

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления детали «Стакан»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Чэ Цзяцзюнь		07.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОМШ, ИШНПТ)	Червач Ю.Б.	К.т.н.		07.06.2022

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ОСГН, ШБИП)	Гасанов М.А.	Д.э.н.		07.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ООД, ШБИП)	Сечин А.И.	Д.т.н.		07.06.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.т.н.		07.06.2022

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

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

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

(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной
работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студент:

Группа	ФИО
154A81	Чэ Цзяцзюнь

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Стакан»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№34-77/с от 03.02.2022

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Чертеж детали, годовая программа выпуска детали «стакан» 10000шт.
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	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.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, сборочный чертеж приспособления.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Червач Ю.Б.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов М.А.
Социальная ответственность	Сечин А.И.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.12.2021
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент(ОМШ, ИШНПТ)	Червач Ю.Б.	К.т.н.		13.12.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	дата
154A81	Чэ Цзяцзюнь		13.12.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 131 страниц пояснительной записки и 15 страниц приложения, 30 таблиц, 26 рисунка, 10 источников, 5 листов графического материала формата A1, 1 лист графического материала формата A2, 1 листа графического материала формата A3 и 1 листа графического материала формата A4.

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 «Стакан» на производстве с использованием спроектированного в работе приспособления.

Объектом исследования является технология изготовления детали «Стакан».

Цели и задачи исследования: создание эффективного маршрута технологического процесса изготовления детали «Стакан».

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 выполнено 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
1.1Исходные данные.....	14
1.2Анализ технологичности детали.....	14
1.3 Определение тип производства.....	18
1.4 Выбрать исходную заготовку	22
1.5 Разработать маршрут изготовления детали.....	23
1.6. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали .	33
1.7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров до-	35
пуски на конструкторские размеры	35
Допуски на технологические размеры	36
Определение допусков на осевые технологические размеры	36
Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	37
Определение минимальных припусков на обработку.....	39
Расчет припусков на осевые размеры.....	40
Расчёт технологических размеров.....	40
Результаты расчета продольных технологических размеров записать в таблице	46
1.8. Выбор средств технологического оснащения	46
1.9. Расчет режимов резания.....	49
1.10. Расчет основного времени	83
Определение штучно-калькуляционного времени	87
2. Конструкторская часть	90
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.	90
2.2. Приспособление для закрепления фрезы	91
2.3 Порядок настройки и работы при фрезеровании.....	91
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	93
Введение	94
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	95
3.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	95

3.1.2 SWOT-анализ.....	97
3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	102
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	102
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения...	103
3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	107
3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	107
3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных(экспериментальных) работ	108
3.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	108
3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	110
3.3.5 Накладные расходы	111
3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	111
3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	112
Выводы по разделу	115
Введение	119
4.1. Производственная безопасность.....	119
Анализ условий труда на рабочем месте.....	119
4.2 Производственная безопасность.....	120
4.2.1 Анализ условий труда на рабочем месте.....	120
4.2.2 Анализ показателей микроклимата	121
4.2.3 Анализ показателей шума.....	121
4.2.4 Анализ освещенности рабочей зоны	122
4.2.5 Анализ электробезопасности.....	125
4.2.6 Анализ пожарной безопасности.....	126
4.3 Экологическая безопасность.....	127
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	128
Заключение по разделу	129
Заключение	130
Список литературы	131
Приложение А	132
Чертёж детали.....	132
Приложение Б.....	134

Чертёж приспособления	134
Приложение В.....	136
Спецификация.....	136
Приложение Г	139
Карта технологического процесса	139
Приложение Д	145
Карта технологического процесса	145

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. Финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
4. Социальной ответственности.

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

1. Технологическая часть

В дипломной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Подробный технологический процесс разрабатывается для условий среднесерийного, крупносерийного и массового производства. Для каждой операции выполняется выбор оборудования с учётом возможности выполнения необходимых видов обработки, требуе-

мой мощности, цены и доступности для приобретения.

При проектировании техпроцесса необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ чертежа и технологичности детали.
2. Определение типа производства и выбор исходной заготовки.
3. Разработка маршрута технологии изготовления детали.
4. Расчет припусков и допусков, продольных технологических размеров.
5. Выбор средств технологического оснащения.
6. Выбор режущих и измерительных инструментов, расчёт режимов резания для каждого перехода, требуемой мощности станка.
7. Расчёт времени на обработку для каждой операции.
8. В конструкторской части необходимо разработать принципиальную расчетную схему приспособления для второй операции, рассчитать требуемое усилия закрепления заготовки, спроектировать приспособление.

1.1Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, представленного на

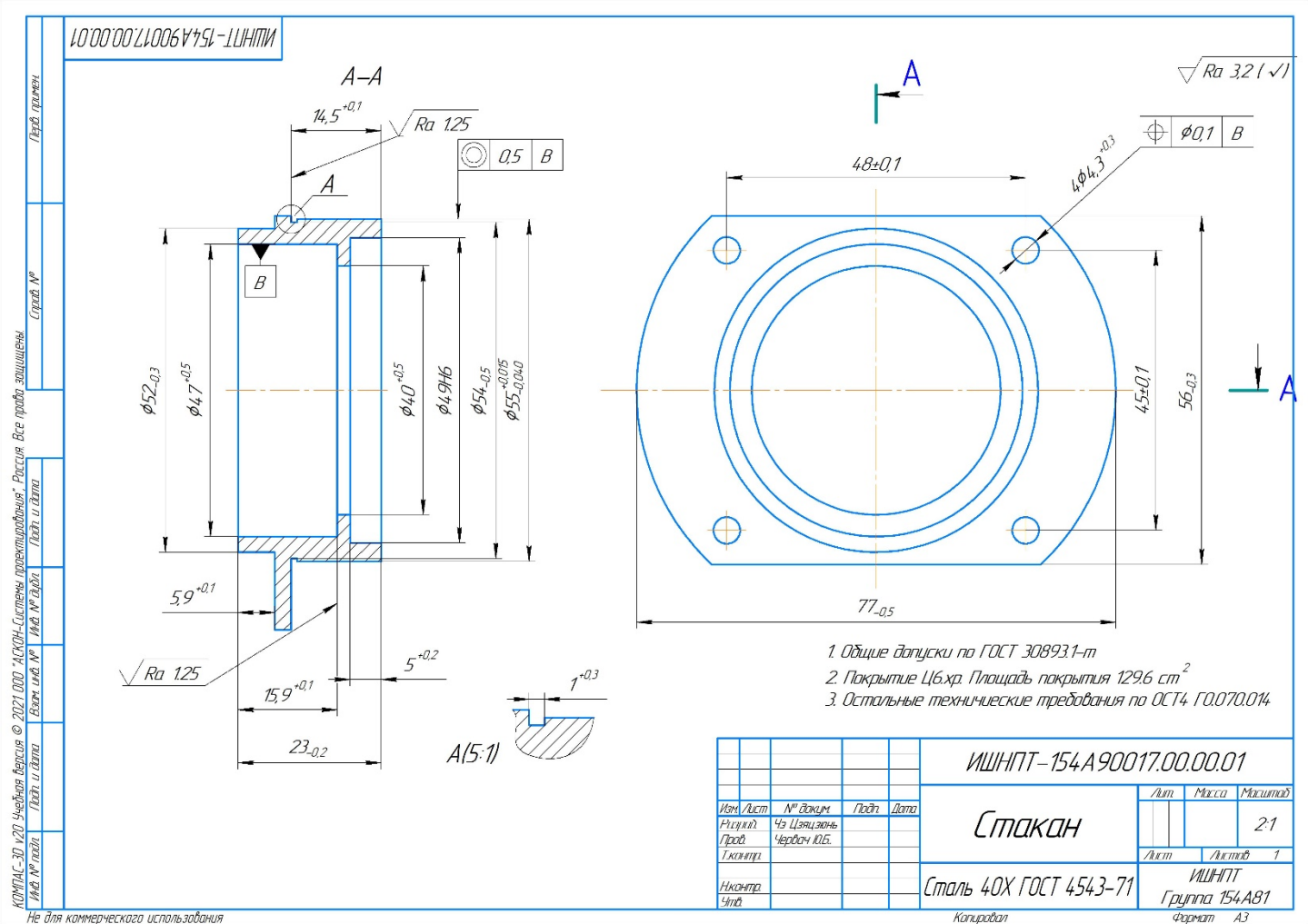


Рисунок 1.1 Чертеж детали

1.2Анализ технологичности детали

Деталь – стакан (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 пруток горячекатаный круглый $\varnothing 80^{+0,5}_{-1,3}$ мм ГОСТ 2590-2006.

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: $\phi 49H6$.

В целом можно отметить, что деталь является технологичной.

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.

40 – указывает на процент содержания углерода в сотых долях (0,40%). В зависимости от показателя содержания углерода, сталь бывает повышенной прочности и твердости или мягкой – с высокими показателями ударной вязкости и пластичности. Чем больше углерода в сплаве, тем выше твердость, но платить за это приходится низкой устойчивостью к ударным нагрузкам. Чем меньше углерода – тем более вязкой становится сталь, но при этом она теряет в твердости и прочности.

Х – хром, легирующий элемент, содержание которого в стали 40Х составляет около 1.5%. Его основная задача – повышать устойчивость к коррозии. Хромистые стали можно применять в условиях повышенной влажности, добавление хрома – самый доступный способ сделать сталь нержавеющей. Также хром повышает прочность и твердость стали при минимальном влиянии на пластичность.

В состав сплава также входят другие химические элементы, но из-за малой концентрации они не оказывают влияния на свойства стали и не включаются в маркировку.

Характеристики

Сталь 40Х является легированной хромистой сталью, что обеспечивает ей защиту от коррозии. Высокое содержание углерода придает сплаву прочность и твердость, хром также усиливает эти качества. Износоустойчивость является одним из основных достоинств сплава. Важно отметить, что, несмотря на защиту от влаги, сталь 40Х не является нержавеющей. Показатели нержавеющей сталей начинаются от 18% содержания хрома, в то время как в стали 40Х хром содержится в количестве 1.5%. Полноценная нержавейка существенно превосходит сталь 40Х по антикоррозионным свойствам, это важно знать, если вы выбираете именно нержавеющую сталь.

Свариваемость стали 40Х ограничена, материал считается трудносвариваемым. Это плата за высокое содержание углерода и хрома. Также сталь 40Х является флокеночувствительной и склонной к отпускной хрупкости. Ковка начинается при температуре 1250С, заканчивается при температуре 800С, охлаждать сталь рекомендуется на открытом воздухе. Температура критических точек материала сталь 40Х: $A_{c1} = 743$, $A_{c3}(A_{cm}) = 782$, $A_{r3}(A_{rcm}) = 730$, $A_{r1} = 693$.

Марка стали	сталь 40Х
Заменитель стали	сталь 45Х, сталь 38ХА, сталь 40ХН, сталь 40ХС, сталь 40ХФ , сталь 40ХР
Классификация стали	Сталь конструкционная легированная ГОСТ 4543-71
Вы можете купить сталь 40Х в следующих видах металлопроката: круг ст 40Х ГОСТ 2590-2006 (ГОСТ 2590-88) круг (пруток) стальной горячекатаный круг ст 40Х ГОСТ 7417-75 круг (пруток) калиброванный шестигранник ст 40Х ГОСТ 2879-2006 (ГОСТ 2879-88) шестигранник горячекатаный шестигранник ст 40Х ГОСТ 8560-78 шестигранник калиброванный лист ст 40Х ГОСТ 19903-74 прокат листовой горячекатаный	
Применение стали 40Х	оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, губчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Обработка

Сталь 40Х – улучшаемый сплав, термическая обработка позволяет повысить характеристики металла. Сталь 40Х подвергают закаливанию и отпуску. Закаливанию проводится в масле, это благоприятно сказывается на качестве верхнего слоя. Охлаждение желательно проводить в масле. Если это невозможно из-за размеров заготовки, используется воздушная среда. Категорически не рекомендуется охлаждать изделие в воде, т.к. это приводит к таким дефектам, как образование окалины. Отпуск также проводится в масле, эта процедура позволяет снизить внутреннее напряжение металла, возникшее в результате обработки. Грамотно проведенная термическая обработка существенно повышает эксплуатационные сроки материала. Твердость стали после обработки повышается до 217 НВ.

Температура закалывания составляет 860С. Температура отпуска зависит от среды. На воздухе она составляет 200С, а в масляной ванне 500С.

Деталь – стакан (см. рис1.) изготовлена из стали 40 ГОСТ 1050-88, которая легко поддается резанию, при этом позволяет получить хорошее качество обработки.

В качестве заготовки для данной детали применяем прутки горячекатаный

круглый $\phi 80$ мм ГОСТ 2590-2006.

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: $\phi 49H6$.

В целом можно отметить, что деталь является технологичной.

