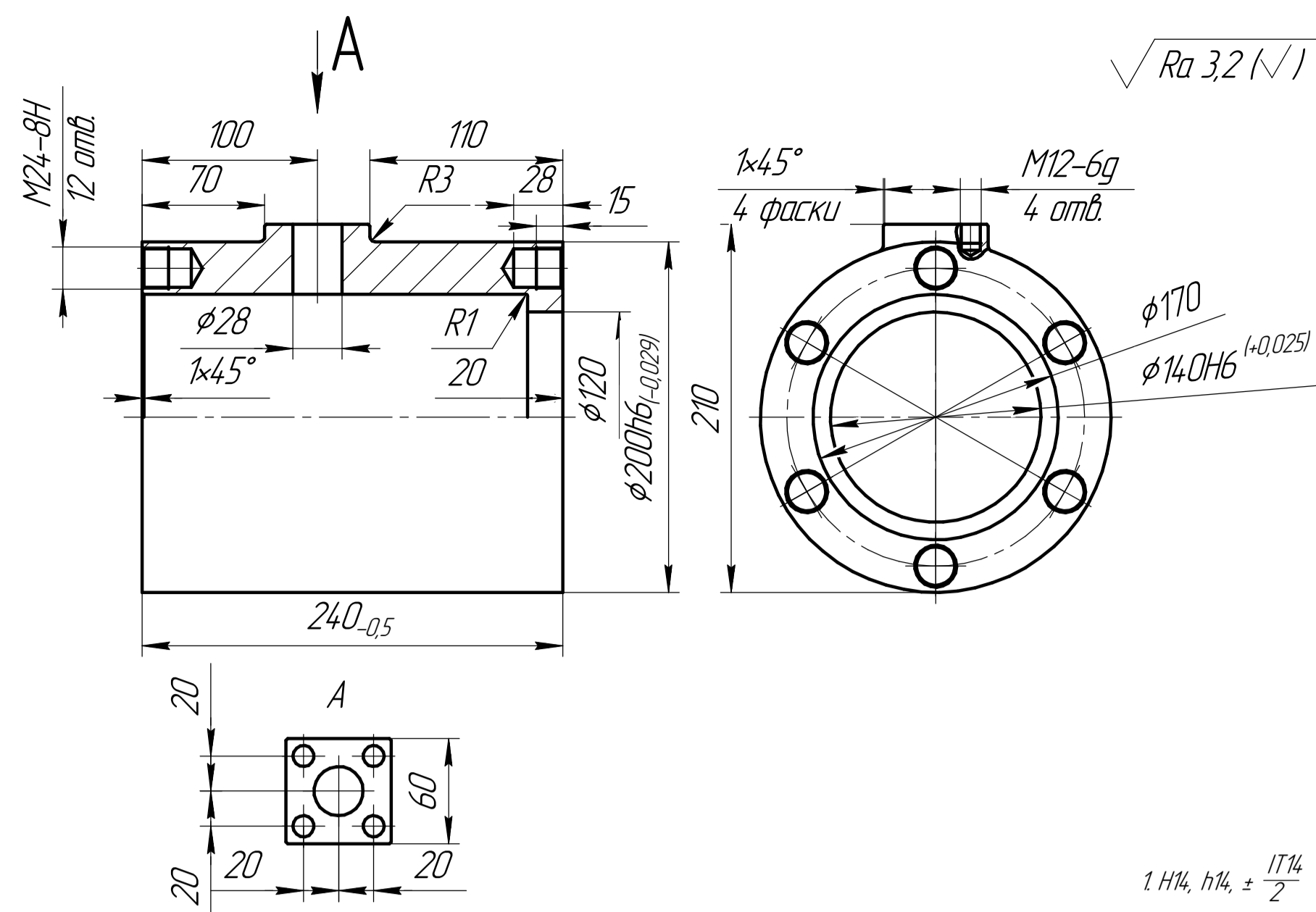
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		20	ИШНПТ-154А90003.020	Цилиндр	1	
		21	ИШНПТ-154А90003.021	Поршень	1	
		22	ИШНПТ-154А90003.022	Муфта	1	
		23	ИШНПТ-154А90003.023	Патрубок	2	
				<i>Стандартные изделия</i>		
		4	ИШНПТ-154А90003.024	Винт М8-6дх32 ГОСТ 10342-80	6	
		25	ИШНПТ-154А90003.025	Винт М5-6дх20 ГОСТ 10336-80	1	
		26	ИШНПТ-154А90003.026	Винт М8-6дх10 ГОСТ 10336-80	4	
		27	ИШНПТ-154А90003.027	Винт М12-6дх28 ГОСТ 10342-80	1	
		28	ИШНПТ-154А90003.028	Винт М5-6дх14 ГОСТ 11075-93	1	
		29	ИШНПТ-154А90003.029	Винт М6-6дх14 ГОСТ 11075-93	1	
		30	ИШНПТ-154А90003.030	Шайба 8 ГОСТ 6402-70	6	
		31	ИШНПТ-154А90003.031	Шайба 12 ГОСТ 6402-70	1	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инд. № дробл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ-154А0003.00.00.03.СП	Лист
						2

