

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Стакан»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	У Цзяньсин		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Червач Юрий Борисович	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД ОБД	Сечин Александр Иванович	д.т.н., профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2021 г.

Результаты обучения
по направлению
15.03.01 Машиностроение
по специализации «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»

Код	Результат обучения
Общие по направлению подготовки (специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или

	реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Специализация «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

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

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность): 15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение школы (НОЦ): отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

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

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	У Цзяньсин

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Стакан»
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертёж детали «Стакан», годовая программа выпуска
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ чертежа и технологичности детали, разработка маршрута обработки, определение типа производства, составление операционных эскизов и содержание всех технологических переходов, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания для каждого перехода и штучно-калькуляционного времени на каждую операцию, конструирование специального приспособления для одной операции. Разработка вопросов финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения, социальной

	ответственности
Перечень графического материала	Чертежи детали и заготовки формата А2, карты технологического процесса изготовления детали формата А1, плакат размерного анализа формата А1 или А2, чертёж приспособления формата А1 или А2

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Червач Юрий Борисович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Былкова Татьяна Васильевна
Социальная ответственность	Сечин Александр Иванович
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Реферат	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Червач Ю.Б.	к.т.н., доцент		16.12.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	У Цзяньсин		16.12.2020

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 131 страниц пояснительной записки и 15 страниц приложения, 30 таблиц, 26 рисунка, 10 источников, 5 листов графического материала формата А1, 1 лист графического материала формата А2, 1 листа графического материала формата А3 и 1 листа графического материала формата А4.

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

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

Актуальность работы определяется необходимостью иметь технологический процесс изготовления конкретной детали «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 соответствие с её материалом и серийностью производства, выполнен чертёж заготовки, разработан маршрут обработки детали с представлением операционных эскизов и описанием переходов по каждой операции, рассчитаны припуски на обработку и технологические размеры, выполнен

размерный анализ техпроцесса с уточнением технологических размеров, рассчитаны режимы резания для каждого технологического перехода и требуемая мощность оборудования для каждой операции, назначена модель станка, рассчитано время выполнения каждой операции.

В конструкторской части работы выполнен спроектировано механизированное приспособление.

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

THE ABSTRACT

The final qualifying work (Diploma Thesis) contains 131 pages of explanatory notes and 15 pages of appendix, 30 tables, 26 figures, 10 references, 5 sheets of graphic material in A1 format, 1 sheet of graphic material in A2 format, 1 sheets of graphic material in A3 format and 1 sheets of graphic material in A4 format.

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

The relevance of the work is determined by the need to have a technological process for the manufacture of a specific part "Glass" in production using a device designed in the work.

The object of the research is the technology of manufacturing the "Glass" part.

Goals and objectives of the study: creation of an effective route for the technological process of manufacturing the "Glass" part.

The work outlines the rationale for the implementation of the research and development work, the analysis of the drawing of the part and its manufacturability is carried out, the type of production is determined, the principle of selecting the workpiece in accordance with its material and serial production is described, a drawing of the workpiece is made, a route for processing the part has been developed with the presentation of operational sketches and a description of the transitions for each operation. , allowances for processing and technological dimensions were calculated, a dimensional analysis of the technological process was carried out with the specification of technological dimensions, the cutting conditions for each technological transition and the required equipment power for each operation were calculated, the machine

model was assigned, and the execution time of each operation was calculated.

In the design part of the work, a mechanized device was designed.

The work also carried out an economic analysis of the assessment of the business attractiveness of the presented development, considered the issues of organizing a workplace at a mechanical site.

Оглавление

Введение.....	13
1. Технологическая часть	14
1.1. Исходные данные	16
1.2. Анализ технологичности конструкции детали	17
1.3. Определение типа производства.....	17
1.4. Выбор исходной заготовки.....	23
1.5. Разработка технологического маршрута изготовления детали «Стакан»	24
1.6. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	31
1.7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров	33
1.8. Выбор средств технологического оснащения	42
1.9. Расчет режимов резания	48
1.10. Расчет основного времени.....	80
2. Конструкторская часть.....	89
2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления	89
2.2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления	90
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	92
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и	10

ресурсосбережения	93
3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	93
3.1.2. Анализ конкурентных технических решений	94
3.1.3. SWOT-анализ	95
3.2. Планирование научно-исследовательских работ	99
3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	99
3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	100
3.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	101
3.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	104
3.3.1. Расчет материальных затрат НТИ	104
3.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных(экспериментальных) работ	105
3.3.3. Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	106
3.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ..	109
3.3.5. Накладные расходы.....	109
3.3.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	110
3.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	110
Выводы по разделу	113
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	115
Введение.....	117

4.1. Производственная безопасность.....	117
4.2. Производственная безопасность.....	118
4.2.1. Анализ условий труда на рабочем месте	118
4.2.2. Анализ показателей микроклимата	119
4.2.3. Анализ показателей шума	120
4.2.4. Анализ освещенности рабочей зоны.....	121
4.2.5. Анализ электробезопасности	124
4.2.6. Анализ пожарной безопасности	125
4.3. Экологическая безопасность.....	127
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	128
Заключение по разделу	129
Заключение.....	130
Список литературы	131
Приложение А	133
Приложение Б	135
Приложение В.....	137
Приложение Г	139

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, требуемой 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 усилие закрепления заготовки, спроектировать приспособление.

1.1. Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, представленного на рис. 1. Годовая программа выпуска 10000 штук.

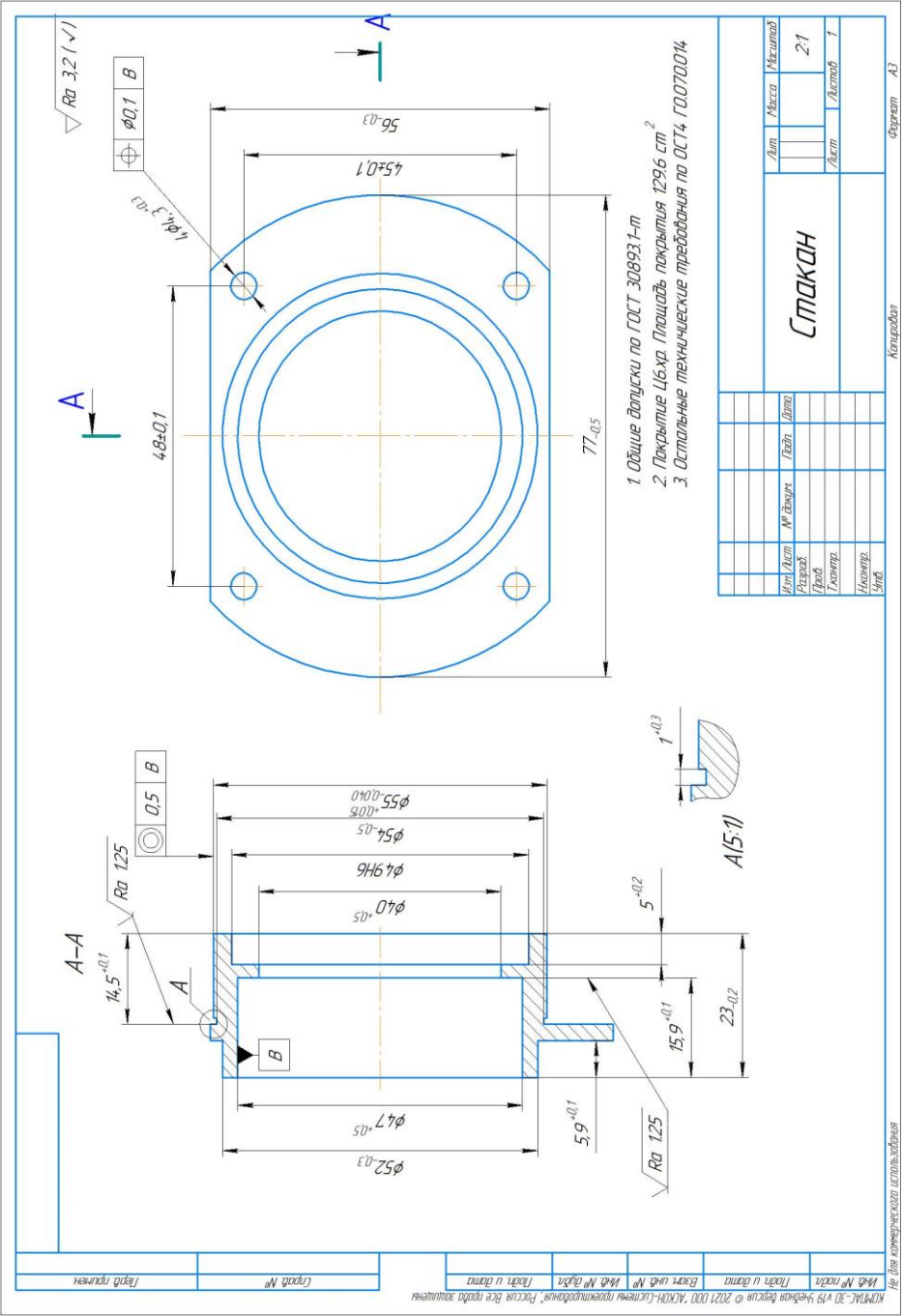


Рис. 1. Чертеж детали

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

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 типа 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;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле [2]:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_r}{N_r} \quad (2)$$

Где F_r – годовой фонд времени работы оборудования, мин;

N_r – годовая программа выпуска деталей.