1.3 Определение тип производства

Определение типа производства по коэффициенту закрепления операций по формуле [1]:

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{ср}} \quad (1)$$

Где t_B – такт выпуска детали, мин;

$T_{ср}$ – среднее штучное время, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле [2]:

$$t_B = \frac{Fr}{Nr} \quad (2)$$

Где Fr – годовой фонд времени работы оборудования, мин;

Nr – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонды времени работы оборудования определяем по табл. 2.1. [1, стр. 22] при двусменном режиме работы: $Fr = 4029$ ч.

$$t_B = \frac{Fr}{Nr} = \frac{4029 \times 60}{10000} = 24.17 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n}$$

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 1 [1, с.146]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{ki} \times T_{oi} \quad (4)$$

где φ_{ki} – 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 операция:

переход 1: отрезать заготовку;

$$T_{ш.к1.1} = 0,19 \times D^2 = 0,19 \times 80^2 \times 10^{-3} \text{мин} = 1,216 \text{мин}$$

Для первой операции(токарная с ЧПУ) $\varphi_{к1} = 1,41$.

$$T_{ш-к1} = \varphi_{к1} \times T_{ш.к1.1} = 1,41 \times 1,216 \text{мин} = 1,71 \text{мин}$$

2.Токарная операция с ЧПУ:

переход 1: подрезать торец;

$$T_{ш.к1.1} = 0,052 \times (D^2 - d^2) = 0,052 \times (80^2 - 0) \times 10^{-3} \text{мин} = 0,33 \text{мин}$$

переход 2: обточить поверхность;

$$T_{ш.к1.2} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 70 \times 14 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,098 \text{мин}$$

переход 3: обточить поверхность;

$$T_{ш.к1.3} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 65 \times 14 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,091 \text{мин}$$

переход 4: обточить поверхность;

$$T_{ш.к1.4} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 60 \times 14 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,084 \text{мин}$$

переход 5: обточить поверхность;

$$T_{ш.к1.5} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 55 \times 14 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,077 \text{мин}$$

переход 6: точить канавку;

$$T_{\text{ш.к1.6}} = 0,1 \times d \times l = 0.1 \times 1 \times 1 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,0001 \text{мин}$$

переход 7: центровать торец

$$T_{\text{ш.к1.7}} = 0,52 \times d \times l = 0.52 \times 6.3 \times 12.7 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,042 \text{мин}$$

переход 8: сверлить отверстие

$$T_{\text{ш.к1.8}} = 0,52 \times d \times l = 0.52 \times 20 \times 24 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,25 \text{мин}$$

переход 9: рассверлить отверстие

$$T_{\text{ш.к1.9}} = 0,31 \times d \times l = 0.31 \times 40 \times 24 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,298 \text{мин}$$

переход 10: расточить отверстие

$$T_{\text{ш.к1.10}} = 0,18 \times d \times l = 0.18 \times 43 \times 4.4 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,034 \text{мин}$$

переход 11: расточить отверстие

$$T_{\text{ш.к1.11}} = 0,18 \times d \times l = 0.18 \times 46 \times 4.4 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,036 \text{мин}$$

переход 12: расточить отверстие

$$T_{\text{ш.к1.12}} = 0,18 \times d \times l = 0.18 \times 49 \times 5 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,0441 \text{мин}$$

переход 13: подрезать торец

$$T_{\text{ш.к1.13}} = 0.052 \times (D^2 - d^2) = 0.052 \times (80^2 - 40^2) \times 10^{-3} \text{мин} = 0,2496 \text{мин}$$

переход 14: обточить поверхность;

$$T_{\text{ш.к1.14}} = 0.1 \times d \times l = 0.1 \times 77 \times 5.3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,04 \text{мин}$$

переход 15: обточить поверхность;

$$T_{\text{ш.к1.15}} = 0.1 \times d \times l = 0.1 \times 72 \times 5.3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,038 \text{мин}$$

переход 16: обточить поверхность;

$$T_{\text{ш.к1.16}} = 0.1 \times d \times l = 0.1 \times 67 \times 5.3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,0355 \text{мин}$$

переход 17: обточить поверхность;

$$T_{\text{ш.к1.17}} = 0.1 \times d \times l = 0.1 \times 60 \times 5.3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,0318 \text{мин}$$

переход 18: обточить поверхность;

$$T_{\text{ш.к1.18}} = 0.1 \times d \times l = 0.1 \times 52 \times 5.9 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,0307 \text{мин}$$

переход 19: расточить отверстие

$$T_{\text{ш.к1.19}} = 0,18 \times d \times l = 0.18 \times 43 \times 15.3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,118 \text{мин}$$

переход 20: расточить отверстие

$$T_{ш.к1.20} = 0,18 \times d \times l = 0.18 \times 45 \times 15.3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,124 \text{мин}$$

переход 21: расточить отверстие

$$T_{ш.к1.21} = 0,18 \times d \times l = 0.18 \times 47 \times 15.9 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,1345 \text{мин}$$

(токарная с ЧПУ) $\varphi_{к2} = 1,98$.

$$T_{ш.к2} = \sum_{i=1}^{21} T_{ш.к2} = 2,1663 \text{мин}$$

$$T_{ш-к2} = \varphi_{к2} \times T_{ш.к2} = 1.98 \times 2.1663 = 4,289 \text{мин}$$

переход 22: сверлить 4 отверстия

$$T_{ш.к3.1} = 0,18 \times d \times l = 4 \times 0.52 \times 4.3 \times 2.6 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,023 \text{мин}$$

(сверлильная с ЧПУ) $\varphi_{к2} = 1.72$.

$$T_{ш.к3} = T_{ш.к3.1} = 0,023 \text{мин}$$

$$T_{ш-к2} = \varphi_{к2} \times T_{ш.к2} = 1,72 \times 0.023 = 0,4 \text{мин}$$

переход 1: фрезеровать 2 поверхности

$$T_{ш.к4.1} = 2 \times 6 \times l = 2 \times 6 \times 58 \times 10^{-3} = 0,96 \text{мин}$$

(фрезерная с ЧПУ) $\varphi_{к2} = 1.84$.

$$T_{ш.к4} = T_{ш.к4.1} = 0,96 \text{мин}$$

$$T_{ш-к4} = \varphi_{к4} \times T_{ш.к4} = 1,84 \times 0,96 = 1,67 \text{мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (3):

$$T_{ср} = \frac{\sum T_{ш.к.i}}{n} = \frac{1,71 + 4,289 + 0,04 + 1,167}{4} = 1,801 \text{мин}$$

Тип производства определяем по формуле:

$$K_{3.0} = \frac{t_B}{T_{ср}} = \frac{24,17}{1,801} = 13,42$$

Так как $10 < K_{3.0} < 20$, то тип производства среднесерийное.

1.4 Выбрать исходную заготовку

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) .

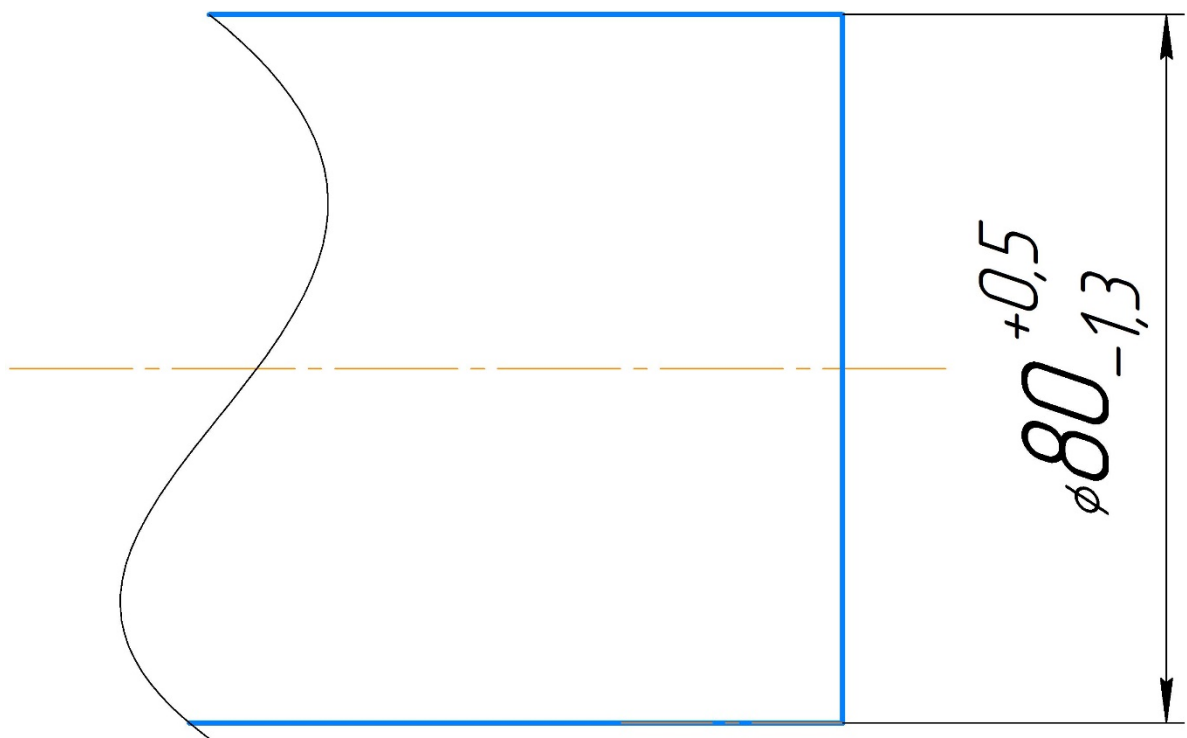
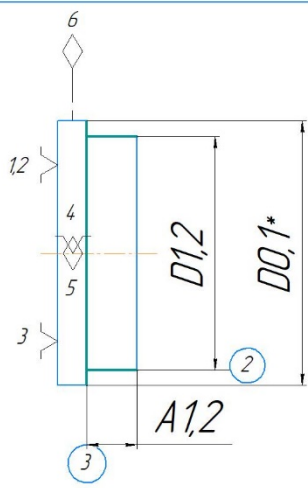
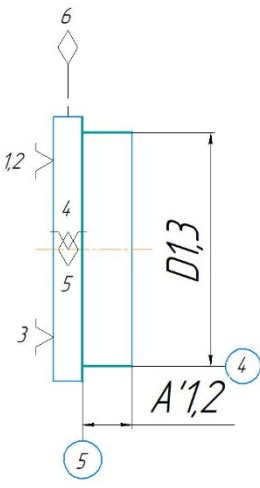
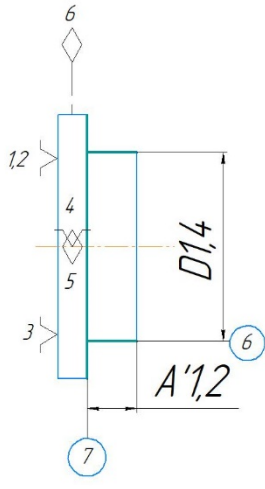


Рис3.Заготовка

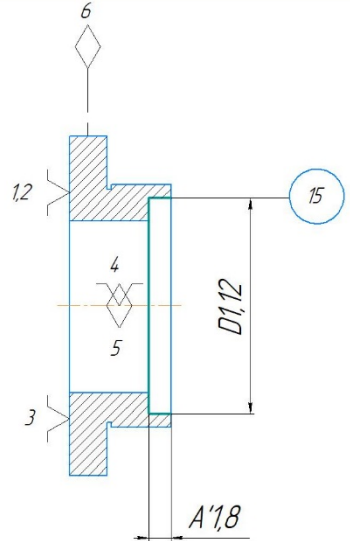
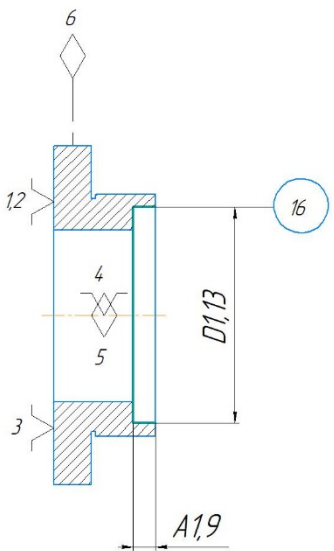
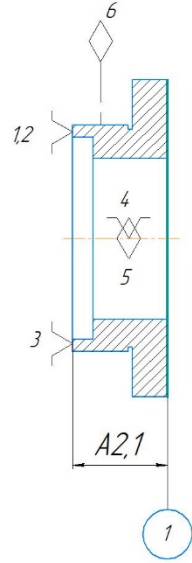
1.5 Разработать маршрут изготовления детали

Таблица 1.5.1 – Маршрутная карта обработки детали

Номер			Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
Операция	Установ	Переход		
1	2	3	4	5
005		001	Заготовительная Отрезать заготовку, выдерживая размер $A_{0.1}$	
010		001	станок ЧПУ Подрезать торец 1, выдерживая размер $A_{1.1}$	

	002	Обточить поверхности 2, 3 выдерживая размеры $D_{1.2}$, $A_{1.2}$		
	003	Обточить поверхности 4, 5 выдерживая размеры $D_{1.3}$, $A'_{1.2}$		
	004	Обточить поверхности 6, 7 выдерживая размеры $D_{1.4}$, $A'_{1.2}$		

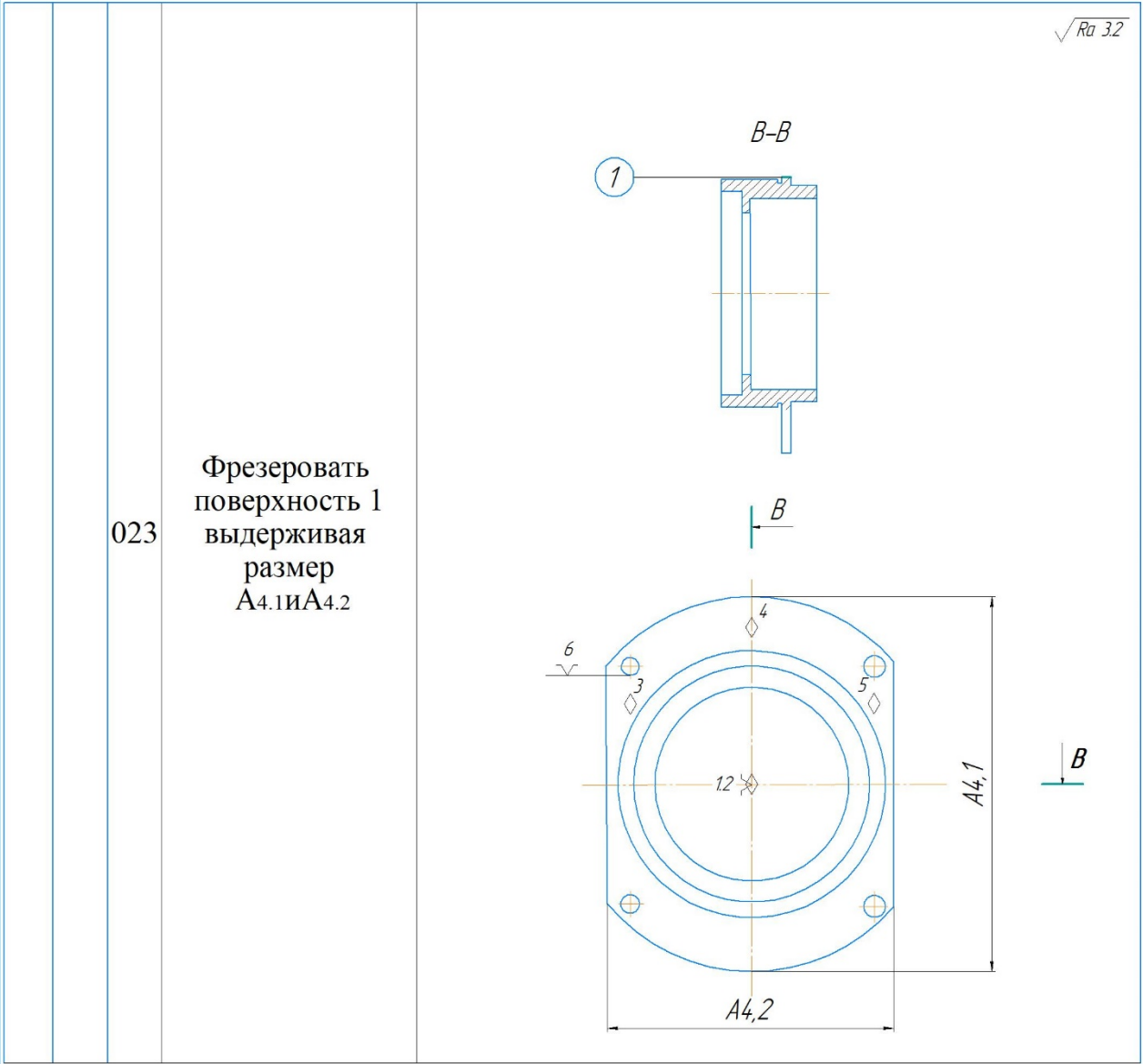
008	Сверлить отверстие 12 выдерживая размер $D_{1.9}, A_{1.1}^*$	
009	Рассверлить отверстие 13, выдерживая размер $D_{1.10}, A_{1.1}^*$	
010	Расточить отверстие 14 выдерживая размер $D_{1.11}, A_{1.8}$	