Приложение Г

Карта технологического процесса



Национальный исследовательский
Томский политехнический университет

Кафедра ТАМП

Карта технологического процесса

Материал	Код ед. величины	Масса детали, кг	Заготовка		Кол.	Масса, кг
Наименование, марка			Профиль Размеры	Код и вид		
Сталь 40X по ГОСТ 4543-71		2,1	Поковка		5000	30,41

Номер операции	Установ	Переход	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие однократной обработки	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы					
							режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T ₀	T _{бс}	T _{пз}		T _{шт}	T _{штк}			
005	A	1	Заготовительная Установить заготовку и снять. Отрезать заготовку по поверхности 1 выдерживая размер 245,1 мм.		Гидравлический ленточнопильный станок Stalex Ток-4235		Ленточнопильное полотно ГОСТ Р 53924-2010, 34-1, 1-4/15	Штангенциркуль ШЦ-И-250-0,1 ГОСТ 166-89		1				1,1	50	15	4,64	0,344	16	5,503	5,905					
010	A	1	Токарная с ЧПУ Установить заготовку и снять. Подрезать торец 1, выдерживая размер 242,08 мм.		Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L	Патрон самоцентрирующий трехлапчатый 7100-0015 ГОСТ 2675-80	Резец подрезной 2112-0005 ГОСТ 18869-73, материал Т5К6	Штангенциркуль ШЦ-И-250-0,05 ГОСТ 166-89		1	230	117	2,77	10	160	100	2,67									
			2	Обточить поверхности 2 и 3 выдерживая размеры 110±0,18 мм и φ200 ^{+0,029} мм.				Резец подрезной 2112-0084 ГОСТ 18869-73, материал Т5К6	Микрометр МКЦ 225-0,001 ГОСТ 6507-90 Штангенглубиномер ШЦН-125-0,01 ГОСТ 162-80	6	110	111	0,2	0,5	2	3,5	3,8	5	1,159							
			3	Центровать торец 4, выдерживая размеры φ8 ^{+0,15} мм, 10,1 ^{+0,18} мм, 7,79 ^{+0,15} мм φ17 ^{+0,18} и угол 60°.				Сверло центровое 2317-0111 ГОСТ 14952-75, материал - Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-И-125-0,05 ГОСТ 166-89 калибр-пробка Ф833-0910 ГОСТ 14810-69	1	17,89	18,89	4	0,2	50	25	1,96									
			4	Сверлить отверстие 5 на проход, выдерживая размер φ40 ^{+0,15} мм.				Сверло спиральное 2301-3127 ГОСТ 10903-71, материал - Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-И-125 ГОСТ 166-89	1	242,92	244,92	20	0,35	250	30	3,12									

ИШНПТ 154А90003.00.00.04

Корпус высокоскоростного электродвигателя

Сталь 40X по ГОСТ 4543-71

ИШНПТ 154А91

Лит. Масса Масштаб

Лист 5

Листов 5

Имя/Лист № докум. Подп. Дата

Разработчик Жид Мухомов

Проектировщик Черданов И.В.