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

Тогда:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{10000} = 24,17 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к}i}}{n} \quad (3)$$

где $T_{\text{ш.к}i}$ – 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]:

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

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;

$$T_{ш.к2,1} = 0,052 \times (D^2 - d^2) = 0,052 \times (80^2 - 0) \times 10^{-3} \text{мин} = 0,33 \text{мин}$$

переход 2: обточить поверхность;

$$T_{ш.к2.2} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 71 \times 13,9 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,098 \text{мин}$$

переход 3: обточить поверхность;

$$T_{ш.к2.3} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 66 \times 13,9 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,092 \text{мин}$$

переход 4: обточить поверхность;

$$T_{ш.к2.4} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 61 \times 13,9 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,085 \text{мин}$$

переход 5: обточить поверхность;

$$T_{ш.к2.5} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 55 \times 13,9 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,076 \text{мин}$$

переход 6: точить канавку;

$$T_{ш.к2.6} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 5 \times 1 \times 10^{-3} \text{мин} = 5 \times 10^{-4} \text{мин}$$

переход 7: центровать торец;

$$T_{ш.к2.7} = 0,52 \times d \times l = 0,52 \times 6,3 \times 12,7 \times 10^{-3} = 0,042 \text{мин}$$

переход 8: сверлить отверстие;

$$T_{ш.к2.8} = 0,52 \times d \times l = 0,52 \times 20 \times 24 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,25 \text{мин}$$

переход 9: рассверлить отверстие;

$$T_{ш.к2.9} = 0,31 \times d \times l = 0,31 \times 40 \times 24 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,298 \text{мин}$$

переход 10: расточить отверстие;

$$T_{ш.к2.10} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 43 \times 4,4 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,034 \text{мин}$$

переход 11: расточить отверстие;

$$T_{ш.к2.11} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 46 \times 4,4 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,036 \text{мин}$$

переход 12: расточить отверстие;

$$T_{ш.к2.12} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 49 \times 5 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,0441 \text{мин}$$

переход 13: подрезать торец;

$$T_{ш.к2.13} = 0,052 \times (D^2 - d^2) = 0,052 \times (77^2 - 40^2) \times 10^{-3} \text{мин} = 0,225 \text{мин}$$

переход 14: обточить поверхность;

$$T_{ш.к2.14} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 72 \times 5,3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,038 \text{мин}$$

переход 15: обточить поверхность;

$$T_{ш.к2.15} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 67 \times 5,3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,0355 \text{мин}$$

переход 16: обточить поверхность;

$$T_{ш.к2.16} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 62 \times 5,3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,0329 \text{мин}$$

переход 17: обточить поверхность;

$$T_{ш.к2.17} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 57 \times 5,3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,0302 \text{мин}$$

переход 18: обточить поверхность;

$$T_{ш.к2.18} = 0,1 \times d \times l = 0,1 \times 52 \times 5,9 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,0307 \text{мин}$$

переход 19: расточить отверстие;

$$T_{ш.к2.19} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 42 \times 15,3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,1157 \text{мин}$$

переход 20: расточить отверстие;

$$T_{ш.к2.20} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 44 \times 15,3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,12 \text{мин}$$

переход 21: расточить отверстие;

$$T_{ш.к2.21} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 46 \times 15,3 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,1267 \text{мин}$$

переход 22: расточить отверстие;

$$T_{ш.к2.22} = 0,18 \times d \times l = 0,18 \times 47 \times 15,9 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,1345 \text{мин}$$

Для второй операции(токарная с ЧПУ) $\phi_{к2} = 1,98$.

$$T_{ш.к2} = \sum_{i=1}^{22} T_{ш.к2.i} = 2,237(\text{мин})$$

$$T_{ш-к2} = \phi_{к2} \times T_{ш.к2} = 1,98 \times 2,237 \text{мин} = 4,43 \text{мин}$$

3.Сверлильная операция с ЧПУ:

переход 1: сверлить 4 отверстия;

$$T_{ш.к3,1} = 4 \times 0,52 \times d \times l = 4 \times 0,52 \times 4,3 \times 2,6 \times 10^{-3} \text{мин} = 0,0233 \text{мин}$$

Для третьей операции(сверлильная с ЧПУ) $\phi_{к3} = 1,72$.

$$T_{ш.к3} = T_{ш.к3,1}$$

$$T_{ш-к3} = \phi_{к3} \times T_{ш.к3} = 1,72 \times 0,0233 \text{мин} = 0,04 \text{мин}$$

4.Фрезерная операция с ЧПУ:

переход 1:фрезеровать 2 поверхности;

$$T_{ш.к4,1} = 2 \times 6 \times l = 2 \times 6 \times \times 10^{-3} \text{мин} = 0,6342 \text{мин}$$

Для четвертой операции(Фрезерная с ЧПУ) $\phi_{к4} = 1,84$.

$$T_{ш.к4} = T_{ш.к4,1}$$

$$T_{ш-к4} = \phi_{к4} \times T_{ш.к4} = 1,84 \times 0,6342 \text{мин} = 1,17 \text{мин}$$

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

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_{ш.к i}}{n} = \frac{1,71 + 4,43 + 0,04 + 1,17}{4} = 1,84 \text{мин}$$

Тип производства определяем по формуле:

$$K_{3.0.} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{24,17}{2,06} = 13,14$$

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

1.4. Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (Сталь 40 ГОСТ 1050-88), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства (среднесерийное), выбираем в качестве исходной заготовки – прокат стальной, горячекатаный, круглый (Круг 80-В ГОСТ 2590-2006).



Рис.2 Заготовка

Таблица 1.4.1 Химический состав в % материала стали 40

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,37 - 0,45	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,3	до 0,08

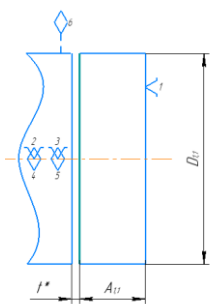
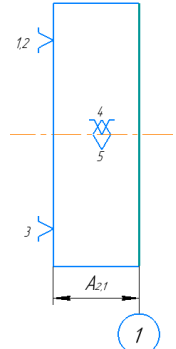
1.5.Разработка технологического маршрута изготовления детали

«Стакан»

Маршрут технологии изготовления детали «стакан» представлен в таблице

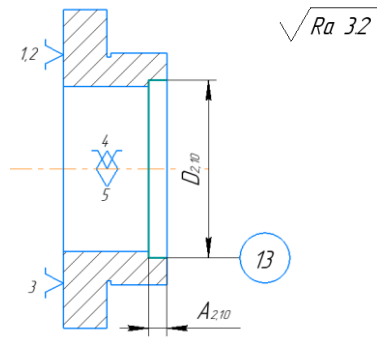
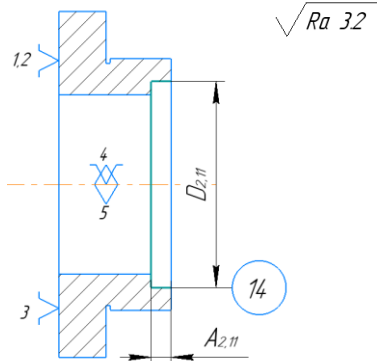
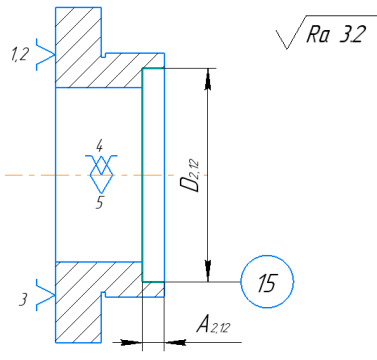
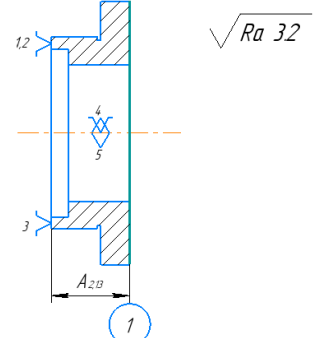
1.5.1.

Таблица 1.5.1 – Маршрутная карта обработки детали

Номер			Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
Операции	Установи	Перехода		
1	2	3	4	5
1		1	Заготовительная Отрезать заготовку, выдерживая размер $A_{1.1}$	
2	A	1	Токарная Подрезать торец 1, выдерживая размер $A_{2.1}$	

		2	Обточить поверхности 2, 3 выдерживая размеры $D_{2.2}$, $A_{2.2}$	
		3	Обточить поверхности 4, 5 выдерживая размеры $D_{2.3}$, $A_{2.3}$	
		4	Обточить поверхности 6, 7 выдерживая размеры $D_{2.4}$, $A_{2.4}$	
		5	Обточить поверхности 8, 9 выдерживая размеры $D_{2.5}$, $A_{2.5}$	

		6	Точить канавку 10, выдерживая размеры $D_{2.6}$, $A_{2.6.1}$, $A_{2.6.2}$	Technical drawing of a part showing a groove (10) with dimensions $D_{2.6}$, $D_{2.6.1}$, $D_{2.6.2}$, $A_{2.6.1}$, $A_{2.6.2}$, $A_{2.6.1}$, and surface roughness $Ra 1.25$.
		7	Центровать торец, выдерживая размеры $A_{2.7.1}$, $A_{2.7.2}$, $D_{2.7.1}^*$, $D_{2.7.2}$, $\alpha_{2.7}$	Technical drawing of a part showing a centered end face with dimensions $A_{2.7.1}$, $A_{2.7.2}$, $D_{2.7.1}^*$, $D_{2.7.2}$, and angle $\alpha_{2.7}$.
		8	Сверлить отверстие 11 выдерживая размер $D_{2.8}$	Technical drawing of a part showing a hole (11) with dimension $D_{2.8}$ and surface roughness $Ra 32$.
		9	Рассверлить отверстие 12 выдерживая размер $D_{2.9}$	Technical drawing of a part showing a hole (12) with dimension $D_{2.9}$ and surface roughness $Ra 32$.

		10	Расточить отверстие 13 выдерживая размеры $A_{2.10}$, $D_{2.10}$	
		11	Расточить отверстие 14 выдерживая размеры $A_{2.11}$, $D_{2.11}$	
		12	Расточить отверстие 15 выдерживая размеры $A_{2.12}$, $D_{2.12}$	
	Б	13	Токарная Подрезать торец 1 выдерживая размер $A_{2.13}$	

		14	Обточить поверхности 2,3 выдерживая размеры $D_{2.14}$, $A_{2.14}$	
		15	Обточить поверхности 4,5 выдерживая размеры $D_{2.15}$, $A_{2.15}$,	
		16	Обточить поверхности 6,7 выдерживая размеры $D_{2.16}$, $A_{2.16}$,	
		17	Обточить поверхности 8,9 выдерживая размеры $D_{2.17}$, $A_{2.17}$	

		18	Обточить поверхности 10,11 выдерживая размеры $D_{2.18}$, $A_{2.18}$	Technical drawing of a part with dimensions $D_{2.18}$ and $A_{2.18}$. Surface 10 is the top surface and surface 11 is the bottom surface. A surface texture symbol is shown with the value $\sqrt{Ra\ 32}$.
		19	Обточить поверхности 12 выдерживая размеры $D_{2.19}$	Technical drawing of a part with dimension $D_{2.19}$. Surface 12 is the top surface. A surface texture symbol is shown with the value $\sqrt{Ra\ 32}$.
		20	Расточить отверстие 13 выдерживая размеры $A_{2.20}$, $D_{2.20}$	Technical drawing of a part with dimensions $D_{2.20}$ and $A_{2.20}$. Hole 13 is the central hole. A surface texture symbol is shown with the value $\sqrt{Ra\ 32}$.
		21	Расточить отверстие 14 выдерживая размеры $A_{2.21}$, $D_{2.21}$	Technical drawing of a part with dimensions $D_{2.21}$ and $A_{2.21}$. Hole 14 is the central hole. A surface texture symbol is shown with the value $\sqrt{Ra\ 32}$.