011	Расточить отверстие 15 выдерживая размер D1.12, A'1.8		$\sqrt{Ra\ 3.2}$
012	Расточить отверстие 16 выдерживая размеры D1.13, A1.9		$\sqrt{Ra\ 3.2}$
Б 013	Подрезать торец 1 выдерживая размер A2.1		$\sqrt{Ra\ 3.2}$

КНИТАЛ - 30 v20 Учебная версия © 2021 ООО "АКОН-Системы проектирования" Россия Все права защищены

023	Фрезеровать поверхность 1 выдерживая размер A4.1иA4.2	$\sqrt{Ra\ 3.2}$ The technical drawing consists of two views of a mechanical part. The top view is a cross-section labeled 'B-B' and shows a vertical profile with a central hole and a smaller hole at the bottom. A dimension line labeled '1' indicates a specific feature. The bottom view is a top-down view showing a circular part with concentric circles. It includes dimensions 'A4.1' and 'A4.2' for the outer and inner diameters, respectively. There are also dimensions '12', '4', '5', '6', and '3' indicating various features and tolerances. A surface texture symbol is present on the top view.
--	---	--

023	Фрезеровать поверхность 1 выдерживая размер A4.1иA4.2	$\sqrt{Ra\ 3.2}$ The technical drawing consists of two views of a mechanical part. The top view is a cross-section labeled 'B-B' and shows a vertical profile with a central hole and a smaller hole at the bottom. A dimension line labeled '1' indicates a specific feature. The bottom view is a top-down view showing a circular part with concentric circles. It includes dimensions 'A4.1' and 'A4.2' for the outer diameters. There are also labels '6', '3', '4', '5', and '12' with arrows pointing to specific features on the part.
--	---	--



1.6. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

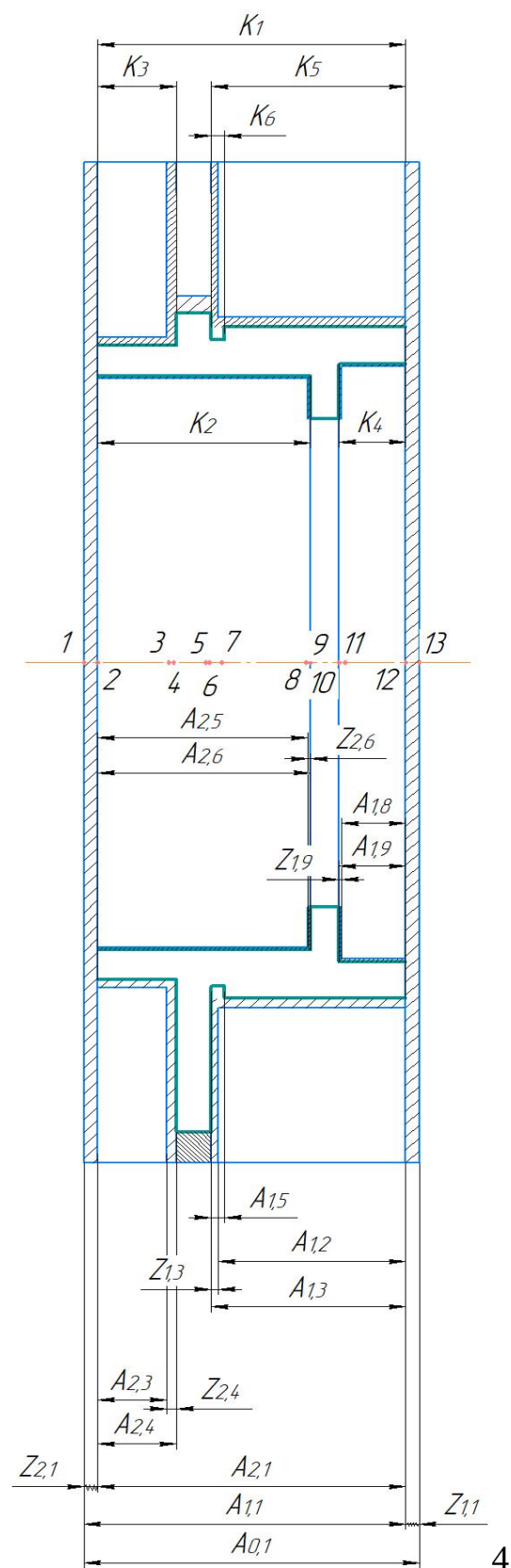
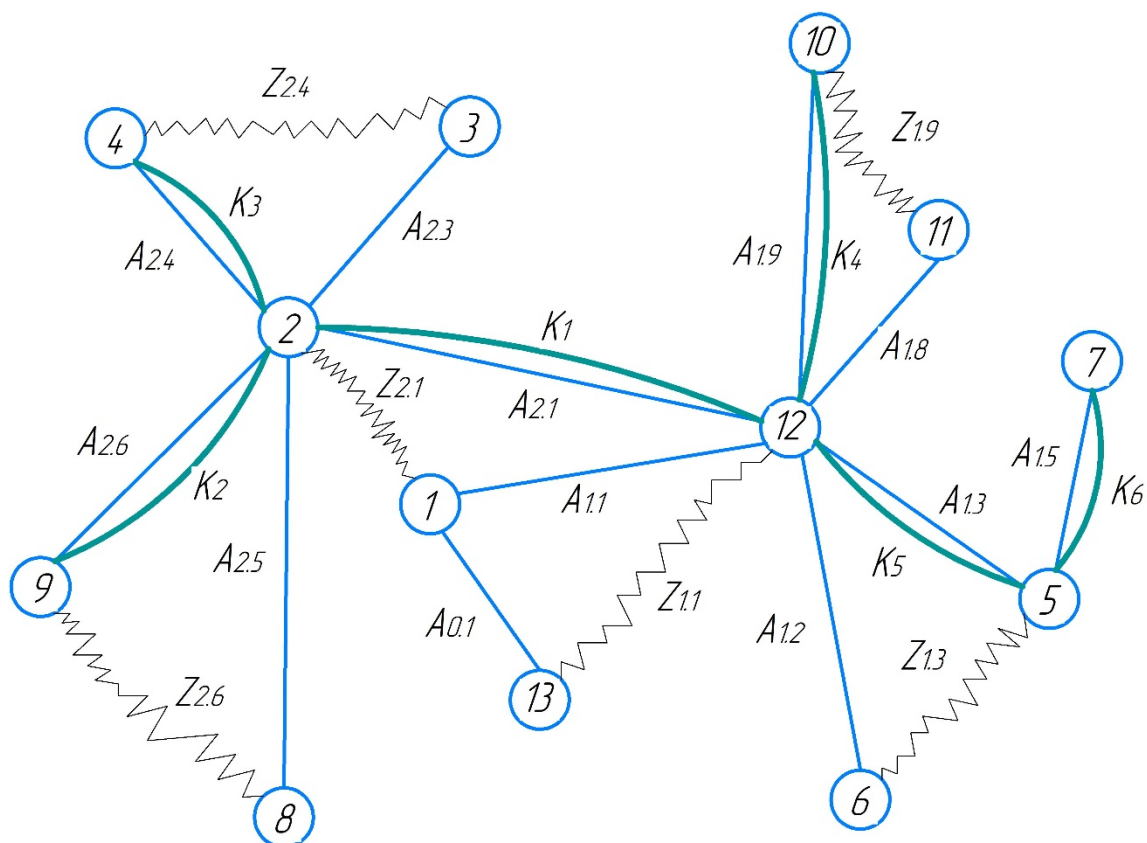


Рисунок 1.6.1- Размерная цепь

Рисунок 1.6.2 - Граф технологических размерных цепей



1.7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры:

Размеры $K_1 = 23_{-0,2}^0$. Допуск $T_{K1} = 0,2\text{мм}$

Размеры $K_2 = 15,9_{0}^{+0,1}$. Допуск $T_{K2} = 0,1\text{мм}$

Размеры $K_3 = 5,9_{0}^{+0,1}$. Допуск $T_{K3} = 0,1\text{мм}$

Размеры $K_4 = 5_{0}^{+0,2}$. Допуск $T_{K4} = 0,2\text{мм}$

Размеры $K_5 = 14,5_{0}^{+0,1}$. Допуск $T_{K5} = 0,1\text{мм}$

Размеры $K_6 = 1_{0}^{+0,3}$. Допуск $T_{K6} = 0,3\text{мм}$

Размеры $K_{D1} = \varnothing 52_{-0,3}^0$. Допуск $T_{KD1} = 0,3\text{мм}$

Размеры $K_{D2} = \varnothing 47_0^{+0.5}$. Допуск $T_{K_{D2}} = 0,5\text{мм}$

Размеры $K_{D3} = \varnothing 40_0^{+0.5}$. Допуск $T_{K_{D3}} = 0,5\text{мм}$

Размеры $K_{D4} = \varnothing 49H6$. Допуск $T_{K_{D4}} = 0,016\text{мм}$

Размеры $K_{D5} = \varnothing 54_{-0,5}^0$. Допуск $T_{K_{D5}} = 0,5\text{мм}$

Размеры $K_{D6} = \varnothing 55_{-0,040}^{+0,015}$. Допуск $T_{K_{D6}} = 0,055\text{мм}$

Размеры $K_{D7} = \varnothing 77_{-0,5}^0$. Допуск $T_{K_{D7}} = 0,5\text{мм}$

Допуски на технологические размеры

Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными из [2, стр. 34].

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u.i-1} + \varepsilon_{6i} \quad (5)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

$\rho_{u.i-1}$ - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;

ε_{6i} - погрешность базирования, мм.

Допуски на заготовочные размеры после резки на ленточных назначаем:

$$TA_{0.1} = 1,0\text{мм}$$

Допуски на осевые технологические размеры:

$$T_{A_{1.1}} = \omega_c + \rho_{1.1} + \varepsilon_{1.1} = 0,08 + 0,2 + 0,1 = 0,38\text{мм}$$

$$T_{A_{1.2}} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

$$T_{A_{1.3}} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

$$T_{A_{1.5}} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

$$T_{A_{1.8}} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

$$T_{A_{1.9}} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

$$T_{A_{2.1}} = \omega_c + \rho_{2.1} = 0,08 + 0,09 + 0,1 = 0,27\text{мм}$$

$$T_{A_{2.3}} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

$$T_{A_{2.4}} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

$$T_{A_{2.5}} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

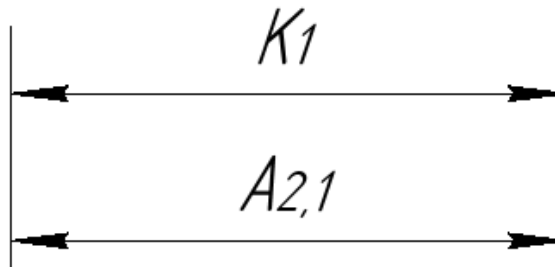
$$T_{A_{2.6}} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [4, стр. 60]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} T A_i \quad (6)$$

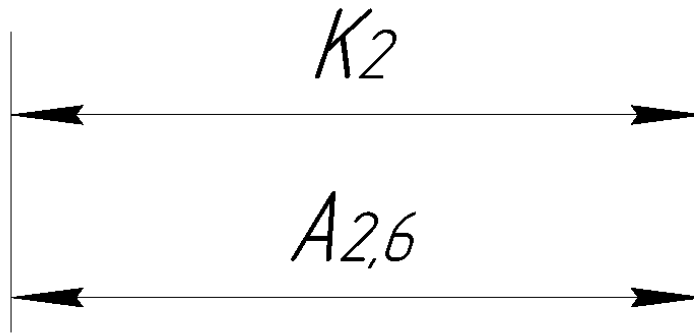
Рассмотрим размерную цепь для размера K_1



$$T_{K1} = 0,2\text{мм}; T_{A_{2.1}} = 0,12\text{мм}$$

Размер K_1 выдерживается.

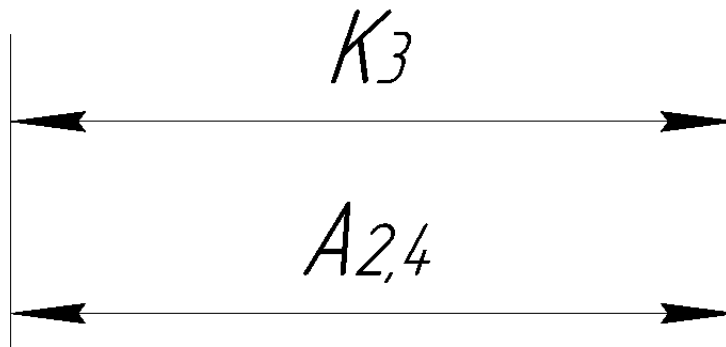
Рассмотрим размерную цепь для размера K_2



$$T_{K2}=0,1\text{мм}; T_{A2,6}=0,1\text{мм}$$

Размер K_2 выдерживается.

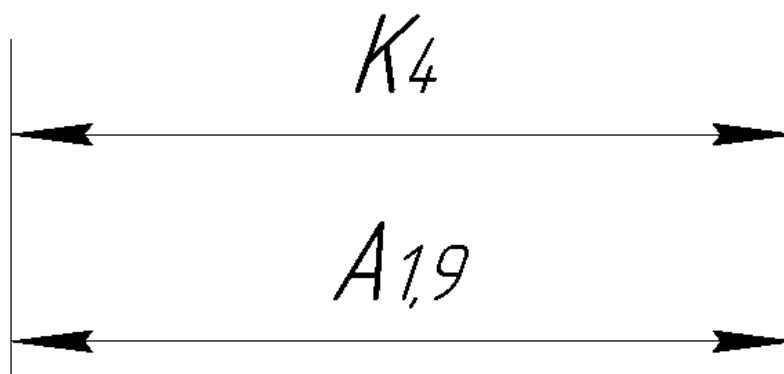
Рассмотрим размерную цепь для размера K_3



$$T_{K3}=0,1\text{мм}; T_{A2,4}=0,1\text{мм}$$

Размер K_3 выдерживается.