Нормировщик

Этб

Копировать

Формат

ИШНПТ 154А90003.00.00.04

Справ. №

Перв. полен.

ИШНПТ 154А90003.00.00.04

ИШНПТ 154А90003.00.00.04

Копировать и/или использовать в коммерческих целях запрещено

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Принадлежность	Инструмент		Наличие отдельных операций	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы					
операции	установ	перехода					режущий	измерительный					мм/об	мм/мин	Частота подачи, об/мин	Скорость резания, м/мин	T ₀	T _{бс}	T _{пз}		T _{шт}	T _{шт.к}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
010			5 Расверлить отверстие 6 на проход, выдержая размер $\phi 80^{+0,06}$ мм.				Сверло спиральное 2301-3769 ГОСТ 10903-77, материал - Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-I-125 -0,1 ГОСТ 166-89		1	242,92	244,92	20	2		60	15	2,15							
			6 Расточить отверстие 7 на проход, выдержая размер $\phi 120^{-0,087}$ мм.				Резец подрезной 2112-0084 ГОСТ 18869-73, материал Т15К6	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,01 ГОСТ 166-89		1	242,92	244,92	20	1		160	20	2,05							
	Б		7 Подрезать торец 8, выдерживая размер $240_{-0,5}$ мм.				Резец подрезной 2112-0005 ГОСТ 18869-73, материал Т15К6	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89		1	230	57	2,5	1,0		160	100	0,35							
			8 Обточить поверхности 9 и 10 выдерживая размер $70 \pm 0,15$ мм и $\phi 200_{-0,029}$ мм.				Резец подрезной 2112-0103 ГОСТ 18869-73, материал Т15К6	Микрометр МКЦ 225-0,001 ГОСТ 6507-90, Штангенглубиномер ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 162-80		6	70	71	2	3,5	3,8	160	300	315							
			9 Расточить отверстие 11, выдерживая размеры $20 \pm 0,26$ мм и $\phi 14_{-0,025}$ мм.				Резец расточной 2141-0091 ГОСТ 18869-73, материал Т15К6	Микрометр МКЦ 225-0,001 ГОСТ 6507-90, Штангенглубиномер ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 162-80		4	140	221	4	0,2	0,2	800	350	8,52							
<p>Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L</p> <p>Патрон самоцентрирующий трехлапчатый 7100-0015 ГОСТ 2675-80</p>																									
															3,09										
															0,514										
															76,25										
															67,08										
															67,88										

Копия документа © 2021 ООО «АКРО-Системы проектирования». Распространение, копирование, изменение, печать и сканирование запрещены.

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие отдельных операций	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы			
операции	установ	перехода					режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	Частота об/мин	Скорость резания, м/мин	T ₀	T _{6C}	T _{пз}		T _{шт}	T _{штк}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
010			10 Расточить фаску, выдерживая размеры 1±0,12×45° мм.				Резец проходной φ=45° 2102-0501 ГОСТ 18868-73, материал - P18	Угломер типа 3-5 ГОСТ 5378-88		1	1	1	1	0,05		800	150	0,022						
			11 Фрезеровать поверхности 12 и 13 выдерживая размеры 60±0,37 мм, 210±0,57 мм и 70±0,37 мм.				Концевые фрезы 2220-0182 ГОСТ 17025-71, материал - T15K6	Штангенглубиномер ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 162-80		∞	200	200	5	5	5	5	5	5	13,44	0,514	76,25	67,08	67,48	
			12 Точить 4 фаски, выдерживая размеры 1±0,2×45° мм.				Резец проходной φ=45° 2102-0501 ГОСТ 18868-73, материал - P18	Угломер типа 3-5 ГОСТ 5378-88		4	1	1	1	0,05		800	150	0,088						
			13 Сверлить отверстие на проход 14 выдерживая размеры 100±0,43 мм 60±0,37 мм и φ28 _{-0,52} мм.				Сверло спиральное 2301-3665 ГОСТ 10903-77, материал - P6M5	Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,01 ГОСТ 166-89		1	60	62	28	0,35		500	40	0,28						

Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L
 Патрон самоцентрирующий прекулочковый 7100-0015 ГОСТ 2675-80

Копия не является оригиналом. Все права защищены. Любое использование в коммерческих целях запрещено.