		22	Расточить отверстие 15 выдерживая размеры $A_{2.22}$, $D_{2.22}$	
		23	Расточить отверстие 16 выдерживая размеры $A_{2.23}$, $D_{2.23}$	
3		1	Сверлильная Установить и снять де- таль Сверлить 4 сквозные от- верстие $D_{3.1}$, выдерживая размеры $A_{3.1.1}$, $A_{3.1.2}$,	
4		1	Вертикально-Фрезер- ная Установить и снять де- таль Фрезеровать поверхность 1,2 выдерживая размер $A_{4.1}$	

1.6. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

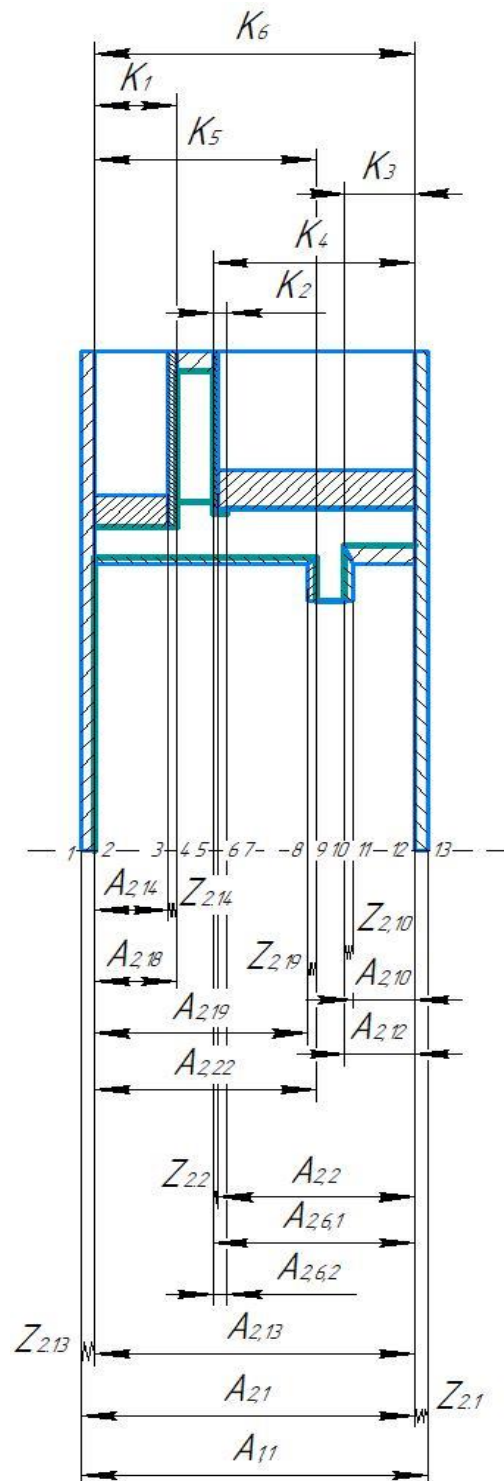


Рисунок 1.6.1- Размерная цепь

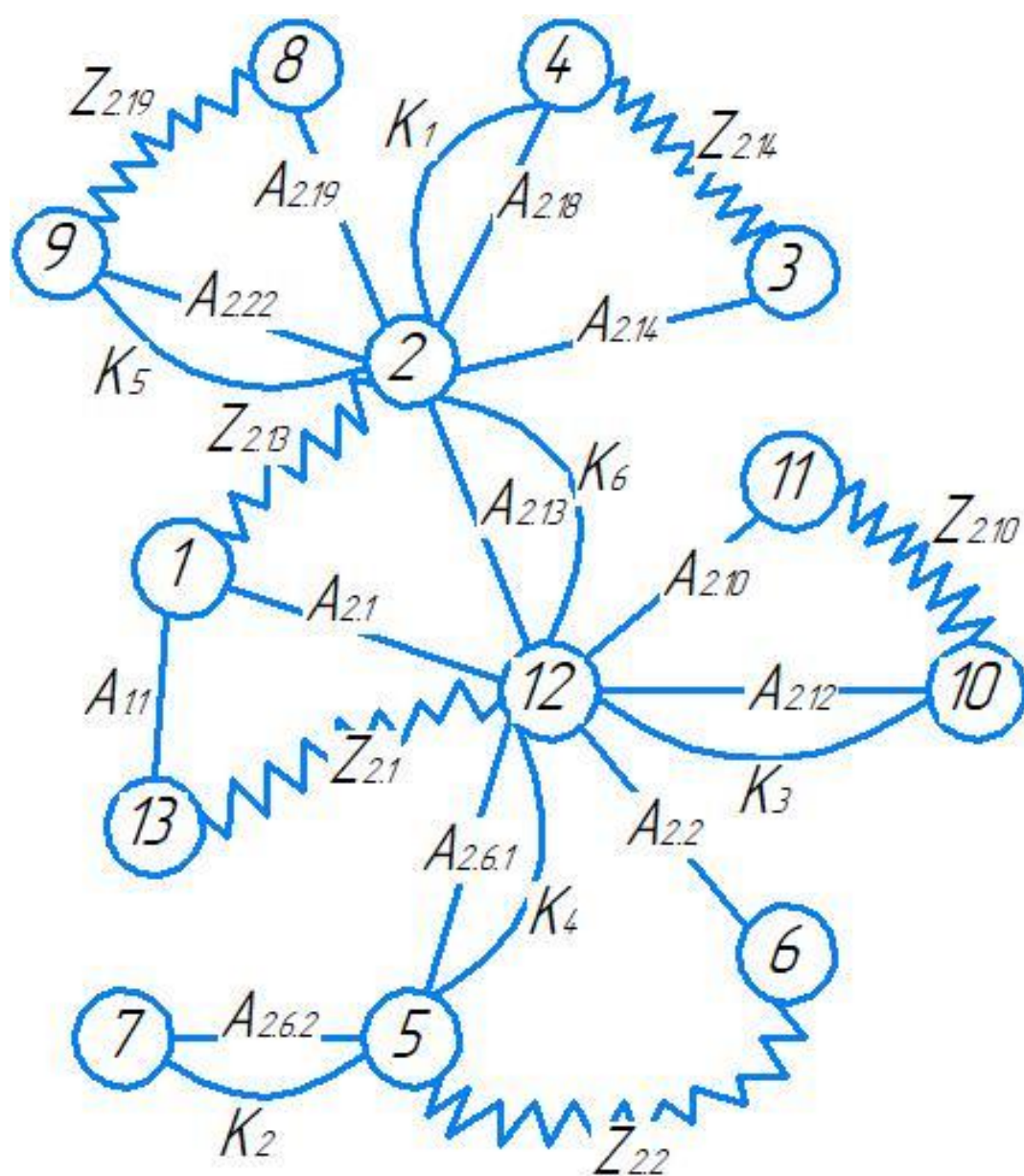


Рисунок 1.6.2 - Граф технологических размерных цепей

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

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры:

Размер $K_1 = 5,9^{+0,1}_0$. Допуск $TK_1 = 0,1\text{мм}$

Размер $K_2 = 1^{+0,3}_0$. Допуск $TK_2 = 0,3\text{мм}$

Размер $K_3 = 5^{+0,2}_0$. Допуск $TK_3 = 0,2\text{мм}$

Размер $K_4 = 14,5^{+0,1}_0$. Допуск $TK_4 = 0,1\text{мм}$

Размер $K_5 = 15,9^{+0,1}_0$. Допуск $TK_5 = 0,1\text{мм}$

Размер $K_6 = 23^0_{-0,2}$. Допуск $TK_6 = 0,2\text{мм}$

Размер $K_{D1} = \phi 52^0_{-0,3}$. Допуск $TK_{D1} = 0,3\text{мм}$

Размер $K_{D2} = \phi 47^{+0,5}_0$. Допуск $TK_{D2} = 0,5\text{мм}$

Размер $K_{D3} = \phi 40^{+0,5}_0$. Допуск $TK_{D3} = 0,5\text{мм}$

Размер $K_{D4} = \phi 49H6$. Допуск $TK_{D4} = 0,016\text{мм}$

Размер $K_{D5} = \phi 54^0_{-0,5}$. Допуск $TK_{D5} = 0,5\text{мм}$

Размер $K_{D6} = \phi 55^{+0,015}_{-0,040}$. Допуск $TK_{D6} = 0,025\text{мм}$

Размер $K_{D7} = \phi 77^0_{-0,5}$. Допуск $TK_{D7} = 0$

Допуски на технологические размеры

Определение допусков на осевые технологические размеры

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

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

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

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

ε_{bi} - погрешность базирования, мм.

Допуски на заготовочные размеры после резки на ленточных назначаем:

$$TA_{1.1} = 1,0\text{мм};$$

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{2.1} = \omega_c + \rho_{2,1} = 0,08 + 0,2 = 0,28\text{мм}$$

$$TA_{2.2} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

$$TA_{2.6.1} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

$$TA_{2.6.2} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

$$TA_{2.10} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

$$TA_{2.12} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

$$TA_{2.13} = \omega_c + \rho_{2,13} = 0,08 + 0,09 = 0,17\text{мм}$$

$$TA_{2.14} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

$$TA_{2.18} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

$$TA_{2.19} = \omega_c = 0,4\text{мм}$$

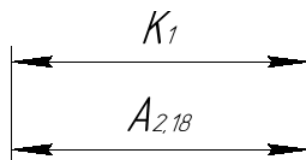
$$TA_{2.22} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

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

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i \quad (7)$$

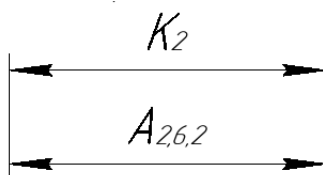
Рассмотрим размерную цепь для размера K_1



$$TK_1 = 0,1\text{мм}; TA_{2.18} = 0,04\text{мм}$$

Размер K_1 выдерживается.

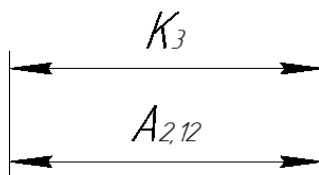
Рассмотрим размерную цепь для размера K_2



$$TK_2 = 0,3\text{мм}; TA_{2,6,2} = 0,08\text{мм}$$

Размер K_2 выдерживается.

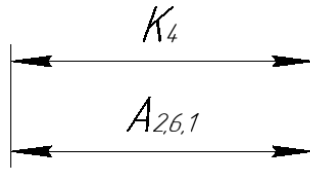
Рассмотрим размерную цепь для размера K_3



$$TK_3 = 0,2\text{мм}; TA_{2,12} = 0,08\text{мм}$$

Размер K_3 выдерживается.