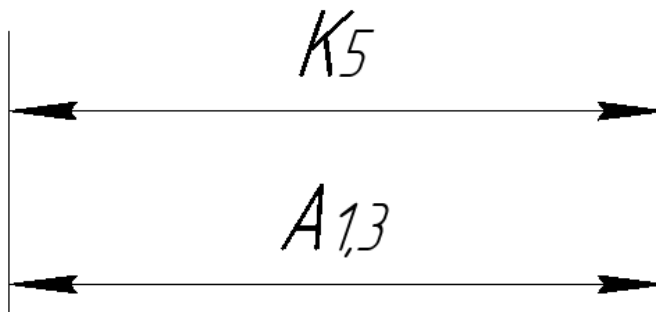
Рассмотрим размерную цепь для размера K_4



$$T_{K4}=0,2\text{мм}; T_{A1,9}=0,2\text{мм}$$

Размер K_1 выдерживается.

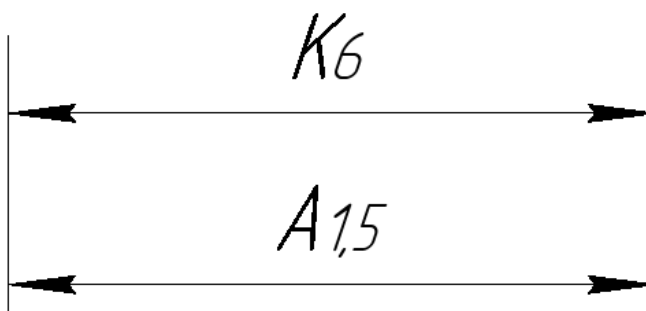
Рассмотрим размерную цепь для размера K_5



$$T_{K_5} = 0,1\text{мм}; T_{A_{1,3}} = 0,1\text{мм}$$

Размер K_5 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_6



$$T_{K_6} = 0,3\text{мм}; T_{A_{1,5}} = 0,2\text{мм}$$

Размер K_6 выдерживается.

Определение минимальных припусков на обработку

Припуски принято делить на общие и промежуточные. Общий припуск необходим для выполнения всех технологических переходов

обработки данной поверхности, промежуточный – для выполнения отдельного перехода.

Принято различать минимальное, максимальное, среднее и номинальное значение припуска на обработку. Однако первичным, определяющим остальные категории припуска, является его минимальное значение. Минимальный припуск должен быть таким, чтобы его удаление было достаточно для обеспечения требуемой точности и качества поверхностного слоя обработанной поверхности.

Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска определяется по формуле [4, стр. 42]

$$Z_{imin} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

$R_{Z_{i-1}}$ -Шероховатость поверхность

h_{i-1} -Толщина дефектного поверхность слоя

ρ_{i-1} - Погрешность расположения обрабатываемой поверхности относительно технологических баз ρ_{i-1}

$$Z_{1,1min} = 40 + 60 + 90 + 100 = 290\text{мкм}$$

$$Z_{1,3min} = 10 + 40 + 45 = 95\text{мкм}$$

$$Z_{1,9min} = 40 + 60 + 90 = 190\text{мкм}$$

$$Z_{2,1min} = 40 + 60 + 90 + 100 = 290\text{мкм}$$

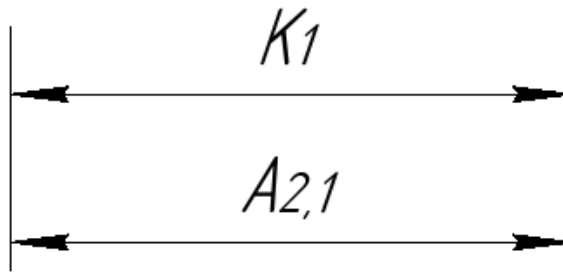
$$Z_{2,4min} = 10 + 40 + 45 = 95\text{мкм}$$

$$Z_{2,6min} = 40 + 60 + 90 = 190\text{мкм}$$

Расчёт технологических размеров

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

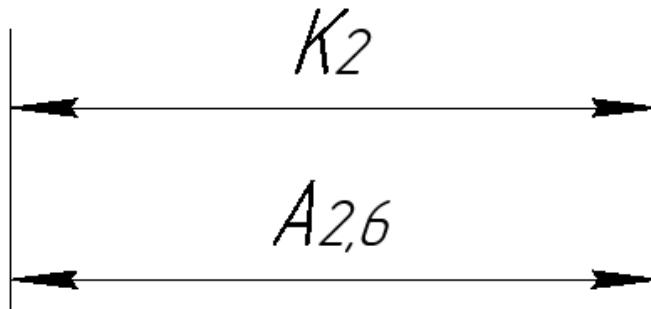
Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,1}$



$$A_{2,1}^C = K_1^C = 23 + \frac{0-0.2}{2} = 22.9\text{мм}$$

$$A_{2,1} = 23_{-0.2}$$

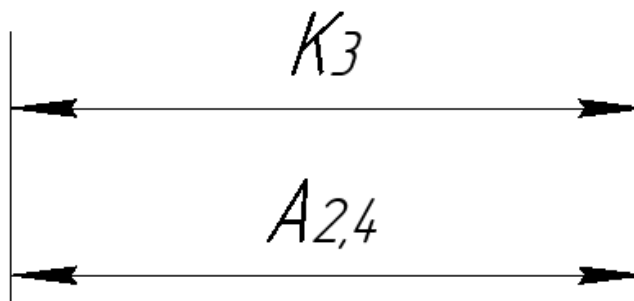
Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,6}$



$$A_{2,6}^C = K_2^C = 15.9 + \frac{0+0.1}{2} = 15.95\text{мм}$$

$$A_{2,6} = 15.9^{+0.1}$$

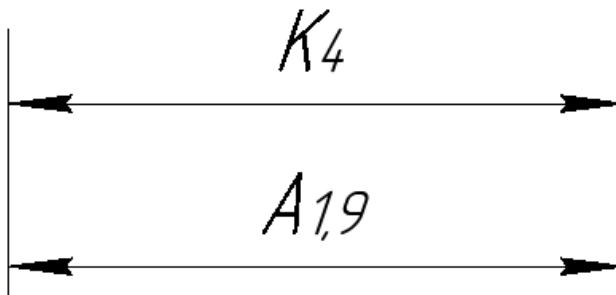
Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,4}$



$$A_{2,4}^C = K_3^C = 5.9 + \frac{0+0.1}{2} = 5.95\text{мм}$$

$$A_{2,4} = 5.9^{+0.1}$$

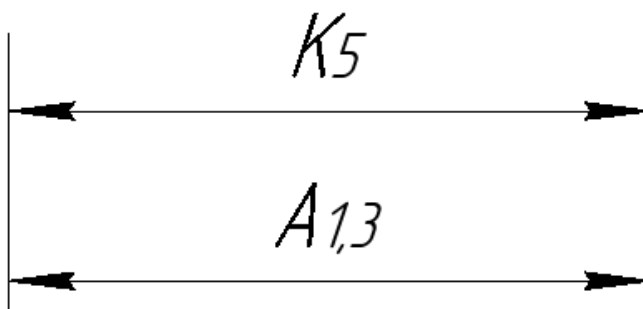
Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1,9}$



$$A_{1,9}^C = K_4^C = 5 + \frac{0+0.2}{2} = 5.1\text{мм}$$

$$A_{2,4} = 5^{+0.2}$$

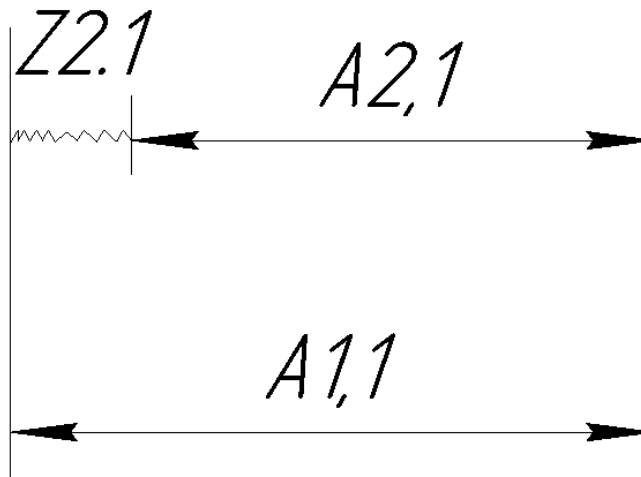
Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1,3}$



$$A_{1,3}^C = K_5^C = 14.5 + \frac{0+0.1}{2} = 14.55\text{мм}$$

$$A_{1,3} = 14.5^{+0.1}$$

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

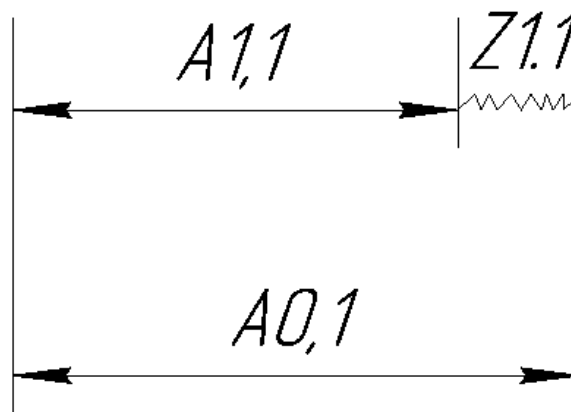


$$Z_{2,1}^C = Z_{2,1min} + \frac{T_{A2,1} + T_{A1,1}}{2} = 0.29 + \frac{0.27 + 0.38}{2} = 0.615\text{мм}$$

$$A_{1,1}^C = A_{2,1}^C + Z_{2,1}^C = 22.9 + 0.615 = 23.515\text{мм}$$

$$A_{1,1} = 23.515 \pm 0.19\text{мм}$$

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

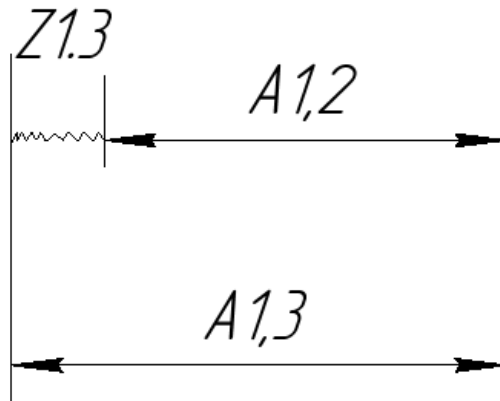


$$Z_{1,1}^C = Z_{1,1min} + \frac{T_{A1,1} + T_{A0,1}}{2} = 0.29 + \frac{0.38 + 1}{2} = 0.98\text{мм}$$

$$A_{0,1}^C = A_{1,1}^C + Z_{1,1}^C = 23.415 + 0.88 = 24.395\text{мм}$$

$$A_{0,1} = 24.395 \pm 0.5\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1,2}$

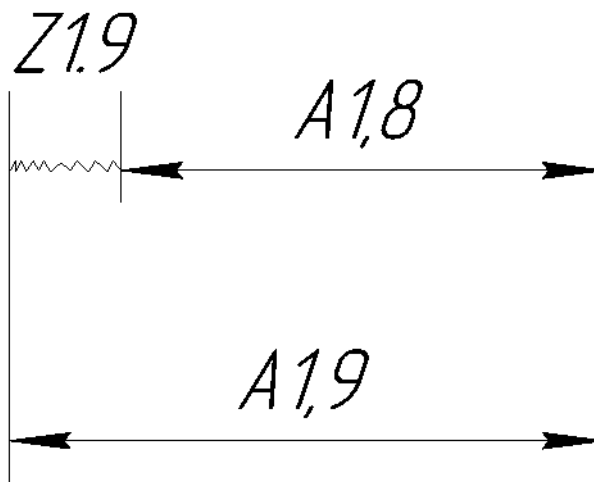


$$Z_{1,3}^C = Z_{1,3min} + \frac{T_{A1,2} + T_{A1,3}}{2} = 0.095 + \frac{0.2 + 0.1}{2} = 0.245 \text{ мм}$$

$$A_{1,2}^C = A_{1,3}^C - Z_{1,3}^C = 14.55 - 0.245 = 14.305 \text{ мм}$$

$$A_{1,2} = 14.305 \pm 0.1 \text{ мм}$$

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

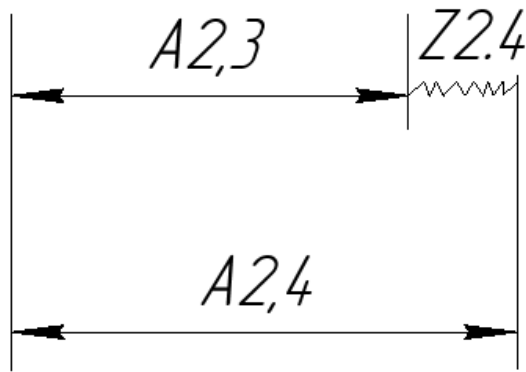


$$Z_{1,9}^C = Z_{1,9min} + \frac{T_{A1,8} + T_{A1,9}}{2} = 0.19 + \frac{0.2 + 0.2}{2} = 0.39 \text{ мм}$$

$$A_{1,8}^C = A_{1,9}^C - Z_{1,9}^C = 5.1 - 0.39 = 4.71 \text{ мм}$$

$$A_{1,8} = 4.71 \pm 0.1 \text{ мм}$$

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

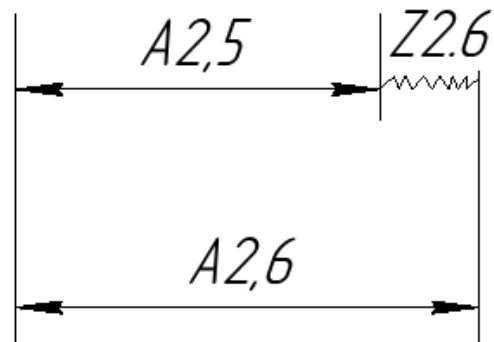


$$Z_{2.4}^C = Z_{2.4min} + \frac{T_{A2.3} + T_{A2.4}}{2} = 0.095 + \frac{0.1 + 0.1}{2} = 0.195\text{мм}$$

$$A_{2,3}^C = A_{2.4}^C - Z_{2.4}^C = 5.95 - 0.195 = 5.755\text{мм}$$

$$A_{2.3} = 5.755 \pm 0.05\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,5}$



$$Z_{2.6}^C = Z_{2.6min} + \frac{T_{A2.5} + T_{A2.6}}{2} = 0.19 + \frac{0.1 + 0.1}{2} = 0.29\text{мм}$$

$$A_{2,5}^C = A_{2.6}^C - Z_{2.6}^C = 15.95 - 0.29 = 15.66\text{мм}$$

$$A_{2.5} = 15.66 \pm 0.05\text{мм}$$

**Результаты расчета продольных технологических размеров
записать в таблице**

Обозначение технологического размера	Среднее значение технологического размера	Принятое номинальное значение и предельные отклонения технологического размера
$A_{0.1}$	24.295	24.295 ± 0.5
$A_{1.1}$	23.415	23.415 ± 0.19
$A_{2.1}$	22.9	$23_{-0.2}$
$A_{1.2}$	14.305	14.305 ± 0.1
$A_{1.3}$	14.55	$14.5^{+0.1}$
$A_{1.8}$	4.71	4.71 ± 0.1
$A_{1.9}$	5.1	$5^{+0.2}$
$A_{2.3}$	5.755	5.755 ± 0.05
$A_{2.4}$	5.95	$5.9^{+0.1}$
$A_{2.5}$	15.66	15.66 ± 0.05
$A_{2.6}$	15.95	$15.9^{+0.1}$

1.8. Выбор средств технологического оснащения

Выбор оборудования (станка) зависит от типа производства среднесерийное и объёма выпуска 10000 шт/год и диаметр деталь.