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие отдельных операций	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы		
операции	установ	перехода					режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	Частота об/мин	Скорость резания, м/мин	T _{об}	T _{бс}	T _{пз}		T _{шт}	T _{штк}
010			14 Сверлить 4 отверстия, выдерживая размер $\phi 11^{+0,03}$ мм, $12 \pm 0,21$ мм и $20 \pm 0,26$ мм.		Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L		Сверло спиральное 2301-3583 ГОСТ 10903-77, материал - Р6М5	Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,01 ГОСТ 166-89		4	12	13	5,125	0,35	800	30	0,61						
			15 Нарезать резьбу M12-6g в 4 отверстиях, выдерживая размер $8 \pm 0,18$ мм и $20 \pm 0,26$ мм.				Сверло спиральное 2301-3587 ГОСТ 10903-77, материал - Р6М5	Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,01 ГОСТ 166-89 Калибр-пробка резьбовая ГОСТ 17756-7		4	8	9	0,875	1,75	800	80	1,6	0,514	76,25	67,08	67,48		
			16 Сверлить 6 отверстий, выдерживая размер $\phi 22^{+0,052}$ мм, $\phi 170^{+0,72}$ мм, $28 \pm 0,26$ мм и угол 60° .				Сверло спиральное 2301-3637 ГОСТ 10903-77, материал - Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89		6	28	29	10,5	0,5	400	30	1,51						
			17 Нарезать резьбу M24-8H в 6 отверстиях, выдерживая размеры $15 \pm 0,21$ мм, $\phi 170^{+0,72}$ мм и угол 60° .		Сверло спиральное 2301-3587 ГОСТ 10903-77, материал - Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05 ГОСТ 166-89 Калибр-пробка резьбовая ГОСТ 17756-7		6	15	16	1,5	3	1600	150	3								