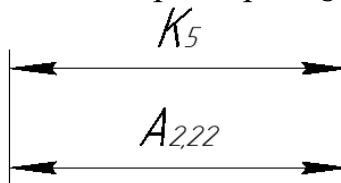
Рассмотрим размерную цепь для размера K_4



$$TK_4 = 0,1\text{мм}; TA_{2,6,1} = 0,08\text{мм}$$

Размер K_4 выдерживается.

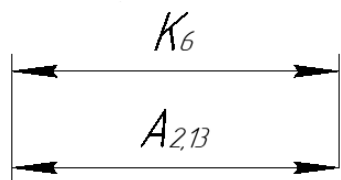
Рассмотрим размерную цепь для размера K_5



$$TK_5 = 0,2\text{мм}; TA_{2,22} = 0,08\text{мм}$$

Размер K_5 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_6



$$TK_6 = 0,2\text{мм}; TA_{2,13} = 0,17\text{мм}$$

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]

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (8)$$

$$Z_{2,1 \min} = 40 + 50 + 20 + 30 = 140 \text{ мкм}$$

$$Z_{2,2 \min} = 20 + 25 + 20 + 30 = 95 \text{ мкм}$$

$$Z_{2,10 \min} = 40 + 50 + 11 + 17 = 118 \text{ мкм}$$

$$Z_{2,13 \min} = 40 + 50 + 20 + 30 = 140 \text{ мкм}$$

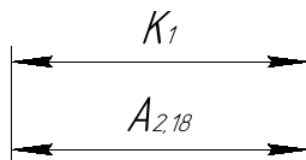
$$Z_{2,14 \min} = 40 + 50 + 11 + 17 = 118 \text{ мкм}$$

$$Z_{2,19 \min} = 20 + 25 + 20 + 30 = 95 \text{ мкм}$$

Расчёт технологических размеров

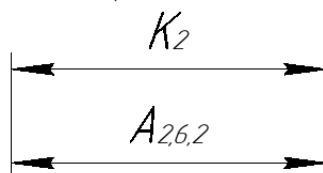
Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,18}$



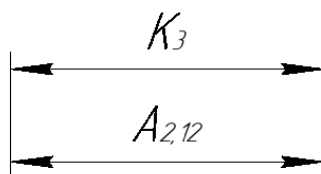
$$A_{2,18}^c = K_1^c = 5,95 \text{ мм}; \quad A_{2,18} = 5,9^{+0,1}$$

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



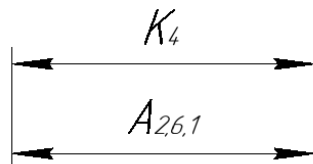
$$A_{2,6,2}^c = K_2^c = 1,15 \text{ мм}; \quad A_{2,6,2} = 1^{+0,3}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,12}$



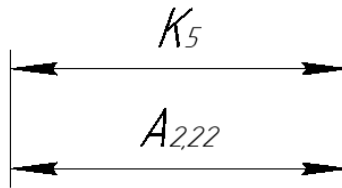
$$A_{2,12}^c = K_3^c = 5,1 \text{ мм}; \quad A_{2,12} = 5^{+0,2}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,6,1}$



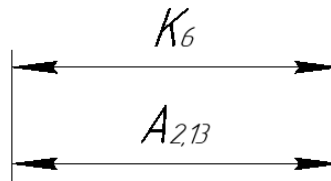
$$A_{2,6,1}^c = K_4^c = 14,55 \text{ мм}; \quad A_{2,6,1} = 14,5^{+0,1}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,22}$



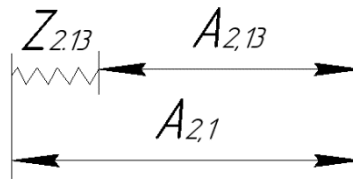
$$A_{2,22}^c = K_5^c = 15,95 \text{ мм}; \quad A_{2,22} = 15,9^{+0,1}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,13}$



$$A_{2,13}^c = K_6^c = 22,9 \text{ мм}; \quad A_{2,22} = 23_{-0,2}$$

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

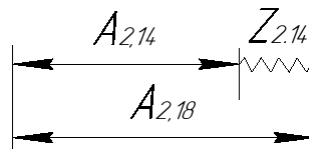


$$Z_{2,13}^c = Z_{2,13 \min} + \frac{TA_{2,13} + TA_{2,1}}{2} = 0,14 + \frac{0,17 + 0,28}{2} = 0,365 \text{ мм};$$

$$A_{2,1}^c = A_{2,13}^c + Z_{2,13}^c = 22,9 + 0,365 = 23,265 \text{ мм}$$

$$A_{2,1} = 23,27 \pm 0,14 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,14}$

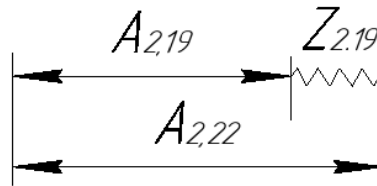


$$Z_{2,14}^c = Z_{2,14 \min} + \frac{TA_{2,14} + TA_{2,18}}{2} = 0,118 + \frac{0,3 + 0,1}{2} = 0,318 \text{ мм};$$

$$A_{2,14}^c = A_{2,18}^c - Z_{2,14}^c = 5,95 - 0,318 = 5,632 \text{ мм}$$

$$A_{2,14} = 5,63 \pm 0,05 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,14}$

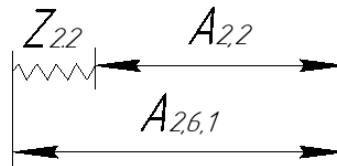


$$Z_{2,19}^c = Z_{2,19 \min} + \frac{TA_{2,19} + TA_{2,22}}{2} = 0,095 + \frac{0,4 + 0,1}{2} = 0,345 \text{ мм};$$

$$A_{2,19}^c = A_{2,22}^c - Z_{2,19}^c = 15,95 - 0,345 = 15,605 \text{ мм}$$

$$A_{2,19} = 15,6 \pm 0,05 \text{ мм}$$

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

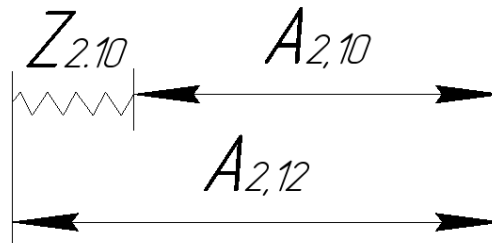


$$Z_{2,2}^c = Z_{2,2 \min} + \frac{TA_{2,2} + TA_{2,6,1}}{2} = 0,095 + \frac{0,2 + 0,1}{2} = 0,245 \text{ мм};$$

$$A_{2,2}^c = A_{2,6,1}^c - Z_{2,2}^c = 14,55 - 0,245 = 14,305 \text{ мм}$$

$$A_{2,2} = 14,3 \pm 0,05 \text{ мм}$$

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

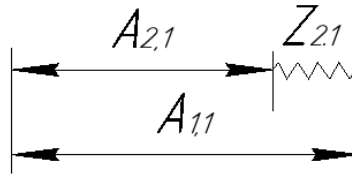


$$Z_{2,10}^c = Z_{2,10 \min} + \frac{TA_{2,10} + TA_{2,12}}{2} = 0,118 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,318 \text{ мм};$$

$$A_{2,10}^c = A_{2,12}^c - Z_{2,10}^c = 5,1 - 0,318 = 4,782 \text{ мм}$$

$$A_{2,10} = 4,78 \pm 0,1 \text{ мм}$$

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



$$Z_{2,1}^c = Z_{2,1 \min} + \frac{TA_{2,1} + TA_{1,1}}{2} = 0,14 + \frac{0,28 + 1,0}{2} = 0,78 \text{ мм};$$

$$A_{1,1}^c = A_{2,1}^c - Z_{2,1}^c = 23,265 + 0,78 = 22,045 \text{ мм}$$

$$A_{1,1} = 24,045 \pm 0,5 \text{ мм}$$

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

Обозначение технологического размера	Среднее значение технологического размера	Принятое номинальное значение и предельные отклонения технологического размера
$A_{1,1}$	24,045	$24,045 \pm 0,5$
$A_{2,1}$	23,27	$23,27 \pm 0,14$
$A_{2,2}$	14,3	$14,3 \pm 0,05$
$A_{2,6,1}$	14,55	$14,5^{+0,1}$
$A_{2,6,2}$	1,15	$1^{+0,3}$
$A_{2,10}$	4,78	$4,78 \pm 0,1$
$A_{2,12}$	5,1	$5^{+0,2}$
$A_{2,13}$	22,9	$23_{-0,2}$
$A_{2,14}$	5,63	$5,63 \pm 0,05$
$A_{2,18}$	5,95	$5,9^{+0,1}$
$A_{2,19}$	15,6	$15,6 \pm 0,05$
$A_{2,22}$	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 токарный станок с

ЧПУ и вертикально-сверлильный станок и горизонтально-фрезерный станок.

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 360x400 мм
Пакетная резка	180÷280x 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 x 1,1 x 4570 мм
Объем гидравлического бака	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

Снят с производства	У
Ширина ленточного полотна, мм	34
Длина, мм	2400
Ширина, мм	2120
Высота, мм	1840
Масса, кг	1680

Таблица 1.8.2- Токарный станок DMTG CL20A с ЧПУ

Максимальный диаметр обработки, мм	440
Максимальный диаметр точения над револьверной головкой, мм	260
Максимальный диаметр точения над станиной, мм	300
Максимальная длина обработки, мм	500
Диаметр патрона, дюйм	8
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	62
Максимальный диаметр обрабатываемого прутка, мм	52
Диаметр подшипника шпинделя, мм	100
Угол наклона станины, град.	45
Перемещения по осям X/Z, мм	165/510
Быстрые перемещения по осям X/Z, м/мин	16/20
Точность позиционирования, мкм	±4

Повторяемость, мкм	±2,5
Частота вращения шпинделя, об./мин.	30-4500
Скорость подачи, мм/мин.	0-5000
Мощность главного привода, кВт	11/15
Торец шпинделя	A2-6
Количество инструмента	8
Время смены инструмента, сек.	0,35/1,2
Диаметр пиноли задней бабки, мм	80
Конус пиноли задней бабки	Морзе 4
Ход пиноли задней бабки, мм	130
Габаритные размеры, мм	2760x1500x1760
Масса, кг	5000

Таблица 1.8.3- Станок вертикально-сверлильный Optimum B13

Исполнение	Настольный
Скорость вращения, об/мин	520 – 2620
Количество скоростей	5
Макс. d-сверления, мм	13
Вылет оси шпинделя, мм	104
Перемещение пиноли, мм	50
Конец шпинделя	B16
Диаметр колонны, мм	46