Всё операция используют ленточнопильный станок и Токарно-фрезерный центр с ЧПУ.

Таблица 1.8.1-JET HBS-1516AF ленточнопильный станок автоматический

Напряжение, В	400
Макс. Ø обработки при 90°	Ø360 мм
Зона обработки при 90°	Ø360 мм, Ø 360х400 мм
Пакетная резка	180÷280х 50÷160
Скорость движения полотна, м/мин	35-85
Максимальный ход за одну подачу	400 мм
Минимальный рабочий остаток заготовки при автоподаче	100 мм
Минимальный ход автоподачи	10 мм
Размеры ленточного полотна	34 х 1,1 х 4570 мм
Объем гидравлического бака, л	50 л
Объем бака СОЖ, л	80
Грузоподъемность рольганга	2000 кг
Высота стола, мм	755
Мощность двигателя, кВт	3,75
Мощность гидромотора	0,75 кВт
Мощность насоса СОЖ, кВт	0,12
Ширина ленточного полотна, мм	34
Длина, мм	2400

Ширина, мм	2120
Высота, мм	1840
Масса, кг	1680

Таблица 1.8.2- многооперационный станок модели *GLS 1500* фирмы *Goodway*

Основные технические характеристики многооперационного станка модели GLS 1500

МОДЕЛЬ	GLS-150	GLS-200	GLS-1500 / GLS-1500L	GLS-2000 / GLS-2000L	GLS-2800	GLS-3300
Максимальный диаметр точения, мм	360		390		440	
Максимальная длина точения, мм	500		330 / 630		720	710
Максимальный диаметр прутка, мм	51	65	51	65	75	90
Размер 3-кулачкового патрона, дюймы	6	8	6	8	10	12
Диапазон скоростей вращения шпинделя, об/мин	60-6000	45-4500	60-6000	45-4500	35-3500	30-3000
Мощность двигателя привода шпинделя (номинал/30 мин), кВт	11/15					15 / 18,5
Количество позиций в револьверной головке, шт.	12 (10 – опц.)					
Тип направляющих	качения					
Быстрые перемещения по осям X/Z, м/мин	30					
Точность позиционирования / повторяемость, мкм	± 5 / ± 2				± 3 / 15	
Система ЧПУ	Fanuc Oi-Mate (опц.: Oi / 31i, Mitsubishi CNC M70, Siemens 828)				Fanuc Oi-T (опц.: 31i)	
Вес станка, кг	3200		3 000 / 3400		6 000	
Дополнительная комплектация						
Приводная револьверная головка + С-ось	v	v	v	v	v	
Противошпиндель	–	–	– / v	– / v	v	
У-ось	v	v	– / v	– / v	v	
Задняя бабка	v	v	v	v	v	
Инструментальный стол	–	–	v	v	–	

1.9. Расчет режимов резания

Приведенные ниже данные по назначению режимов резания разработаны с использованием официальных издании 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.

Операция 1 переход 1: Заготовительная

JET HBS-1516AF ленточнопильный станок автоматический Точность реза+/- 0,5 мм при резке 360 мм, Биметаллическое ленточное полотно 34 x 1,1 x 4420 мм

1. Глубина резания: $t = 1,1$ мм.

2. Подачу S назначаем для ленточной пилы по таблице 108 [3, стр. 425] $S \leq 50$ мм/мин, используя $S = 50$ мм/мин

3. Принимать скорость резания (м/мин) по таблице 109 [3, стр. 425] $V = 12-16$ м/мин, используя $V = 15$ м/мин

Токарная операция с ЧПУ:

переход 1: подрезать торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – T15K6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t = 0.88$ мм

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,3$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T = 30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T = 60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,2$ определены по таблице 17 [2, стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

Коэффициент K_v :

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,88^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,864 = 172,92 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 172,92}{3,14 \cdot 80} = 688,39 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силу резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

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

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,88^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 172,92^{-0,15} \cdot 0,96 = 474,28 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{474,28 \cdot 172,92}{1020 \cdot 60} = 1,34 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,34}{0,8} = 1,68 \text{ кВт}$$

переход 2: обточить торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – T15K6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t=5\text{мм}$
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30\text{-}60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0.96 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0.1^{0,2}} \cdot 0.864 = 165,99 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 165,99}{3.14 \cdot 70} = 755,19 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 0,1^{0.75} \cdot 165,99^{-0.15} \cdot 0,96 = 1189,46 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1189,46 \cdot 165,99}{1020 \cdot 60} = 3,23 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{3,23}{0.8} = 4,03 \text{ кВт}$$

переход 3: обточить торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – T15K6. 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 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,864 = 184,79 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 184,19}{3,14 \cdot 65} = 902,44 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

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

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 184,19^{-0,15} \cdot 0,96 = 585,52 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{585,52 \cdot 184,19}{1020 \cdot 60} = 1,76 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,76}{0,8} = 2,2 \text{ кВт}$$

переход 4: обточить торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – 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 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0.96 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0.864 = 184,19 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 184,19}{3.14 \cdot 60} = 977,646 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 184,19^{-0,15} \cdot 0,96 = 585,18 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{585,18 \cdot 184,19}{1020 \cdot 60} = 1,76 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,76}{0,8} = 2,2 \text{ кВт}$$

переход 5: обточить торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – T15K6. 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 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2, стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 0,96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,864 = 184,19 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 184,19}{3,14 \cdot 55} = 1066 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

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

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\phi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 184,19^{-0,15} \cdot 0,96 = 585,18 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{585,18 \cdot 184,19}{1020 \cdot 60} = 1,76 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,76}{0,8} = 2,2 \text{ кВт}$$

переход 6: точить канавку

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с

рекомендациями [3, с. 180] – T15K6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t=1\text{мм}$
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30\text{-}60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0.96 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0.1^{0,2}} \cdot 0.864 = 211,33 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 211,33}{3.14 \cdot 54} = 1246,34 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,1^{0.75} \cdot 211,33^{-0.15} \cdot 0,96 = 229,43 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{229,43 \cdot 211,33}{1020 \cdot 60} = 0,79 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{0,79}{0.8} = 0,99 \text{ кВт}$$

переход 7: центровать отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

Режущий инструмент по таблице 44 [3, с.215]: Сверло центровочное: тип В(ГОСТ 14952-75): D=13.2мм ;L=13.98мм

1. глубина резания: $t = 6.6$ мм.

2. Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 381] $s = 0,15$ мм/об;

3. Скорость резания определяется по формуле [3, стр. 382]:

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

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [3, с. 384]:

$T=45$ мин

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $m = 0.2$; $y = 0,7$; $q=0,4$ – определены по таблице 38 [3,стр. 383]:

Коэффициент K_{mv} :

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

По табл. 5 [3, стр. 361] : $K_{lv} = 1,0$;

По табл. 6 [3, стр. 361] : $K_{lv} = 1,0$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,96 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,96;$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m \cdot s} y} K_v = \frac{7,0 \cdot 13,2^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,96 = 33,24 \text{ м/мин}$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 33,24}{3,14 \cdot 13,2} = 802,03 \text{ об/мин}$$

переход 8: сверлить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

Режущий инструмент по таблице 44 [3, с.215]: Сверло центровочное: тип В(ГОСТ 14952-75): D=20мм

1. глубина резания: $t = 10$ мм.
2. Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 381] $s = 0,2$ мм/об;
3. Скорость резания определяется по формуле [3, стр. 382]:

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

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [3, с. 384]:

T=45мин

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $m = 0,2$; $y = 0,7$; $q=0,4$ – определены по таблице 38 [3,стр. 383]:

Коэффициент K_{mv} :

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359]: $n_v = 0,9$;

По табл. 5 [3, стр. 361]: $K_{lv} = 1,0$;

По табл. 6 [3, стр. 361]: $K_{lv} = 1,0$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,96 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,96;$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m \cdot s \cdot y}} K_v = \frac{7,0 \cdot 20^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 0,96 = 32,1 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 32,1}{3,14 \cdot 20} = 511,04 \text{ об/мин}$$

переход 9: рассверлить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

Режущий инструмент по таблице 44 [3, с. 215]: Сверло центровочное: тип В (ГОСТ 14952-75): $D=40 \text{ мм}$

1. глубина резания: $t = 10 \text{ мм}$.
2. Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 381] $s = 0,1 \text{ мм/об}$;
3. Скорость резания определяется по формуле [3, стр. 382]:

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

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [3, с. 384]:
 $T=70 \text{ мин}$

Значения коэффициентов: $C_v = 16,2$; $m = 0,2$; $x=0,2$, $y = 0,5$; $q=0,4$ – определены по таблице 38 [3, стр. 383]:

Коэффициент K_{mv} :

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359]: $n_v = 0,9$;

По табл. 5 [3, стр. 361]: $K_{lv} = 1,0$;

По табл. 6 [3, стр. 361]: $K_{lv} = 1,0$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,96 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,96;$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} K_v = \frac{16.2 \cdot 40^{0.4}}{70^{0.2} \cdot 10^{0.2} \cdot 0.1^{0.5}} \cdot 0.96 = 58,02 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 58,02}{3.14 \cdot 40} = 461,96 \text{ об/мин}$$

переход 10: расточить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – T15K6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t = 1.5 \text{ мм}$
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T = 30-60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T = 60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,2$ определены по таблице 17 [2, стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,864 = 198,86 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 198,86}{3,14 \cdot 43} = 1472,79 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

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

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 198,86^{-0,15} \cdot 0,96 = 347,3 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{347,3 \cdot 198,86}{1020 \cdot 60} = 1,1 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,1}{0,8} = 1,4 \text{ кВт}$$

переход 11: расточить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с

рекомендациями [3, с. 180] – T15K6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t=1.5\text{мм}$
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0.96 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1.5^{0,15} \cdot 0.1^{0,2}} \cdot 0.864 = 198,86 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 198,86}{3.14 \cdot 46} = 1376,746 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,1^{0.75} \cdot 198,86^{-0.15} \cdot 0,96 = 347,3 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{347,3 \cdot 198,86}{1020 \cdot 60} = 1,1 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,1}{0,8} = 1,4 \text{ кВт}$$

переход 12: расточить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания: $t=1.5 \text{ мм}$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2, стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,864 = 198,86 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 198,86}{3,14 \cdot 49} = 1292,4 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

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

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 198,86^{-0,15} \cdot 0,96 = 347,3 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{347,3 \cdot 198,86}{1020 \cdot 60} = 1,1 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,1}{0,8} = 1,4 \text{ кВт}$$

переход 13: подрезать торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т5К10. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t=0.615\text{мм}$
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,2 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30\text{-}60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 47$; $y = 0.8$; $m=0.2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1.0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0.9$;

По табл. 2 [3, стр. 361] : $K_{pv} = 0.9$;

По табл. 2 [3, стр. 361] : $K_{iv} = 0.65$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0.77 \cdot 0.9 \cdot 0.65 = 0.56$$

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} K_v = \frac{47}{60^{0.2} \cdot 0.2^{0.8}} \cdot 0.56 = 42,1 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 42,1}{3.14 \cdot 80} = 167,4 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

$$C_p = 408 \quad x = 0.72 \quad y = 0.8 \quad n = 0$$

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 0.89; K_{\gamma p} = 1.25; K_{\lambda p} = 1.0; K_{rp} = 0.87.$$

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp} = 1.03 \cdot 0.89 \cdot 1.25 \cdot 1.0 \cdot 0.87 = 1.0$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 408 \cdot 0.615^{0.72} \cdot 0.1^{0.8} \cdot 17.46^0 \cdot 1 = 455,7 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{455,7 \cdot 42,1}{1020 \cdot 60} = 0,31 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{0,31}{0,8} = 0,39 \text{ кВт}$$

переход 14: обточить торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t=1.5 \text{ мм}$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0.96 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1.5^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} \cdot 0.864 = 198,9 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 198,9}{3.14 \cdot 77} = 822 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1.5^1 \cdot 0.8^{0.75} \cdot 198,9^{-0.15} \cdot 0.96 = 1652 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1652 \cdot 198,9}{1020 \cdot 60} = 5,4 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{5,4}{0,8} = 6,7 \text{ кВт}$$

переход 15: обточить торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – 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 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30\text{-}60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0.96 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0.864 = 184,2 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 184,2}{3.14 \cdot 72} = 815 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 184,2^{-0,15} \cdot 0,96 = 585,5 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{585,5 \cdot 184,2}{1020 \cdot 60} = 1,8 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,8}{0,8} = 2,2 \text{ кВт}$$

переход 16: обточить торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – T15K6. 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 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0.96 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 2.5^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} \cdot 0.864 = 184,2 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 184,2}{3.14 \cdot 67} = 876 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2.5^1 \cdot 0,1^{0.75} \cdot 184,2^{-0.15} \cdot 0.96 = 585,5 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{585,5 \cdot 184,2}{1020 \cdot 60} = 1,8 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,8}{0,8} = 2,2 \text{ кВт}$$

переход 17: обточить торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t=3.5\text{мм}$
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30\text{-}60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0.96 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 3.5^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} \cdot 0.864 = 175,1 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 175,1}{3.14 \cdot 60} = 930 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3.5^1 \cdot 0.1^{0.75} \cdot 175,1^{-0.15} \cdot 0.96 = 826 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{826 \cdot 175,1}{1020 \cdot 60} = 2,4 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

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

переход 18: обточить торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – T15K6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t=4\text{мм}$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30\text{-}60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0.96 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 4^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} \cdot 0.864 = 171,6 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 171,6}{3.14 \cdot 52} = 1051 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 4^1 \cdot 0.1^{0.75} \cdot 171,6^{-0.15} \cdot 0.96 = 946,8 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{946,8 \cdot 171,6}{1020 \cdot 60} = 2,7 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{2,7}{0,8} = 3,3 \text{ кВт}$$

переход 19: расточить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t=1.5\text{мм}$
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30\text{-}60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0.96 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1.5^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} \cdot 0.864 = 198,9 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 198,9}{3.14 \cdot 43} = 1473 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,1^{0.75} \cdot 198,9^{-0.15} \cdot 0,96 = 347,3 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{347,3 \cdot 198,9}{1020 \cdot 60} = 1,1 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{1,1}{0,8} = 1,4 \text{ кВт}$$

переход 20: расточить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t=1 \text{ мм}$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60 \text{ мин}$ [3, стр. 363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0.96 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} \cdot 0.864 = 211,3 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 211,3}{3.14 \cdot 45} = 1496 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0.1^{0.75} \cdot 211,3^{-0.15} \cdot 0.96 = 229,4 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{229,4 \cdot 211,3}{1020 \cdot 60} = 0,8 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

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

переход 21: расточить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t=1\text{мм}$
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0.1 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30\text{-}60$ мин [3, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m=0,2$ определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359] : $n_v = 0,9$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0.96 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.864$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} \cdot 0.864 = 211,3 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 211,3}{3.14 \cdot 47} = 1432 \text{ об/мин}$$

5. Определяем главную силы резания [3, стр. 371]:

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр.372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 362]:

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp}$$

K_{Mp} -определяется по формуле [3, стр. 362]

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0.75} = 1.03$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, стр. 374]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93.$$

$$K_p = K_{Mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,96$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,1^{0.75} \cdot 211,3^{-0.15} \cdot 0,96 = 229,4 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{229,4 \cdot 211,3}{1020 \cdot 60} = 0,8 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

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

переход 22: сверлить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Р6М5. Сменные многогранные пластины и режущие материалы.