ИИИПТ 154A90003.00.00.04

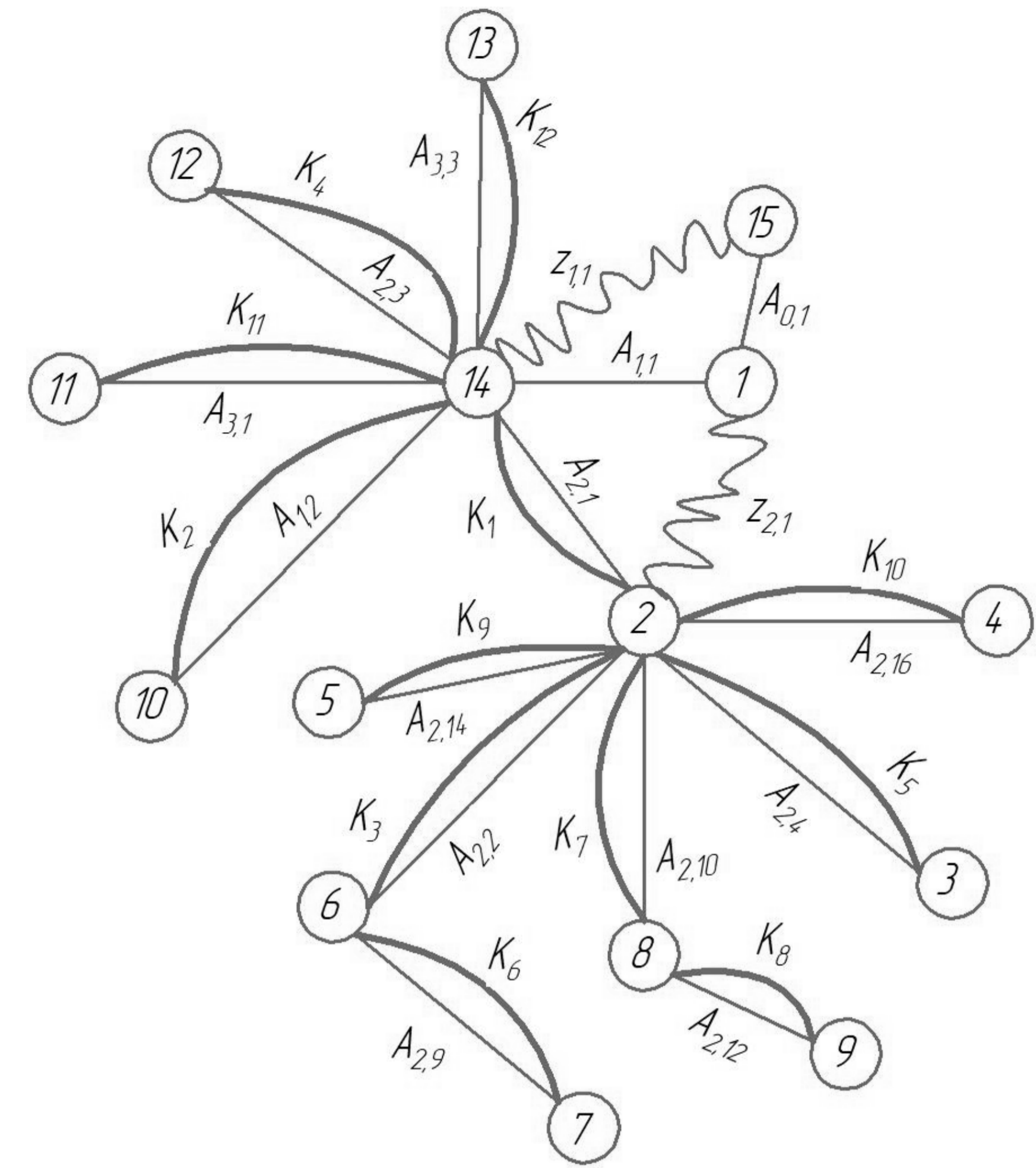
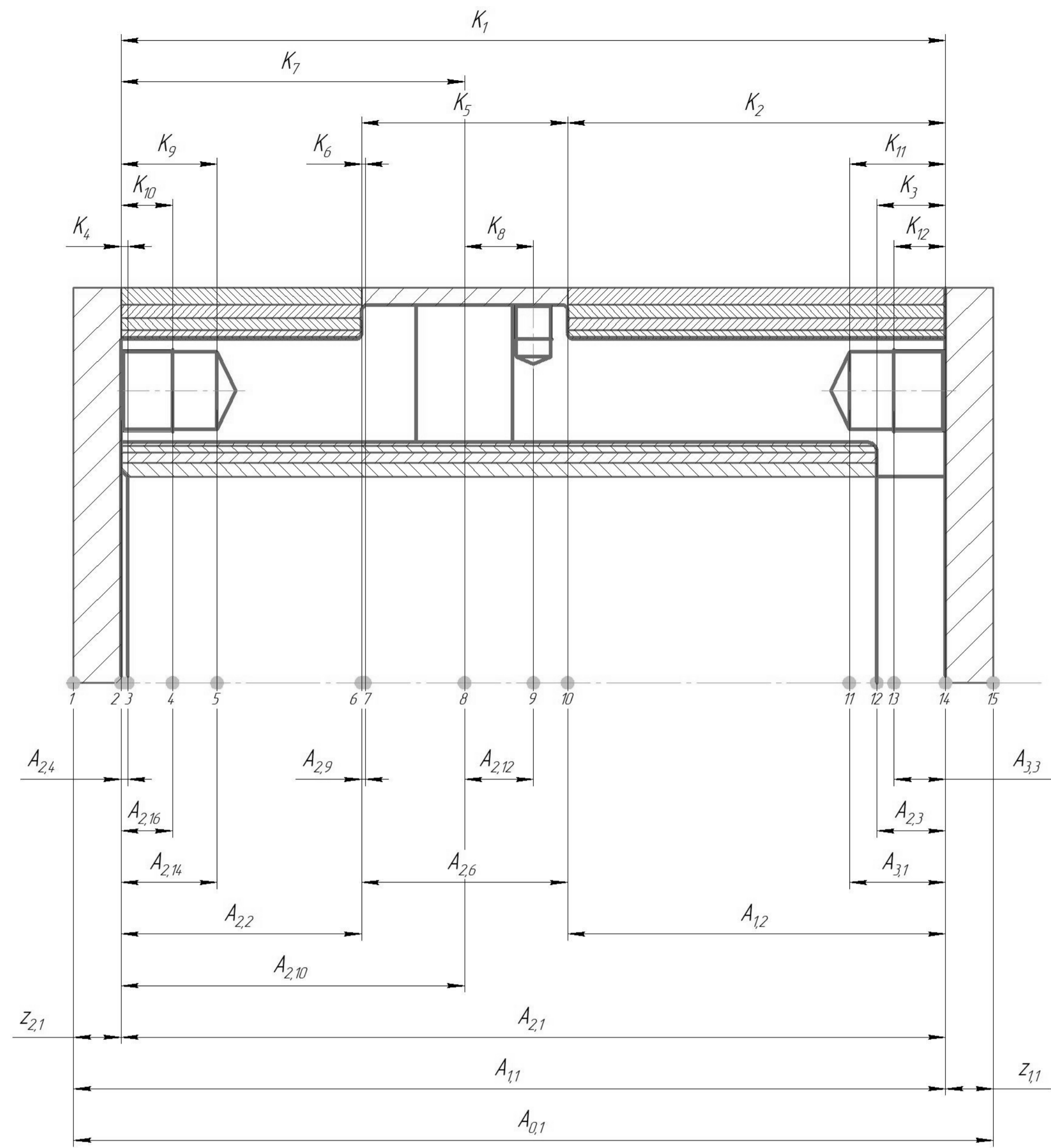
Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие отдельных операций	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы				
операции	установ	перехода					режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	Частота об/мин	Скорость резания, м/мин	T _о	T _{вс}	T _{пз}		T _{шт}	T _{штк}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
010	В	18	Переустановить заготовку и снять. Сверлить 6 отверстий, выдерживая размер $\phi 22^{+0,52}$ мм, $\phi 170^{+0,72}$ мм $28 \pm 0,26$ мм и угол 60° .		Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L	Патрон самоцентрирующий трехлапчатый 7100-0015 ГОСТ 2675-80	Сверло спиральное 2301-3637 ГОСТ 10903-77, материал - Р6М5 Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89			6	28	29	10,5	0,5		400	30	151							
		19	Нарезать резьбу М24-8Н в 6 отверстиях, выдерживая размеры $15 \pm 0,21$ мм $\phi 170^{+0,72}$ мм и угол 60° .		Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L	Патрон самоцентрирующий трехлапчатый 7100-0015 ГОСТ 2675-80	Сверло спиральное 2301-3587 ГОСТ 10903-77, материал - Р6М5 Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05 ГОСТ 166-89 Калибр-пробка резьбовая ГОСТ 17756-7			6	15	16	1,5	3		1600	150	3	0,514	76,25	67,08	67,48			