Размер стола, мм	160 x 160 / 14
Макс. расстояние от шпинделя до стола, мм	240
Радиальное биение, мм	менее 0.030
Длина, мм	350
Ширина, мм	200
Высота, мм	580
Вес, кг	21
Электропитание, В/Гц	220/50
Потребляемая мощность, кВт	0.3

Таблица 1.8.4- Вертикально-фрезерный станок JET JMD-3T DRO

Диапазон наклона головы, град.	30° влево / 90° вправо
Диапазон поворота вертикальной головы (вправо/влево)	-90/+45
Количество скоростей вертикального шпинделя, шт	плавно
Количество Т-образных пазов стола, шт	3
Конус вертикального шпинделя	МК-3
Максимальный диаметр концевой фрезы, мм	20
Максимальный диаметр нарезаемой резьбы, мм	M10
Максимальный диаметр сверления (Ст. 3)	Ø20 мм / M10
Максимальный диаметр сверления сталь, мм	20
Максимальный диаметр сверления чугун, мм	23

Максимальный диаметр торцевой фрезы, мм	50
Мощность вертикального двигателя, кВт	1
Размер стола по оси X и Y, мм	700 x 160
Расстояние от вертикального шпинделя до стойки, мм	230
Расстояние от вертикального шпинделя до стола, мм	410
Сверлильный патрон	1-13
Тип двигателя	Бесколлекторный
Ход пиноли шпинделя, мм	70
Ход стола по оси X и Y, мм	490 x 150
Частота вращения вертикального шпинделя, об/мин	100 - 1750
Ширина Т-образного паза стола, мм	12
Шомпол	M12
Артикул	50000549M
Высота в упаковке, см	90
Высота, мм	850
Длина в упаковке, см	100
Длина, мм	910
Масса в упаковке, кг	210
Масса, кг	200
Напряжение, В	230
Ширина в упаковке, см	60
Ширина, мм	560

1.9. Расчет режимов резания

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

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

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, использую $S = 50$ мм/мин
3. Принимать скорость резания (м/мин) по таблице 109 [3, стр. 425] $V = 12-16$ м/мин, использую $V = 15$ м/мин

Токарная операция с ЧПУ:

Операция 2 переход 1: подрезать торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t=40$
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,8$ мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле:

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

По табл. 1 [3, стр. 261]:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (10)$$

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

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

По табл. 5 [3, стр. 361] : $K_{ПВ} = 0,9$;

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

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

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,864;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 40^{0,15} \cdot 0,8^{0,8}} \cdot 0,864 = 67,8 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 67,8}{\pi \cdot 80} = 270 \text{ об/мин};$$

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

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad (11)$$

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]:

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} \quad (12)$$

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]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,9$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 40^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 67,8^{-0,15} \cdot 0,9 = 2568,5 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2568,5 \cdot 67,8}{1020 \cdot 60} = 2,8 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,8}{0,75} = 3,7 \text{ кВт}$$

переход 2: точение поверхности:

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

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

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,9 \text{ мм/об}$;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

Принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,20$; $y = 0,45$; $x=0,15$ — определены по таблице 17 [3,стр. 367]:

Коэффициент K_v :

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

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

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

По табл. 5 [3, стр. 361] : $K_{ПВ} = 0,9$;

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,864;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,864 = 94,9 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 94,9}{\pi \cdot 74} = 408 \text{ об/мин};$$

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

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

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. 371]:

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

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]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,9$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3^{1,0} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 94,9^{-0,15} \cdot 0,9 = 3780 H$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3780 \cdot 94,9}{1020 \cdot 60} = 5,86 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,86}{0,75} = 7,8 \text{ кВт}$$

переход 3: точение поверхности:

Материал режущего инструмента [3, с. 180]– T15K6.

1. Глубина резания $t = 3$ мм;

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,9$ мм/об;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

Принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [3, стр. 367]:

Коэффициент K_v :

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

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

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

По табл. 5 [3, стр. 361] : $K_{ПV} = 0,9$;

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,864;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,864 = 94,9 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 94,9}{\pi \cdot 68} = 444 \text{ об/мин};$$

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

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, стр. 373]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, стр. 371]:

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

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]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,9$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3^{1,0} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 94,9^{-0,15} \cdot 0,9 = 3780 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3780 \cdot 94,9}{1020 \cdot 60} = 5,86 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,86}{0,75} = 7,8 \text{ кВт}$$

переход 4: точение поверхности:

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

1. Глубина резания $t = 3 \text{ мм}$;
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,9 \text{ мм/об}$;
3. Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,864 = 94,9 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 94,9}{\pi \cdot 62} = 487 \text{ об/мин};$$

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

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 94,9^{-0,15} \cdot 0,9 = 3780 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3780 \cdot 94,9}{1020 \cdot 60} = 5,86 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,86}{0,75} = 7,8 \text{ кВт}$$

переход 5: точение поверхности:

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

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

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,9$ мм/об;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,864 = 94,9 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 94,9}{\pi \cdot 56} = 539 \text{ об/мин};$$

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

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 97,5^{-0,15} \cdot 0,9 = 3780 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3780 \cdot 94,9}{1020 \cdot 60} = 5,86 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,86}{0,75} = 7,9 \text{ кВт}$$

переход 6: точить канавку:

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

1. глубина резания: $t = 1,0$ мм.

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,8$ мм/об;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

Принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [3, стр. 367]:

Коэффициент K_v :

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

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

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

По табл. 5 [3, стр. 361] : $K_{ПВ} = 0,9$;

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,864;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1,0^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,864 = 117,9 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 117,9}{\pi \cdot 54} = 695 \text{ об/мин};$$

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. 371]:

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

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]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,9$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 117,9^{-0,15} \cdot 0,9 = 1116H$$

6. Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1116 \cdot 117,9}{1020 \cdot 60} = 2,15 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,15}{0,75} = 2,86 \text{ кВт}$$

переход 7: центровать отверстия:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 178] – P6M5.

Режущий инструмент по таблице 44 [3, с.215]: Сверло центровочное: тип А (ГОСТ 14952-75): D=13,2мм ;L=13,98мм

1. глубина резания: $t = 6,6 \text{ мм}$.

2. Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 381] $s = 0,17 \text{ мм/об}$;

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

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v \quad (13)$$

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_v :

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

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] : $K_{IV} = 1,0$;

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

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

$$v = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 13,2^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,17^{0,7}} \cdot 0,96 = 30,45 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 30,45}{\pi \cdot 13,2} = 734 \text{ об/мин};$$

переход 8: сверление отверстий

Материал режущего инструмента– Р6М5.

Диаметр отверстия $D = 20 \text{ мм}$;

1. глубина резания: $t = 10 \text{ мм}$.

2. Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 381] $s = 0,20 \text{ мм/об}$;

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

$$v = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \quad (13)$$

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

$T=15 \text{ мин}$

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

Коэффициент K_v :

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

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] : $K_{IV} = 1,0$;

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

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

$$v = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 20^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,20^{0,7}} \cdot 0,96 = 41,6 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 41,6}{\pi \cdot 20} = 662 \text{ об/мин}$$

5. Определяем крутящий момент:

$$M_{kp} = 10C_M D^q S^y K_p \quad (14)$$

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:

$$M_{kp} = 10C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 20^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,03 = 39,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{39,2 \cdot 662,1}{9750} = 2,67 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,67}{0,75} = 3,56 \text{ кВт}$$

переход 9: рассверленные отверстия:

Материал режущего инструмента– Р6М5.

Диаметр отверстия $D = 40 \text{ мм}$;

1. глубина резания: $t = 10 \text{ мм}$.

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

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

$$v = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V \quad (15)$$

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

$T=70 \text{ мин}$

Значения коэффициентов: $C_v = 16,2$; $m = 0,2$; $y = 0,5$; $x = 0,2$; $q=0,4$ — определены по таблице 39 [3,стр. 383]:

Коэффициент K_v :

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

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] : $K_{iv} = 1,0$;

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

$$v = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{16,2 \cdot 40^{0,4}}{70^{0,2} \cdot 10^{0,2} \cdot 0,35^{0,5}} \cdot 0,96 = 31 \text{ м/мин} ;$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 31}{\pi \cdot 40} = 246 \text{ об/мин}$$

5. Определяем крутящий момент:

$$M_{kp} = 10C_M D^q t^x s^y K_p \quad (16)$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,09$; $q = 1,0$; $x = 0,9$; $y = 0,8$ 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:

$$M_{kp} = 10C_M D^q t^x s^y K_p = 10 \cdot 0,09 \cdot 40^{1,0} \cdot 10^{0,9} \cdot 0,35^{0,8} \cdot 1,03 = 123,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{123,5 \cdot 246}{9750} = 3,12 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,12}{0,75} = 4,16 \text{ кВт}$$

переход 10: расточение отверстия:

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

1. Глубина резания $t = 1,5 \text{ мм}$;

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,6 \text{ мм/об}$;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

Принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 290$; $m = 0,2$; $y = 0,35$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [3,стр. 367]:

Коэффициент K_v :

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

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

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

По табл. 5 [3, стр. 361] : $K_{pv} = 0,9$;

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,864;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,864 = 124,3 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 124,3}{\pi \cdot 43} = 920 \text{ об/мин};$$

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. 371]:

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

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]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,9$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 124,3^{-0,15} \cdot 0,9 = 1339,4 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1339,4 \cdot 124,3}{1020 \cdot 60} = 2,72 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,72}{0,75} = 3,6 \text{ кВт}$$

переход 11: расточение отверстия:

Материал режущего инструмента– Т15К6.

1. Глубина резания $t = 1,5 \text{ мм}$;

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,6 \text{ мм/об}$;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,864 = 124,3 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 124,3}{\pi \cdot 46} = 860 \text{ об/мин};$$

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

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 124,3^{-0,15} \cdot 0,9 = 1339,4 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1339,4 \cdot 124,3}{1020 \cdot 60} = 2,72 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,72}{0,75} = 3,6 \text{ кВт}$$

переход 12: расточение отверстия:

Материал режущего инструмента– Т15К6.

1. Глубина резания $t = 1,5 \text{ мм}$;

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,6 \text{ мм/об}$;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,864 = 124,3 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 124,3}{\pi \cdot 49} = 808 \text{ об/мин};$$

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

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 124,3^{-0,15} \cdot 0,9 = 1339,4 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1339,4 \cdot 124,3}{1020 \cdot 60} = 2,72 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,72}{0,75} = 3,6 \text{ кВт}$$

переход 13: подрезать торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т5К10.