Режущий инструмент по таблице 44 [3, с.215]: Сверло центровочное: тип В (ГОСТ 14952-75): D=4.3мм

1. глубина резания: $t = 2.15$ мм.

2. Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 381] $s = 0.2$ мм/об;

3. Скорость резания определяется по формуле [3, стр. 382]:

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

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [3, с. 384]:

$T=15$ мин

Значения коэффициентов: $C_v = 7$; $m = 0.2$; $y = 0.7$; $q=0.4$ – определены по

таблице 38 [3, стр. 383]:

Коэффициент K_{mv} :

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359]: $n_v = 0,9$;

По табл. 5 [3, стр. 361]: $K_{lv} = 1,0$;

По табл. 6 [3, стр. 361]: $K_{lv} = 1,0$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,96 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,96;$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} K_v = \frac{7 \cdot 4,3^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 0,96 = 21,62 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 21,62}{3,14 \cdot 4,3} = 1600 \text{ об/мин}$$

5. Определяем крутящий момент:

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

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ определены по таблице 42 [3, стр. 385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, по таблицам 9 [3 стр. 362]:

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

Крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q s^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4,32,0 \cdot 0,20,8 \cdot 1,03 = 1,81 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{1,81 \cdot 1600}{9750} = 0,3 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.3}{0.8} = 0.375$$

переход 23:Фрезеровать поверхность

Материал режущего инструмента выбираем по таблице 3 [3, с. 180] – Т15К6.

Режущий инструмент по таблице 74 [3, с.256]:концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 17025-71 в ред. 1995 г.): d = 20 мм;d₁=20мм L= 104 мм; l=38; z=6; Конус Морзе: 4.

1. Глубина резания: t= 10,5мм;

2. Подача по таблице 78 [3, с.404] для данной глубины резания: подача на зуб S_z= 0,09 мм/зуб. Подача на оборот: S_o = S_z · z= 0,09 · 6 = 0,54 мм/об

Период стойкости инструмента принимаем: T=120 мин – определены по таблице 82 [3, с.411].

3. Скорость резания определяется по формуле [3, с.406]:

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

C_v = 234; q = 0,44; x = 0,24; m = 0,37; y = 0,26; u = 0,1; p = 0,13 определены по таблице 81 [3, стр. 407].

Коэффициент K_v :

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359]: K_r = 1,0;

По табл. 2 [3, стр. 359]: n_v = 0,9;

По табл. 5 [3, стр. 361]: K_{ПV} = 1,0;

По табл. 6 [3, стр. 361]: K_{ИV} = 1,0;

K_v = K_{mv} · K_{ПV} · K_{ИV} = 0,96 · 1,0 · 1,0 = 0,96;

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

$$= \frac{234 \cdot 40^{0.44}}{120^{0.37} \cdot 10.5^{0.24} \cdot 0.09^{0.26} \cdot 2.6^{0.1} \cdot 6^{0.13}} \cdot 0.96 = 148 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 148}{3.14 \cdot 40} = 1178 \text{ об/мин}$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 83 [3, с.412]:

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

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

По табл. 9 [3, стр. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{785}{750}\right)^{0.75} = 1.03$$

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 10.5^{0.85} \cdot 0.09^{0.75} \cdot 2.6^1 \cdot 6}{40^{0.73} \cdot 1178^{-0.13}} \cdot 1.03 = 413.3 \text{ Н}$$

5. Крутящий момент:

$$M_{kp} = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} = \frac{413.3 \cdot 40}{2 \cdot 1000} = 8.3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{413.3 \cdot 148}{1020 \cdot 60} = 1.0 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1.0}{0.8} = 1.25 \text{ кВт}$$

1.10. Расчет основного времени

Основное время для токарных работ определяем по формуле [4, с. 610]:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

S – подача, мм/об или мм/мин.

n – частота вращения шпинделя, об/мин

Расчётная длина обработки [4, с. 610]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице 2 [4,с.620];

l_2 – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице 2 [4, с.620].

Основное время для сверлильных и расточных работ определяем по формуле [4, с. 611]:

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n}$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;

S – подача, мм/об или мм/мин.

n –частота вращения шпинделя, об/мин

Расчётная длина обработки [4, с. 611]:

Расчётная длина обработки [4, с. 613]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице 6-8 [4,с.622];

l_2 – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице 6-8 [4,с.622].

Основное время для отрезка заготовок сегментными пилами по формуле [4,с. 619]:

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

Где L – расчётная длина обработки, мм;

S – подача, мм/об или мм/мин.

n –частота вращения шпинделя, об/мин

Расчётная длина обработки [4, с. 611]:

Расчётная длина обработки [4, с. 619]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице 12 [4,с.625];

l_2 – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице 12 [4,с.625].

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

Операция 005 переход 1:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S_M} = \frac{(80 + 12 + 12) \cdot 1}{50} = 2.08 \text{мин}$$

Операция 010 переход 1:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(40 + 5 + 3) \cdot 1}{0.3 \cdot 688} = 0.23 \text{мин}$$

Операция 010 переход 2:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(14 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 755} = 0.23 \text{мин}$$

Операция 010 переход 3:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(14 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 902} = 0.19 \text{мин}$$

Операция 010 переход 4:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(14 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 978} = 0.17 \text{мин}$$

Операция 010 переход 5:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(14.5 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 1066} = 0.16 \text{мин}$$

Операция 010 переход 6:

$$T_0 = \frac{D - d}{2 \cdot S \cdot n} = \frac{80 - 54}{2 \cdot 0.1 \cdot 1246} = 0.10 \text{мин}$$

Операция 010 переход 7:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(13 + 3 + 0) \cdot 1}{0.15 \cdot 802} = 0.13 \text{мин}$$

Операция 010 переход 8:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2)}{S \cdot n} = \frac{(24 + 8)}{0.2 \cdot 511} = 0.31 \text{мин}$$

Операция 010 переход 9:

$$5T_0 = 5 \cdot \frac{(l + l_1 + l_2)}{S \cdot n} = \frac{(24 + 7)}{0.1 \cdot 462} = 0.67 \text{мин}$$

Операция 010 переход 10:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(4.4 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 1473} = 0.05 \text{мин}$$

Операция 010 переход 11:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(4.4 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 1377} = 0.05 \text{мин}$$

Операция 010 переход 12:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 1292} = 0.06 \text{мин}$$

Операция 010 переход 13:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(40 + 3 + 0) \cdot 1}{0.2 \cdot 167} = 1.29 \text{мин}$$

Операция 010 переход 14:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5.3 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 822} = 0.10 \text{мин}$$

Операция 010 переход 15:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5.3 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 815} = 0.10 \text{мин}$$

Операция 010 переход 16:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5.3 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 876} = 0.09 \text{мин}$$

Операция 010 переход 17:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5.3 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 930} = 0.09 \text{мин}$$

Операция 010 переход 18:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5.9 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 1051} = 0.08 \text{мин}$$

Операция 010 переход 19:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(15.3 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 1473} = 0.12 \text{мин}$$

Операция 010 переход 20:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(15.3 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 1496} = 0.12 \text{мин}$$

Операция 010 переход 21:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(15.9 + 3 + 0) \cdot 1}{0.1 \cdot 1432} = 0.13 \text{мин}$$

Операция 010 переход 22:

$$4T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2)}{S \cdot n} = \frac{(2.6 + 2.5)}{0.2 \cdot 1600} = 0.064 \text{мин}$$

Операция 010 переход 23:

$$2T_0 = 2 \cdot \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot n}{S \cdot n} = 2 \cdot \frac{(48 + 21) \cdot 1}{0.054 \cdot 1178} = 2.17 \text{мин}$$

Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{\text{шт.к.}} [1, \text{с101}]$

$$T_{\text{шт.к.}} = \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} + T_{\text{шт}}$$

Где $T_{\text{п.з.}}$ - Подготовительно заключительное время

n -количество деталей в настроечной партии, $n = 10000 \text{шт.}$;

В производстве определяется $T_{\text{шт.}}$:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_B + T_{\text{об}} + T_{\text{от}}$$

Где T_0 -основное время, мин;

T_B -вспомогательное время, мин;

$T_{\text{об}}$ -время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{\text{от}}$ -время перерывов на отдых и личные надобности, мин;

Вспомогательное время определяем по формуле [1, стр. 101];

$$T_B = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{из}}$$

Где $T_{у.с.}$ - время на установку и снятие детали, мин; – определены по таблице 5.1.[1, с.197];

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали, мин; – определены по таблице 5.7. [1, с.201];

$T_{уп.}$ - время на управление станком, мин; – определены по таблице 5.8. [1,с.202];

$T_{из}$ - время на измерение детали, мин; – определены по таблице 5.12. [1,с.207];

Оперативное время $T_{оп}$:

$$T_{оп} = T_0 + T_B$$

Время перерывов на отдых и личные надобности при нормировании работ

$$T_{от} = T_{оп} \Pi_{от}/100$$

Приведённые выше формулы для определения:

$$T_{шт} = T_0 + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из}) \cdot k + T_{от}$$

В серийном производстве для всех операций, кроме шлифовальных:

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) + T_0 + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из}) \cdot k + T_{об.от}$$

Операция 005:

$$T_0 = 2.08 \text{ мин}$$

$$T_B = (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из}) \cdot k = (0.08 + 0.024 + 0.07 + 0.05) \cdot 1.85 = 0.41 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = T_0 + T_B = 2.08 + 0.41 = 2.49 \text{ мин}$$

$$T_{от} = \frac{T_{оп} \Pi_{от}}{100} = \frac{2.49 \cdot 8}{100} = 0.2 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_0 + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из}) \cdot k + T_{от} = 2.08 + 0.41 \cdot 1.85 + 0.2 = 3.04 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) + T_0 + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из}) \cdot k + T_{об.от} = \frac{12}{10000} + 3.04 = 3.0412$$

Операция 010 токарная:

$$T_0 = 3.418 \text{мин}$$

$$T_B = (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k = (0.08 + 0.024 + 0.07 + 0.1) \cdot 1.85 = 0.51 \text{мни}$$

$$T_{оп} = T_0 + T_B = 4.47 + 0.51 = 4.98 \text{мин}$$

$$T_{от} = \frac{T_{оп} \Pi_{от}}{100} = \frac{4.98 \cdot 8}{100} = 0.398 \text{мин}$$

$$T_{п.з} = 14 \text{мин}$$

$$\begin{aligned} T_{шт} &= T_0 + (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k + T_{от} = 4.47 + 0.274 \cdot 1.85 + 0.398 \\ &= 5.37 \text{мин} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{шт.к} &= \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) + T_0 + (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k + T_{об.от} = \frac{14}{10000} + 5.37 \\ &= 5.3714 \text{мин} \end{aligned}$$

Операция 015 сверлильная:

$$T_0 = 0.064 \text{мин}$$

$$\begin{aligned} T_B &= (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k = (0.08 + 0.024 + 0.01 + 0.07) \cdot 1.85 \\ &= 0.34 \text{мни} \end{aligned}$$

$$T_{оп} = T_0 + T_B = 0.064 + 0.34 = 0.4044 \text{мин}$$

$$T_{от} = \frac{T_{оп} \Pi_{от}}{100} = \frac{0.4044 \cdot 8}{100} = 0.032 \text{мин}$$

$$T_{п.з} = 5 \text{мин}$$

$$\begin{aligned} T_{шт} &= T_0 + (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k + T_{от} = 0.064 + 0.184 \cdot 1.85 + 0.032 \\ &= 0.4364 \text{мин} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{шт.к} &= \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) + T_0 + (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k + T_{об.от} = \frac{5}{10000} + 0.4364 \\ &= 0.4369 \text{мин} \end{aligned}$$

Операция 020 фрезерная:

$$T_0 = 2.17 \text{мин}$$

$$T_B = (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k = (0.08 + 0.024 + 0.04 + 0.05) \cdot 1.85 \\ = 0.36 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = T_0 + T_B = 2.17 + 0.36 = 2.53 \text{ мин}$$

$$T_{от} = \frac{T_{оп} \cdot \Pi_{от}}{100} = \frac{2.53 \cdot 8}{100} = 0.2023 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 21 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_0 + (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k + T_{от} = 2.17 + 0.194 \cdot 1.85 + 0.2023 \\ = 2.731 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) + T_0 + (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k + T_{об.от} = \frac{21}{10000} + 2.731 \\ = 2.733 \text{ мин}$$

2. Конструкторская часть

2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Техническое задание

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для закрепления сверла при сверлении отверстия на Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-2000L.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали

	«Стакан».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Стакан» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические требования	Тип производства – среднесерийное. Программа выпуска - 10000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать вертикально-фрезерный станок STM-A. Входные данные о заготовке, поступающей на точную операцию: $R_a = 3,2$ мкм.
Документация , подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, принципиальная схема сборки специального приспособления.

2.2. Приспособление для закрепления фрезы

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 2.1).