ИШНПТ 154А90003.00.00.04

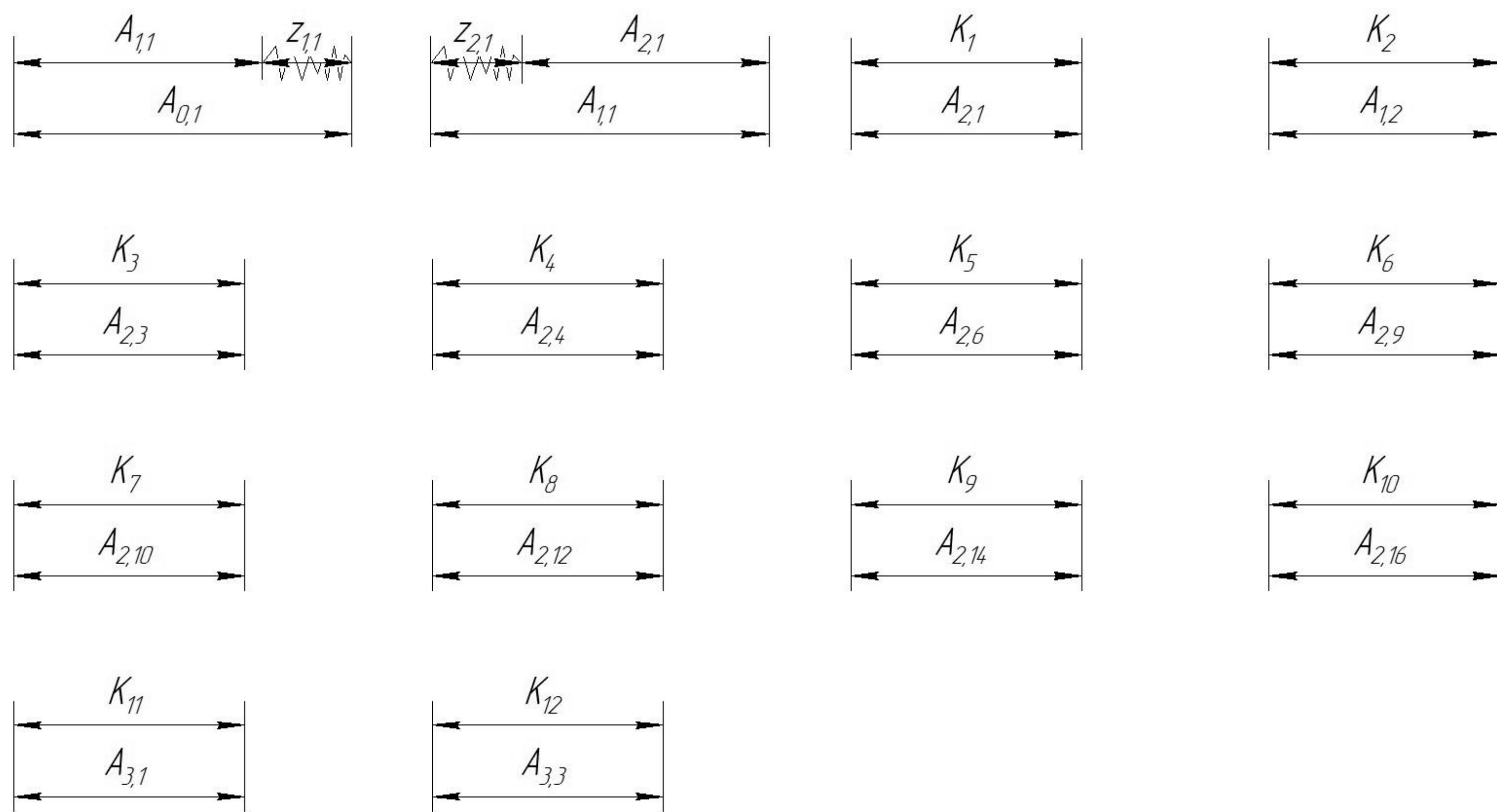
ИШНПТ 154А90003.00.00.04
Лист 5

Приложение Д

Размерная цепь



— технологические размеры
 — конструкторские размеры
 ~~~~~ припуски



|          |             |        |       |                         |                |         |
|----------|-------------|--------|-------|-------------------------|----------------|---------|
|          |             |        |       | ИШНПТ 154А0003.00.00.05 |                |         |
| Изм.     | Лист        | № док. | Подп. | Дата                    | Размерная цепь |         |
| Разраб.  | Жид Минаев  |        |       |                         | Лист           | Масштаб |
| Проб.    | Червач В.Б. |        |       |                         | Листов         | 1:1     |
| Т.контр. |             |        |       |                         | ТПУ ИШНПТ      |         |
| Исполн.  |             |        |       |                         | Группа 154А91  |         |
| Утв.     |             |        |       |                         | Формат А1      |         |

ИШНПТ 154А0003.00.00.05  
 ТПУ ИШНПТ  
 Группа 154А91  
 Формат А1  
 Копирован