1. Глубина резания равна среднему припуску на обработку: $t=0,365 \text{ мм}$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,6$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

По табл. 1 [3, стр. 261]:

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

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

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

По табл. 5 [3, стр. 361] : $K_{ПВ} = 0,9$;

По табл. 6 [3, стр. 361] : $K_{ИВ} = 0,65$;

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

Значения коэффициентов: $C_v = 47$; $m = 0,2$; $y = 0,8$; – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,77 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,56;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 0,6^{0,8}} \cdot 0,56 = 17,46 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 17,46}{\pi \cdot 77} = 72 \text{ об/мин};$$

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]:

$$C_p = 408 \quad x = 0,72 \quad y = 0,8 \quad n = 0$$

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

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} \quad (12)$$

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:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 408 \cdot 0,365^{0,72} \cdot 0,6^{0,8} \cdot 17,46^0 \cdot 1,0 = 1312,3 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1312,3 \cdot 17,46}{1020 \cdot 60} = 0,37 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,37}{0,75} = 0,49 \text{ кВт}$$

переход 14: точение поверхности:

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

1. Глубина резания $t = 4 \text{ мм}$;

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,8 \text{ мм/об}$;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

Принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x=0,15$ – определены по таблице 17 [3, стр. 367]:

Коэффициент K_v :

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

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

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

По табл. 5 [3, стр. 361] : $K_{пv} = 0,9$;

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пv} \cdot K_{ив} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,864;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,864 = 95,8 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 95,8}{\pi \cdot 72} = 424 \text{ об/мин};$$

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. 371]:

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

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]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,9$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 4^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 95,8^{-0,15} \cdot 0,9 = 4608H$$

6. Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{4608 \cdot 95,8}{1020 \cdot 60} = 7,2 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{7,2}{0,75} = 9,6 \text{ кВт}$$

переход 15: точение поверхности:

Материал режущего инструмента– Т15К6.

1. Глубина резания $t = 2,5 \text{ мм}$;

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,9 \text{ мм/об}$;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,864 = 112,8 \text{ м/мин} ;$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 112,8}{\pi \cdot 67} = 536 \text{ об/мин} ;$$

5.Определяем главную силы резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 112,8^{-0,15} \cdot 0,9 = 3070H$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3070 \cdot 112,8}{1020 \cdot 60} = 5,66 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,66}{0,75} = 7,55 \text{ кВт}$$

переход 16: точение поверхности:

Материал режущего инструмента– Т15К6.

1. Глубина резания $t = 2,5 \text{ мм}$;
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,9 \text{ мм/об}$;
3. Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,864 = 112,8 \text{ м/мин};$$

- 4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 112,8}{\pi \cdot 62} = 580 \text{ об/мин};$$

- 5.Определяем главную силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 112,8^{-0,15} \cdot 0,9 = 3070 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3070 \cdot 112,8}{1020 \cdot 60} = 5,66 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,66}{0,75} = 7,55 \text{ кВт}$$

переход 17: точение поверхности:

Материал режущего инструмента– Т15К6.

1. Глубина резания $t = 2,5 \text{ мм}$;
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,9 \text{ мм/об}$;
3. Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,864 = 112,8 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 112,8}{\pi \cdot 57} = 630 \text{ об/мин};$$

5.Определяем главную силы резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 112,8^{-0,15} \cdot 0,9 = 3070 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3070 \cdot 112,8}{1020 \cdot 60} = 5,66 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,66}{0,75} = 7,55 \text{ кВт}$$

переход 18: точение поверхности:

Материал режущего инструмента– Т15К6.

1. Глубина резания $t = 2,5 \text{ мм}$;

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,9 \text{ мм/об}$;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,864 = 112,8 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 112,8}{\pi \cdot 52} = 690 \text{ об/мин};$$

5.Определяем главную силы резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 112,8^{-0,15} \cdot 0,9 = 3070 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3070 \cdot 112,8}{1020 \cdot 60} = 5,66 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,66}{0,75} = 7,55 \text{ кВт}$$

переход 19: точение поверхности:

Материал режущего инструмента– Т15К6.

1. Глубина резания $t = 1,5 \text{ мм}$;

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,6 \text{ мм/об}$;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,864 = 124,3 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 124,3}{\pi \cdot 77} = 514 \text{ об/мин};$$

5.Определяем главную силы резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 124,3^{-0,15} \cdot 0,9 = 1339,36 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1339,36 \cdot 124,3}{1020 \cdot 60} = 2,7 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,7}{0,75} = 3,6 \text{ кВт}$$

переход 20: расточение отверстия:

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

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

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,6$ мм/об;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

Принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 290$; $m = 0,2$; $y = 0,35$; $x=0,15$ — определены по таблице 17 [3,стр. 367]:

Коэффициент K_v :

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

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

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

По табл. 5 [3, стр. 361] : $K_{Пv} = 0,9$;

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

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,864 = 132,1 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 132,1}{\pi \cdot 42} = 1001 \text{ об/мин};$$

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. 371]:

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

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]:

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,9$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 132,1^{-0,15} \cdot 0,9 = 884,8 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{884,8 \cdot 132,1}{1020 \cdot 60} = 1,91 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,91}{0,75} = 2,55 \text{ кВт}$$

переход 21: расточение отверстия:

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

1. Глубина резания $t = 1$ мм;

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,6$ мм/об;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,864 = 132,1 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 132,1}{\pi \cdot 44} = 955 \text{ об/мин};$$

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

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 132,1^{-0,15} \cdot 0,9 = 884,8 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{884,8 \cdot 132,1}{1020 \cdot 60} = 1,91 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,91}{0,75} = 2,55 \text{ кВт}$$

переход 22: расточение отверстия:

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

1. Глубина резания $t = 1$ мм;

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,6$ мм/об;

3. Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,864 = 132,1 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 132,1}{\pi \cdot 46} = 914 \text{ об/мин};$$

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

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 132,1^{-0,15} \cdot 0,9 = 884,8 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{884,8 \cdot 132,1}{1020 \cdot 60} = 1,91 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,91}{0,75} = 2,55 \text{ кВт}$$

переход 23: расточение отверстия:

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

1. Глубина резания $t = 0,5$ мм;
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, стр. 364] $s = 0,6$ мм/об;
3. Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,864 = 146,6 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 146,6}{\pi \cdot 47} = 993 \text{ об/мин};$$

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

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 146,6^{-0,15} \cdot 0,9 = 435,5 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{435,5 \cdot 146,6}{1020 \cdot 60} = 1,04 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,04}{0,75} = 1,39 \text{ кВт}$$

Операция 3 переход 1: сверление отверстии:

Материал режущего инструмента– Р6М5.

Диаметр отверстия $D = 4,3$ мм;

1. глубина резания: $t = 2,15$ мм.
2. Подачу S назначаем по таблице 35 [3, стр. 381] $s = 0,20$ мм/об;
3. Скорость резания определяется по формуле [3, стр. 382]:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v \quad (13)$$

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

$T=15\text{мин}$

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

Коэффициент K_v :

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

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] : $K_{iv} = 1,0$;

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

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7,0 \cdot 4,3^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,20^{0,7}} \cdot 0,96 = 21,62 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

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

5. Определяем крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q S^y K_p \quad (14)$$

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:

$$M_{kp} = 10C_M D^q s^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4,3^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,03 = 1,81 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{1,81 \cdot 1600,43}{9750} = 0,3 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,3}{0,75} = 0,4 \text{ кВт}$$

Операция 4 Переход 1: фрезерование

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 = 40 мм; L= 188 мм; l=63; 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 Sz= 0,09 мм/зуб. Подача на оборот: So = Sz · 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]:

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

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 :

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

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] : $K_{ИV} = 1,0$;

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

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v = \frac{234 \cdot 40^{0,44}}{120^{0,37} \cdot 10,5^{0,24} \cdot 0,09^{0,26} \cdot 2,6^{0,1} \cdot 6^{0,13}} \cdot 0,96$$

$$= 148 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

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

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

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

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

По табл. 9 [3, стр. 362]:

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

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u Z^p}{D^q n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 10,5^{0,85} \cdot 0,09^{0,75} \cdot 2,6^1 \cdot 6}{40^{0,73} \cdot 1178^{-0,13}} \cdot 1,03 = 413,3 \text{ Н}$$

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:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,0}{0,75} = 1,33 \text{ кВт}$$

1.10. Расчет основного времени

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

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} \quad (15)$$

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]:

$$L = l + l_1 + l_2 \quad (16)$$

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]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице 3 и 4 [4, с.621];

l_2 – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице 3 и 4 [4, с.621].

Основное время для фрезерных работ определяем по формуле [4, с. 613]:

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

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:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n}$$

Операция 1 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 2 переход 1:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(40 + 5 + 3) \cdot 1}{0,9 \cdot 270} = 0,2 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 2:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(13,9 + 3 + 0) \cdot 1}{0,9 \cdot 437} = 0,043 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 3:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(13,9 + 3 + 0) \cdot 1}{0,9 \cdot 444} = 0,042 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 4:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(13,9 + 3) \cdot 1}{0,9 \cdot 487} = 0,039 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 5:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(14,5 + 3 + 0) \cdot 1}{0,9 \cdot 539} = 0,036 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 6:

$$T_0 = \frac{D - d}{2 \cdot S \cdot n} = \frac{80 - 54}{2 \cdot 0,8 \cdot 695} = 0,023 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 7:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(13,98 + 2 + 0) \cdot 1}{0,17 \cdot 734} = 0,13 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 8:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(24 + 8) \cdot 1}{0,20 \cdot 662} = 0,24 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 9:

$$5T_0 = 5 \cdot \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(24 + 5) \cdot 1}{0,35 \cdot 246} = 1,7 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 10:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(4,4 + 3 + 0) \cdot 1}{0,6 \cdot 920} = 0,013 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 11:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(4,4 + 3 + 0) \cdot 1}{0,6 \cdot 860} = 0,014 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 12:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5 + 3 + 0) \cdot 1}{0,6 \cdot 808} = 0,016 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 13:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(40 + 5 + 3) \cdot 1}{0,6 \cdot 72} = 1,11 \text{мин}$$

Операция 2 переход 14:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5,3 + 3 + 0) \cdot 1}{0,5 \cdot 424} = 0,039 \text{мин}$$

Операция 2 переход 15:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5,3 + 3 + 0) \cdot 1}{0,5 \cdot 536} = 0,031 \text{мин}$$

Операция 2 переход 16:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5,3 + 3 + 0) \cdot 1}{0,5 \cdot 580} = 0,029 \text{мин}$$

Операция 2 переход 17:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5,3 + 3 + 0) \cdot 1}{0,5 \cdot 630} = 0,026 \text{мин}$$