2.3 Порядок настройки и работы при фрезеровании

Скорость резания при фрезеровании по формуле:

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

$C_v = 234$; $q = 0,44$; $x = 0,24$; $m = 0,37$; $y = 0,26$; $u = 0,1$; $p = 0,13$ определены по таблице 81 [3, стр. 407].

Коэффициент K_v :

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.96$$

По табл. 2 [3, стр. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, стр. 359]: $n_v = 0,9$;

По табл. 5 [3, стр. 361]: $K_{ПV} = 1,0$;

По табл. 6 [3, стр. 361]: $K_{ИV} = 1,0$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,96 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,96;$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y B^n Z^p} K_v = \frac{234 \cdot 40^{0.44}}{120^{0.37} \cdot 10.5^{0.24} \cdot 0.09^{0.26} \cdot 2.6^{0.1} \cdot 6^{0.13}} \cdot 0.96 = 148 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 148}{3.14 \cdot 40} = 1178 \text{ об/мин}$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 83 [3, с.412]:

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

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^n Z}{D^q n^w} K_{mp}$$

По табл. 9 [3, стр. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{785}{750} \right)^{0.75} = 1.03$$

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^n Z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 10.5^{0.85} \cdot 0.09^{0.75} \cdot 2.6^1 \cdot 6}{40^{0.73} \cdot 1178^{-0.13}} \cdot 1.03 = 413.3 \text{ Н}$$

5. Крутящий момент:

$$M_{kp} = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} = \frac{413.3 \cdot 40}{2 \cdot 1000} = 8.3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{413.3 \cdot 148}{1020 \cdot 60} = 1.0 \text{ кВт}$$

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студент:

Группа	ФИО
154A81	Чэ Цзяцзюнь

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	ОМШ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	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

22.02.2022

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор(ОСГН, ШБИП)	Гасанов М.А.	Д.э.н		22.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Чэ Цзяцзюнь		22.02.2022

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской работы. 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.

Целью НИР является технологического процесса изготовления детали «Стакан».

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(T15K6)

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 сплав имеет свои достоинства и недостатки. В таблице 3.1.1 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Таблица 3.1 - Карта сегментирования рынка по изготовлению детали «Стакан»

Размер компании	Предприятие	Виды работ	
		Разработка технологического процесса	Изготовление детали
	АО «Томский металл»	+	+
	ООО «Добурз»	+	-

	ООО«ПК«СТАЛЬТОМ»	-	-
--	------------------	---	---

Как видно из таблицы 3.1, наиболее перспективным является Предприятие АО «ТОМЗЭЛ», так как оно задействована во всех сегментах рынка.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения провели с помощью оценочной карты (табл 3.2), отбирая три конкурентных товара (товаром является идентичное не модернизированное «Стакан», изготавливаемое другими предприятиями г. Томска – АО «Томский металл» , ООО «Добурз» , ООО«ПК«СТАЛЬТОМ».

Таблица 3.2 – Сравнение конкурентных технических решений (исследовательских работ).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно-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.Повышение производительности труда пользователя	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Энергоэкономичность	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. Помехоустойчивость	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
7. Безопасность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
8,Простота эксплуатации	0	5	4	5	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена на расходы	0,12	4	4	5	0,48	0,48	0,6
2.Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
3. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
Итого	1	45	37	41	4,38	3,75	4,01

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot \text{Б}_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

Б_i – балл i -го показателя.

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 3,3:

Таблица 3.3 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
-----------------	----------------

С1. Низкая цена исходного сырья. С2. Высокое качество получаемой продукции С3. Широкая область применения. С4. Квалифицированный персонал С5. Актуальность проекта	Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований. Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования. Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности. Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности	Угрозы
В1. Увеличение степени надежности эксплуатации разработки технологического процесса изготовления «Стакан». В2. Появление потенциального спроса на новые разработки. В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	У1. Отсутствие спроса на разработку технологического процесса изготовления «Стакан» У2. Снижение стоимости разработок конкурентов. У3. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надёжность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 3,4–3,7:

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны».

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+		+	+	+
	B2	-	+	-	-	+
	B3	+	+	-	-	-

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны».

Слабые стороны проекта						
Возможности		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5

проекта	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	-	+	+
	B3	-	-	-	-	-

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны».

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	+	-	-	-
	У3	-	-	-	-	-

Таблица 3.7 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны».

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	+	+	-	-
	У2	-	-	-	+	+
	У3	-	-	-	-	-

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в работе (табл. 5).

Таблица 3.8 SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Низкая цена исходного сырья. С2. Высокое качество получаемой продукции С3. Широкая область применения. С4. Квалифицированный персонал С5. Актуальность проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований. Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования. Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности. Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности: В1. Увеличение степени надежности эксплуатации разработки технологического процесса изготовления «Стакан». В2. Появление потенциального спроса на новые	Направления развития: В1С1С2С3С4С5. использование разработки технологического процесса изготовления "Стакан", это снижение трудоёмкости изготовления детали путём разработки прогрессивного технологического процесса В2С2С5. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос,	Сдерживающие факторы: В2Сл2Сл4Сл5. Нехватка квалифицированных кадров препятствует экспорту продукции. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может

разработки. В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки. В3С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.	уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на разработку технологического процесса изготовления «Стакан» У2. Снижение стоимости разработок конкурентов. У3. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.	Угрозы развития: У1С4С5. При достаточном материальном финансировании, разработка технологического процесса изготовления "Стакан" должна найти применение в НИЦ, поскольку в научных исследованиях каждая мельчайшая деталь имеет важное значение. У2С2. Несмотря на снижение стоимости разработки конкурентов, наша продукция имеет более высокое качество, больше перспектив для развития.	Уязвимости: У1Сл2Сл3. Как видно из угроз, значительные материальные затраты на приобретение разработки технологического процесса изготовления "Стакан", а также необходимость производить замену устаревших или вышедших из строя комплектующих, может поставить под сомнение коммерческий успех проекта. У2Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.

Вывод SWOT-анализу: 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 предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 3.9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Инженер
	5	Календарное планирование работ	Инженер
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление технологического процесса изготовления детали «Стакан»	
	9	Анализ результатов	Инженер, Научный руководитель
Оценка результатов	10	Составление технологической документации	Научный руководитель

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 бюджета.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

Где:

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

t_{maxi} – 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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

Где:

T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

Где:

$T_{\text{кал}}$ – общее количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – общее количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – общее количество праздничных дней в году;

Расчеты временных показателей проведения научного исследования представляются в таблице 3.10:

Таблица 3.10 – Временные показатели проведения научного исследования.

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительно сть работ в рабочих днях T_{Pi}	Длительно сть работ в календарны х днях T_{ki}
	t_{min} , Чел- дни		t_{max} , Чел- дни		$t_{ожi}$, 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 темы проекта	1	1	2	1	1,4	1	1,4	2
2. Анализ актуальности темы	1	2	2	3	1,4	2	2	3

3. Поиск и изучение материала по теме	-	40	-	60	-	48	48	71
4. Выбор направления исследований	-	50	-	70	-	58	58	86
5. Календарное планирование работ	-	5	-	8	-	6,2	6,2	9
6. Изучение литературы по теме	30	60	40	80	34	68	68	75
7. Подбор нормативных документов	-	5	-	8	-	6,2	6,2	9
8. Составление технологического процесса изготовления детали «Стакан»	-	40	-	50	-	44	44	65
9. Анализ результатов	3	8	5	10	3,8	8,8	8,8	9
10. Составление технологической документации	-	20	-	40	-	28	28	41
Итого:	35	230	44	319	40,6	269,2	250,8	370

Примечание:

Исп.1 – научный руководитель; Исп.2 – инженер;

Таблица 3,11- Календарный план-график работы над проектом

 - Руководитель

 - Студент

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кп} , кал.дн	Продолжительность выполнения работ											
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь
				1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5												
2	Анализ актуальности темы	Студент	3												
		Руководитель	3												
3	Поиск и изучение материала по теме	Студент	26												
4	Выбор направления исследований	Студент	5												
5	Выбор направления исследований	Студент	5												
6	Изучение литературы по теме	Студент	15												
7	Подбор нормативных Документов	Студент	6												
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Стакан»	Студент	26												
9	Анализ результатов	Руководитель	8												
		Студент	8												
10	Анализ результатов	Студент	26												

3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расч i}, (6)$$

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

$N_{расч i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

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.

Таблица 3.12 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед.руб.	Затраты на материалы($З_m$),руб.
Бумага	лист	150	0,5	86,25
Картридж для принтера	штук	1	1120	1288
Интернет	М/бит (пакет)	1	350	402,5
Специальная сталь	кг	10000	130	1300000
пластик	кг	100	25	2500
Итого:				1776,75

3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных(экспериментальных) работ

Представим затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по нашей теме исследования. Определение стоимости спецоборудования производили по действующим прейскурантам.

Таблица 3.13 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования , тыс. руб.	Общая стоимость оборудования , тыс. руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
1	JET HBS-1516AF ленточнопильный станок автоматический	1	295000	295000
2	Горизонтальный токарно-револьверный станок с ЧПУ GLS-1500	1	4615876	4615876
Итого: 7349532				

3.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, (7)$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$)

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_p, \quad (8)$$

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

$Т_p$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d}, (9)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 3.14 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
-выходные дни	46	50
-праздничные дни	15	15
Потери рабочего времени		
-отпуск	54	26
-невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	250	274

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (10)$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$);

$k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{тс}$);

$k_{р}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, (11)$$

Где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 3.15 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Разряд	$k_{т}$	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб	$Z_{дн}$, руб	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	доцент		37120	0,3	0,2	1,3	72384	3011.2	16	48179
Студент			24300	0,3	0,2	1,3	51285	2088,6	120	250632
Итого:										298811

Таблица 3.13 - Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	$k_{доп}$	$Z_{осн}$	$Z_{доп}$	$Z_{п}$
Руководитель	15%	48179	7226.9	55405.9
Студент	15%	250632	37594.8	288226.8

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), (12)$$

Где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды

(пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.)

На 2022 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2022 году водится пониженная ставка – 30,2%.

Таблица 3.14 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная зарботная плата, руб.	Дополнительная зарботная плата, руб.
Руководитель	48179	7226.9
Студент	250632	37594.8
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30,2%	
	Итого:	103777

3.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} \quad (13)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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. 3.15

Таблица 3.15 - Расчет бюджета затрат НТИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Материальные затраты НИР	1776,75	1748	3093,5
2	Затраты на специальное оборудование	7349532	7359532	7369532
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	230578,1	230578,1	230578,1
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	265164,7	265164,7	265164,7
5	Отчисления во внебюджетные фонды	213096,8	213096,8	213096,8
6	Накладные расходы	1268340	1269936,2	1271751,5
7	Бюджет затрат НИР	9328488,4	9340055,8	9353216,6

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального

показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (14)$$

Где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги)

$$\Phi_{\text{Исп.1}} = 9328488,4 \text{ руб; } \Phi_{\text{Исп.2}} = 9340055,8 \text{ руб;}$$

$$\Phi_{\text{Исп.3}} = 9353216,6 \text{ руб}$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{\Phi_{\text{Исп.1}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{9328488,4}{9353216,6} = 0,9$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{\Phi_{\text{Исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{9340055,8}{9353216,6} = 0,96$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{\Phi_{\text{Исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{9353216,6}{9353216,6} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (15)$$

Где I_{pi} – интегральный показатель ресурс эффективности для i-го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i-го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Таблица 3.16 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	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

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 4;$$

$$I_{p-исп2} = 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,8;$$

$$I_{p-исп1} = 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,8.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурс эффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп1}}, I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}^{исп2}} \text{ и т. д. (16)}$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,2}{0,9} = 4,67, I_{исп.2} = \frac{3,8}{0,96} = 3,96, I_{исп.3} = \frac{3,8}{1} = 3,8$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.3.17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (17)$$

Таблица 3.17 - Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
----------	-------------------	--------------	--------------	--------------

п/п				
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,9	0,96	1
2	Интегральный показатель ресурс эффективности разработки	4,2	3,96	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	4,67	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).

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 250 рабочих дней, студенту 274 рабочий день;

4. Рассчитан бюджет НИР (9195470,3 руб.): основная заработная плата составила 298811 руб. с учетом районного коэффициента, отчисления во ВБФ – 80079,7 руб., накладные расходы – 1268340 руб., материальные затраты – 1776,75 руб., Затраты на специальное оборудование – 7349532 руб., Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы – 265164,7 руб.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студент:

Группа	ФИО
154A81	Чэ Цзяцзюнь

ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	ОМШ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

**Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления
детали «Стакан»**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность Анализ показателей шума и вибрации - установление соответствие показателей нормативному требованию; Анализ показателей микроклимата - показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности. Анализ освещенности рабочей зоны - типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности; - при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету. Анализ электробезопасности	Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указать ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений: - 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.

• 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. Анализ пожарной безопасности • присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности. • категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение. • Разработать схему эвакуации при пожаре.	При отклонении показателя предложить мероприятия.
2. Экологическая безопасность: • 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 окружающей среды.	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 разработки их утилизации.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: • 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: • специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; • организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Приведены: • 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	05.04.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор(ООД, ШБИП)	Сечин А.И.	Д.т.н.		05.04.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Чэ Цзяцзюнь		05.04.2022

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	Категория работы	Температура воздуха в помещении, °С	Относительная Влажность воздуха в помещении, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19-24	15-75	$\leq 0,1$
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 выше 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

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot \eta} \quad (4.1)$$

где E_H – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, 300 лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{\text{ср}} / E_{\text{min}}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1; N – число ламп в помещении; h – 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 g_c и потолка g_n

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} \quad (4.2)$$

Основное станочное помещение с размерами: длина $A=24$ м, ширина $B = 12$ м, высота $H = 4,5$ м.