Операция 2 переход 18:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5,9 + 3 + 0) \cdot 1}{0,5 \cdot 690} = 0,026 \text{мин}$$

Операция 2 переход 19:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2,6 + 3 + 2) \cdot 1}{0,6 \cdot 514} = 0,025 \text{мин}$$

Операция 2 переход 20:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(15,3 + 3 + 0) \cdot 1}{0,6 \cdot 1001} = 0,03 \text{мин}$$

Операция 2 переход 21:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(15,3 + 3 + 0) \cdot 1}{0,6 \cdot 955} = 0,032 \text{мин}$$

Операция 2 переход 22:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(15,3 + 3 + 0) \cdot 1}{0,6 \cdot 914} = 0,033 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 23:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(15,9 + 3 + 0) \cdot 1}{0,6 \cdot 993} = 0,031 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 1:

$$4T_0 = 4 \cdot \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = 4 \cdot \frac{(2,6 + 2,5) \cdot 1}{0,20 \cdot 1600} = 0,063 \text{ мин}$$

Операция 4 переход 1:

$$2T_0 = 2 \cdot \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = 2 \cdot \frac{(48 + 21) \cdot 1}{0,015 \cdot 1880} = 4,89 \text{ мин}$$

Определение штучно-калькуляционного времени

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

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

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

n -количество деталей в настроечной партии, $n = 10000$ шт;

В производстве определяется $T_{шт.}$:

$$T_{шт} = T_0 + T_в + T_{об} + T_{от}$$

Где T_0 -основное время, мин;

$T_в$ -вспомогательное время, мин;

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

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

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

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

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

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

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

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

Оперативное время $T_{\text{оп}}$:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{o}} + T_{\text{в}}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности при нормировании работ $T_{\text{от}} = T_{\text{оп}} \cdot \Pi_{\text{от}} / 100$.

Приведённые выше формулы для определения:

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

В серийном производстве для всех операций, кроме шлифовальных:

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

Операция 1:

$$T_{\text{o}} = 2,08 \text{ мин}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{в}} &= (T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{из}}) \cdot k = (0,08 + 0,024 + 0,07 + 0,05) \cdot 1,85 \\ &= 0,41 \text{ мин} \end{aligned}$$

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{o}} + T_{\text{в}} = 2,08 + 0,41 = 2,49 \text{ мин}$$

$$T_{от} = \frac{T_{оп} \Pi_{от}}{100} = \frac{2,49 \times 8}{100} = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k + T_{от} = 2,08 + 0,41 + 0,2 = 2,69 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} = \frac{12}{10000} + 2,69 = 2,691 \text{ мин}$$

Операция 2:

$$T_o = 3,88 \text{ мин}$$

$$T_b = (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k = (0,08 + 0,024 + 0,07 + 0,1) \cdot 1,85$$

$$= 0,51 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = T_o + T_b = 3,88 + 0,51 = 4,39 \text{ мин}$$

$$T_{от} = \frac{T_{оп} \Pi_{от}}{100} = \frac{4,39 \times 8}{100} = 0,35 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 14 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k + T_{от} = 3,88 + 0,51 + 0,35 = 4,74 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} = \frac{14}{10000} + 4,74 = 4,741 \text{ мин}$$

Операция 3:

$$T_o = 0,013 \text{ мин}$$

$$T_b = (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k = (0,08 + 0,024 + 0,01 + 0,07) \cdot 1,85$$

$$= 0,34 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = T_o + T_b = 0,013 + 0,34 = 0,353 \text{ мин}$$

$$T_{от} = \frac{T_{оп} \Pi_{от}}{100} = \frac{0,353 \times 8}{100} = 0,028 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 5 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = T_o + (T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{из}}) \cdot k + T_{\text{от}} = 0,013 + 0,34 + 0,028 \\ = 0,381 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{n} + T_{\text{шт}} = \frac{5}{10000} + 0,381 = 0,3815 \text{ мин}$$

Операция 4:

$$T_o = 5,2 \text{ мин}$$

$$T_b = (T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{из}}) \cdot k = (0,08 + 0,024 + 0,04 + 0,05) \cdot 1,85 \\ = 0,36 \text{ мин}$$

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_b = 5,2 + 0,36 = 5,56 \text{ мин}$$

$$T_{\text{от}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot \Pi_{\text{от}}}{100} = \frac{5,56 \times 8}{100} = 0,44 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 21 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = T_o + (T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{из}}) \cdot k + T_{\text{от}} = 5,2 + 0,36 + 0,44 = 6 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{n} + T_{\text{шт}} = \frac{21}{10000} + 6 = 6,0021 \text{ мин} \approx 6 \text{ мин}$$

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 установки и закрепления детали «Стакан» на вертикально-фрезерный станок STM-A
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. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.

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).

Определение необходимой силы зажима

Исходя из режимов резания, рассчитанных для фрезерной операции, запи-

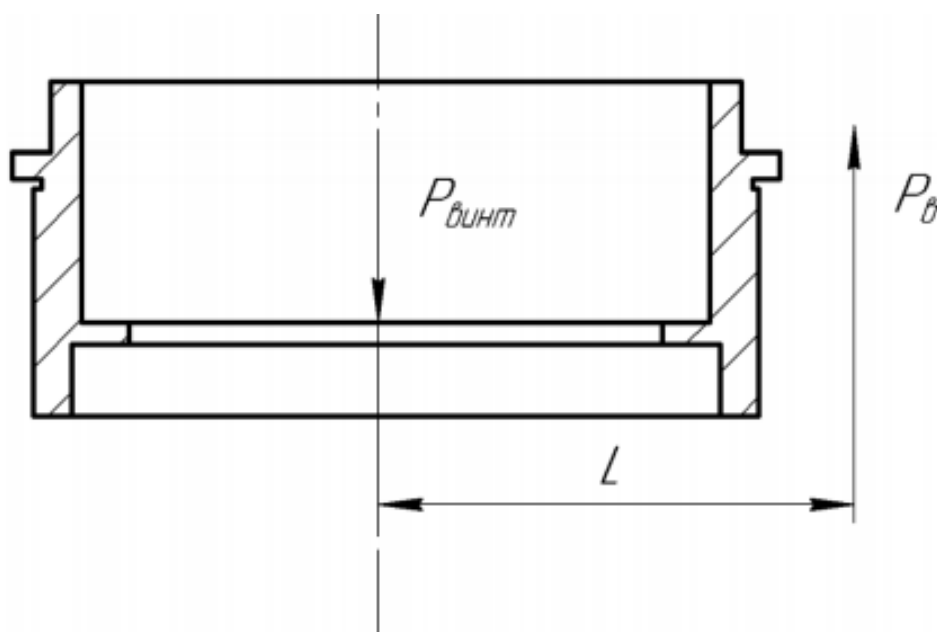


Рис 3.2. Расчетная схема

Рис. 2.1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

шем значения крутящего момента резания.

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 83 [3, с.412]:
 $C_p=12,5$; $x=0,85$; $y=0,75$; $u=1,0$; $q=0,73$; $w=-0,13$.

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

По табл. 9 [3, стр. 362]:

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

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^{\text{и}}_z}{D^q n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 10,5^{0,85} \cdot 0,015^{0,75} \cdot 2,6^1 \cdot 6}{40^{0,73} \cdot 1880,89^{-0,13}} \cdot 1,03 = 114,6 \text{ Н}$$

Крутящий момент:

$$M_{kp} = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} = \frac{275 \cdot 40}{2 \cdot 1000} = 2,29 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	У Цзяньсин

Школа	ИШПНТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
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	Рассчитана стоимость материальных затрат; Рассчитаны затраты на оплату труда; Рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды; Рассчитаны накладные расходы
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. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Анализ конкурентных технических решений. 2. SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. Планирование работ. 2. Разработка графика Ганта. 3. Формирование бюджета затрат.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Описание потенциального эффекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.2021 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН, ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	Канд. экон. наук		01.02.2021г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	У Цзяньсин		01.02.2021г.

3. «Финансовый Менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Целью раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Таблица 3.1 - Карта сегментирования рынка по изготовлению детали «Стакан»

Раз		Виды работ
-----	--	------------

	Предприятие	Разработка технологического процесса	Изготовление детали
	АО «ТОМЗЭЛ»	+	+
	ООО «Сибмаш»	+	-
	ООО«ПК«СТАЛЬТОМ»	-	-

Как видно из таблицы 3.1, наиболее перспективным является Предприятие АО «ТОМЗЭЛ», так как оно задействована во всех сегментах рынка.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

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 «ТОМЗЭЛ» , ООО «Сибмаш» , ООО«ПК«СТАЛЬТОМ».

Таблица 3.2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений(разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно способность		
		БФ	БК1	БК2	КФ	КК1	КК2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Производительность	0,14	4	5	4	0,56	0,7	0,56
2. Срок службы	0,14	4	4	5	0,56	0,56	0,56
3.Износостойкость	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
4.Универсальность	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
5.Безопасность	0,09	4	4	4	0,36	0,36	0,36
5. Простота изготовления	0,12	4	5	4	0,48	0,6	0,48

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
2.Уровень проникновения на рынок	0,11	4	5	3	0,44	0,55	0,33
3.Конкурентоспособность продукта	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
Итого:	1	38	37	36	4,2	4,17	3,89

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Разработка технического решения:

$$K = 38 \times 4,2 = 159,6$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий:

$$K = 37 \times 4,17 = 154,29$$

$$K = 36 \times 3,89 = 140,04$$

3.1.3 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 , приведены в таблице 3.1.3.

Таблица 3.3 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны проекта: С1. Низкая цена исходного сырья. С2. Высокое качество получаемой продукции С3. Широкая область применения. С4. Квалифицированный персонал С5. Актуальность проекта	Слабые стороны 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 разработки. В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	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.

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»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	-	+	+
	B3	-	-	-	-	-

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	+	-	-	-
	У3	-	-	-	-	-

Таблица 3.7 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	+	+	-	-
	У2	-	-	-	+	+
	У3	-	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	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 разработки. В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	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, 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.	Сдерживающие факторы: В2Сл2Сл4Сл5. Нехватка квалифицированных кадров препятствует экспорту продукции. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может 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.
--	--	--

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	1	Составление и утверждение темы	

проекта		проекта	Руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель; Инженер
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление технологического процесса изготовления детали «Стакан»	
Оценка результатов	9	Анализ результатов	Руководитель; Инженер
	10	Составление технологической документации	Руководитель; Инженер

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (2)$$

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

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Таблица 3.10 - Ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ

№ этапа	Наименование работы	Трудоемкость работ			Длительность работ в рабочих днях, $t_{\text{раб}}$
		t_{min} , чел.- дн	t_{max} , чел.- дн	$t_{\text{ож}i}$ раб. дн	
1	Составление и утверждение темы проекта	2	3	2,4	3
2	Анализ актуальности темы	2	3	2,4	2
3	Поиск и изучение материала по теме	14	21	16,8	17
4	Выбор направления исследований	2	3	2,4	3
5	Календарное планирование работ	2	3	2,4	3
6	Изучение литературы по теме	7	14	9,8	10
7	Подбор нормативных документов	2	5	3,2	4
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Стакан»	14	21	16,8	17
9	Анализ результатов	7	14	9,8	5
10	Составление технологической документации	7	14	9,8	10
Итого:					74

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни по следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T необходимо округлить до целого числа.