Высота рабочей поверхности $h_{\text{рп}} = 0,8$ 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:

$$h = H - h_c - h_{\text{рп}} = 4,5 - 0,5 - 0,8 = 3,2 \text{ м} \quad (4.3)$$

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \times 3,2 = 4,5 \text{ м} \quad (4.4)$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$\frac{L}{3} = \frac{4,5}{3} = 1,5 \text{ м} \quad (4.5)$$

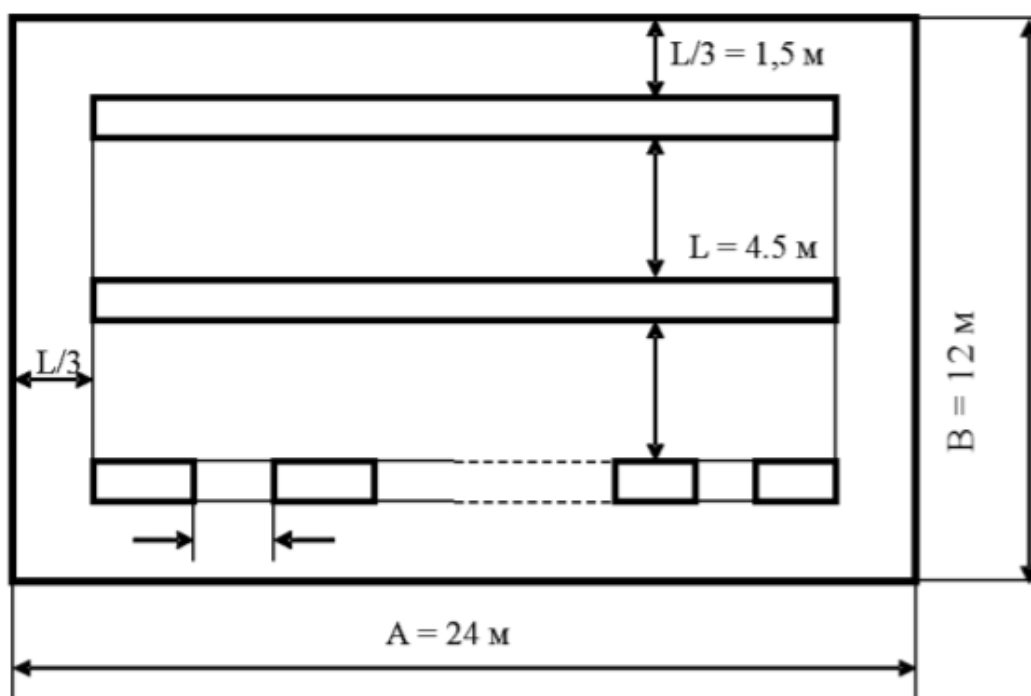
Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{\left(B - \frac{2}{3}L\right)}{L} + 1 = \frac{\left(12 - \frac{2}{3} \times 4,5\right)}{4,5} + 1 \approx 3 \quad (4.6)$$

Число светильников в ряду:

$$n_{\text{св}} = \frac{\left(A - \frac{2}{3}L\right)}{l_{\text{св}} + 0,5} + 1 = \frac{\left(24 - \frac{2}{3} \times 4,5\right)}{1,23 + 0,5} \approx 12 \quad (4.7)$$

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 $N = 72$.



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:

$$\rho_{\text{П}} = 50\% \quad \rho_{\text{П}} = 30\%$$

Индекс помещения $i = 2,5$ равен $\eta = 0,61$.

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 288 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{72 \cdot 0,61} = 3246$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 лм.

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% = \frac{2850 - 3094}{3094} \times 100\% \leq +20\% \quad (4.8)$$

Получаем: $-10\% \leq 8,78\% \leq +20\%$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 72 \cdot 40 = 2880 \text{ Вт.}$$

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 ($t = + 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$);
- 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: $U = 12-36В$, $I = 0,1 А$, $R_{\text{заз}} = 4 \text{ Ом}$.

4.2.6 Анализ пожарной безопасности

В цехе на заметных местах установлены специализированные щиты со следующим противопожарным инвентарем: Топоры; Багры; Ломы; Ведра.

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.

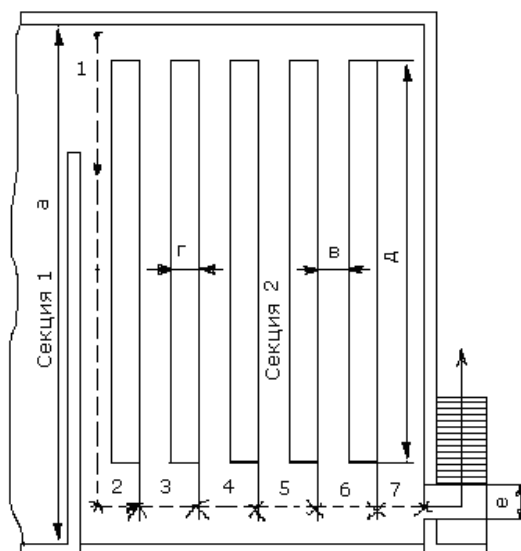
Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

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 «Стакан», 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 «Стакан».

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. советгК.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

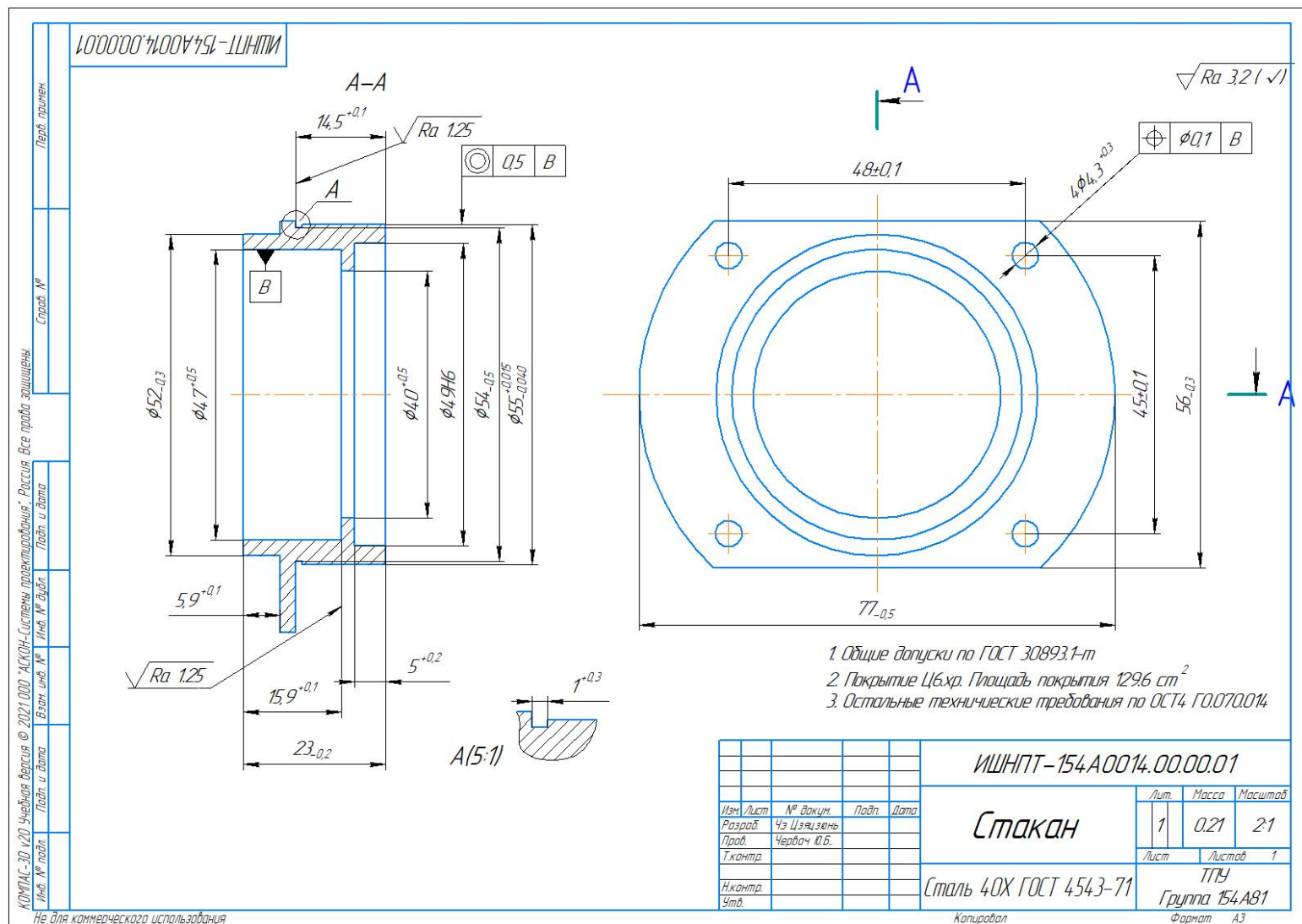


Рис. А1. Чертёж детали

Приложение Б

Чертёж приспособления

Приложение В

Спецификация

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист

Разраб. Чз Цзяцзюнь

Пров. Червач Ю.Б.

Н.контр.

Утв.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A2		1	ИШНПТ.154А811008.00.00.04 СБ	Приспособление		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		2	ИШНПТ.154А811008.00.00.001	Подшипник качения	4	
		3	ИШНПТ.154А811008.00.00.002	Шестерня коническая	2	
				<u>Детали</u>		
		4	ИШНПТ.154А811008.00.00.003	Вал	1	
		5	ИШНПТ.154А811008.00.00.004	Втулка	1	
		6	ИШНПТ.154А811008.00.00.005	Зажимная гайка цанги	1	
		7	ИШНПТ.154А811008.00.00.006	Гайка прижимная подшипника	1	
		2	ИШНПТ.154А811008.00.00.007	Крышка вала	1	
		9	ИШНПТ.154А811008.00.00.008	Крышка шпинделя	1	
		10	ИШНПТ.154А811008.00.00.009	Корпус	1	
		11	ИШНПТ.154А811008.00.00.010	Шпиндель	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		12		Фреза концевая ГОСТ 17025-71	1	
		13		Винт М6х15 ГОСТ 14 91-80	1	
		14		Винт М9х40 ГОСТ 14 91-80	1	
ИШНПТ-154А0014.00.00.03.СП Приспособление для закрепления фрезерной головки Лит.ЛистЛистов 112 ТПУ Группа 154А81						

Не для коммерческого использования
Копировал
Формат А4

Приложение Г

Карта технологического процесса

ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса										ИШНПТ-154.0014.00.00.04 Карта технологического процесса									
ИШНПТ																			

141

bioRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.07.27.201609>; this version posted July 27, 2020. The copyright holder for this preprint (which was not certified by peer review) is the author/funder, who has granted bioRxiv a license to display the preprint in perpetuity. It is made available under aCC-BY-NC-ND 4.0 International license.

bioRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2017.04.27.141624>; this version posted May 1, 2017. The copyright holder for this preprint (which was not certified by peer review) is the author/funder, who has granted bioRxiv a license to display the preprint in perpetuity. It is made available under aCC-BY-NC-ND 4.0 International license.

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭСКИЗ	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Начальное одобрение	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в надрезах, мм	Диаметр в надрезах, мм	Глубина надреза, мм	Режимы обработки			Нормы времени					ИДНПТ-654A0014.00.00.04	
операции	Установки	перехода					8	9						Подготовка			19	20	21	22	Тот. к		
														15	16	17							
																							15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
020	-	001	Презеровать поверхность 1, выключив размер ф77 _{h7/k6} 56 _{h7/k6}	Б-Б √ R1.32	Горизонтальный токарно- револьверный станок с ЧПУ GLS1600	Станочные тиски	концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 17025-71), Т5К6	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89			56	69	10,5	0,54		180	150	2,17	0,36	21	2,131	2,133	

Рис. Г1. Карта технологического процесса

Приложение Д

Карта технологического процесса

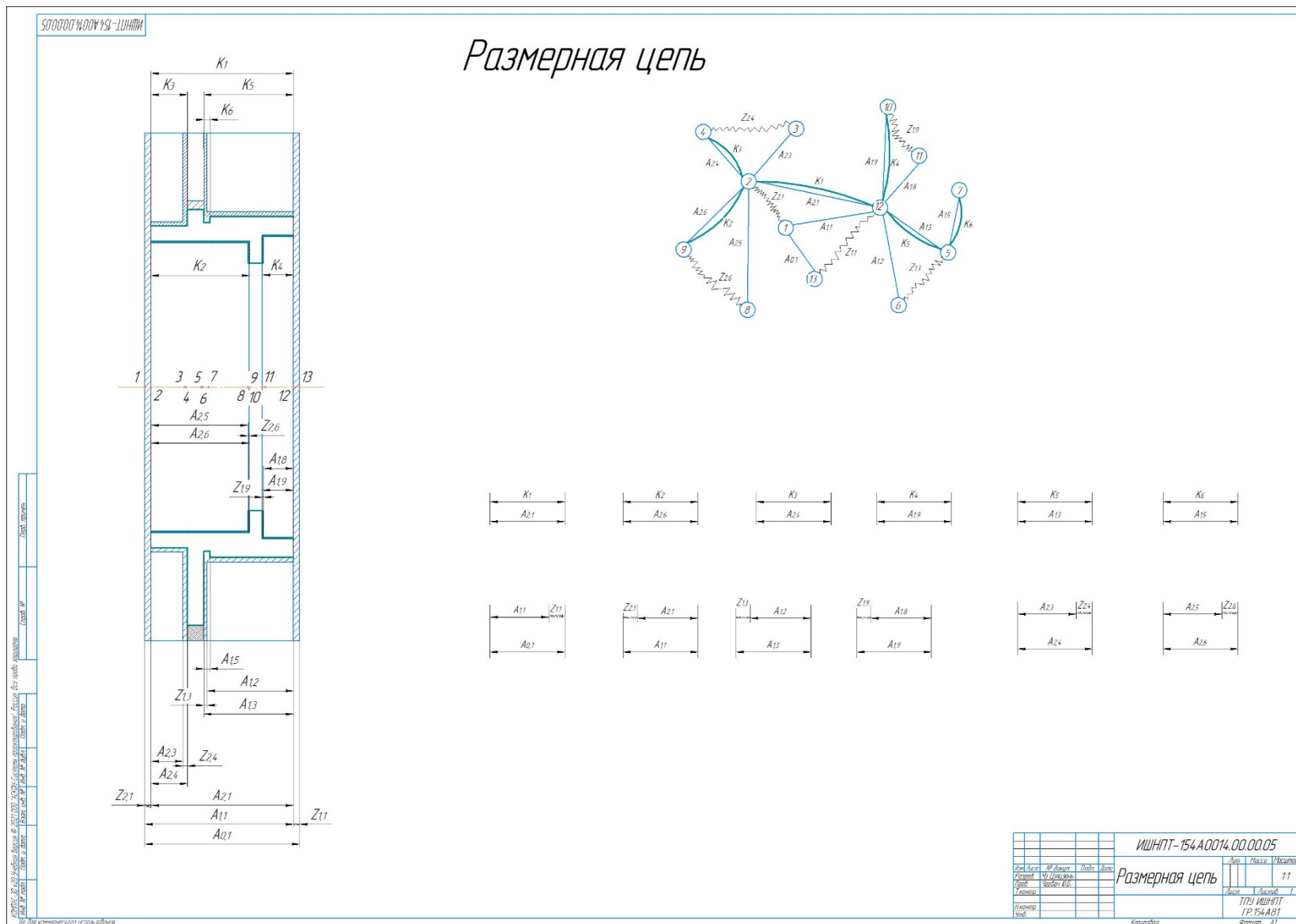


Рис.Д1. Размерная цепь