Таблица 3.11- Календарный план-график работы над проектом

 - Руководитель

 - Студент

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кл} , 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:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \text{Ц}_i \cdot N_{\text{расх}i}, \quad (6)$$

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

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Ц_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 _м),руб.
Бумага	лист	150	0,5	86,25
Картридж для принтера	штук	1	1120	1288
Интернет	М/бит (пакет)	1	350	402,5
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	Токарный станок DMTG CL20A с ЧПУ	1	3857854	3857854
3	Станок вертикально-сверлильный Optimum B13	1	15517	15517
4	Горизонтально-фрезерный станок STM-H	1	3181161	3181161
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 НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (7)$$

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;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

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	44	48
-праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
-отпуск	56	28
-невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	275

Месячный должностной оклад работника:

$$З_м = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_д) \cdot k_p, \quad (10)$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{тс}$);

$k_д$ – 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 $З_{тс}$);

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн}, \quad (11)$$

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_t	$З_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_д$	k_p	$З_м$, руб	$З_{дн}$, руб	T_p , раб. дн.	$З_{осн}$, руб.
Руководитель	доцент	1	35120	0,3	0,2	1,3	68484	2837,5	16	45400
Студент		1	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2088,6	120	625632
Итого:										230578,1

Таблица 3.13 - Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	$k_{доп}$	$З_{осн}$	$З_{доп}$	$З_п$
Руководитель	15%	45400	12343,1	57743,1
Студент	15%	625632	22243,5	647875,5

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (12)$$

Где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.)

На 2021 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 2021 году водится пониженная ставка – 30,2%.

Таблица 3.14 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	57743,1	17438,4
Студент	647875,5	195658,4
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30,2%	
	Итого:	213096,8

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:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп1}}, I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}^{исп2}} \text{ и т. д.} \quad (16)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,2}{0,9} = 4,67, I_{исп.2} = \frac{3,8}{0,96} = 3,96, I_{исп.3} = \frac{3,8}{1} = 3,8$$

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 ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}} \quad (17)$$

Таблица 3.17 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
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 29

рабочих дней, студенту 71 рабочий день;

5. Рассчитан бюджет НИР (9195470,3 руб.): основная заработная плата составила 230578,1 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»

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	У Цзяньсин

ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

Тема дипломной работы: Разработка технологии 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

- 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

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.

При отклонении показателя предложить мероприятия.

• присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности. • категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение. • Разработать схему эвакуации при пожаре.	
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	01.02.21 г.
--	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД ОБД	Сечин Александр Иванович	д.т.н., профессор		01.02.21 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	У Цзяньсин		01.02.21 г.

Введение

Описание рабочего места

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 свыше 80 дБ может привести к потере слуха. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть. Шум снижает работоспособность и производительность труда. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должен 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_{cp} / E_{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 $h_{pp} = 0,8$ 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:

$$h = H - h_c - h_{pp} = 4,5 - 0,5 - 0,8 = 3,2 \text{ м} \quad (4.3)$$

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

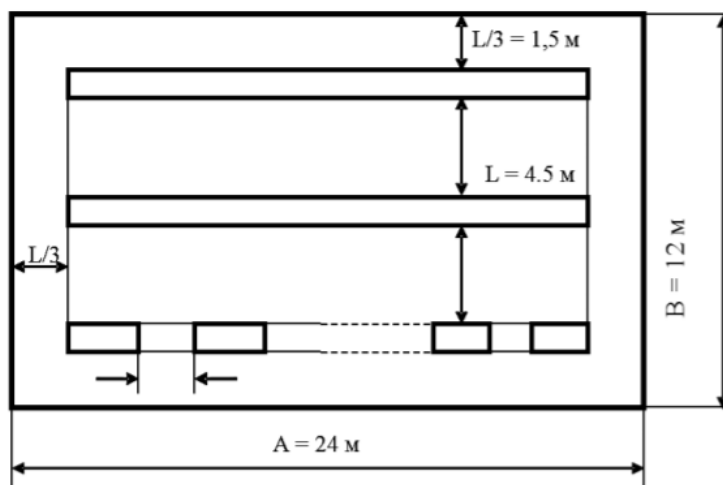


Рис. 4.1. План помещения и размещения светильников с люминесцент-
между светильниками в ряду составят 50 см. Изображаем в масштабе план поме-
щения и размещения на нем светильников (рис. 4.1). Учитывая, что в каждом све-
тильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 72$.

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:

$$\rho_{\Pi} = 50\% \quad \rho_{\Pi} = 30\%$$

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: $U = 12-36\text{В}$, $I = 0,1\text{ А}$, $R_{\text{заз}} = 4\text{ Ом}$.

4.2.6 Анализ пожарной безопасности

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются

на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории Ан, Бн, Вн, Гн и Дн

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.

В цехе на заметных местах установлены специализированные щиты со следующим противопожарным инвентарем: Топоры; Багры; Ломы; Ведро.

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.

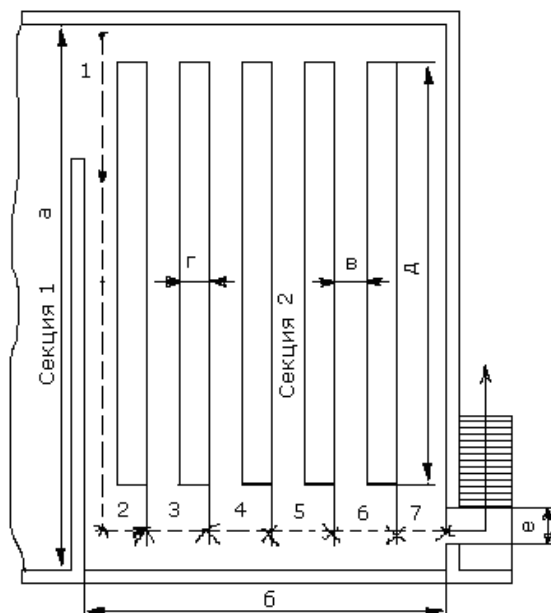


Рис. 4.2. Схема помещения

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 разделе «Социальная ответственность» анализируем некоторые факторы в производственном цехе, рассматриваем возможные опасности и принимаем превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

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. Горбацевич 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

Приложение Б

Чертёж приспособления

Рис. Б1. Чертёж приспособление

Приложение В

Спецификация

Приложение Г

Карта технологического процесса

Карта технологического процесса

[illegible]

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭСКИЗ	Оборудование	Припасование	Инструмент		Начальное значение параметров	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки			Нормы времени				ИИИПТ-154.490017.003		
операции	Установки	перехода					Резущий	Измерительный						Подана			Т ₀	Т ₁₀	Т ₁₀₀	Т _{шт}		Т _{шт к}	
														мм/об	мм/мин	мм/мин							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
2	А	4	Обточить поверхности 6,7 выдерживая размеры $\phi 61_{-0,2}^{+0,2}$, $13,9_{-0,2}^{+0,2}$		Токарный станок DMTG CL20A с ЧПУ	Трёхручлячковый патрон с пневматическим приводом ГОСТ 2675-80	Просаживающие прямые резцы с пластинами из твердого сплава с углом в плане 90° по ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89			61	13,9	2,5	0,9	458,1	509	97,5	0,054					
		5	Обточить поверхности 8,9 выдерживая размеры $\phi 56_{-0,1}^{+0,1}$, $14,5_{-0,1}^{+0,1}$				Токарный отрезной резец Т15К6 ГОСТ 18884-73			56	14,5	2,5	0,9	498,6	554	97,5	0,047						
		6	Точить канавку 10, выдерживая размеры $\phi 54_{-0,5}^{+0,5}$, $14,5_{-0,1}^{+0,1}$, $1_{-0,1}^{+0,1}$				Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89			54	1	1	0,8	556	695	117,9	0,021						
		7	Центровать торец, выдерживая размеры 8, 5,98, $\phi 13,2^{\circ}$, $\phi 6,3$ 60°				Сверло центровое Р6М5; тип А (ГОСТ 14952-75)		Угломер и индикаторный нутромер 6-10	6,3	13,98	6,6	0,17	124,8	734	30,45	0,13	0,51	14	3,43	3,431		
		8	Сверлить отверстие 11 выдерживая размер $\phi 20_{-0,15}^{+0,15}$				Сверло спиральное Р6М5 $\phi 20$ ГОСТ 10903-77			20	10	10	0,2	132,4	66,2	41,6	0,24						
		9	Рассверлить отверстие 12 выдерживая размер $\phi 40_{-0,25}^{+0,25}$							40	20	10	0,35	86,1	24,6	31	0,37						
		10	Расточить отверстие 13 выдерживая размеры $4,4_{-0,2}^{+0,2}$, $\phi 4,3 \pm 0,3$				Резец расточный токарный Т15К6 ГОСТ 18883-73			4,3	4,4	15	0,6	552	920	124,3	0,015						
										ИИИПТ-154.490017.003										Лист 2			

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭСКИЗ	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Начальное состояние обработ. станка	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении резания, мм	Длина в направлении резания, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки		Скорость резания м/мин	Нормы времени				ИШНП-154.90017.003											
1	2	3					Резущий	Измери- тельный						Поддача	Частота об/мин		Т ₀	Т _н	Т _п	Т _{шт}												
																						4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	А	11	Расточить отверстие 14, выдерживая размеры $4,4^{+0,2}_{-0,1}$, $\Phi 4,6 \pm 0,3$		Токарный станок DMTG CL20A с ЧПУ	Трехкулачковый патрон с пневматическим приводом ГОСТ 2675-80	Резец	расточной токарный Т15К6 ГОСТ 18883-73																								
		12	Расточить отверстие 15 выдерживая размеры $5^{+0,2}_{-0,1}$, $\Phi 4,9^{+0,016}_{-0,016}$																						46	4,4	15	0,6	516	860	124,3	0,012
		13	Токарная Подфрезель торцы 1 выдерживая размер $23^{+0,2}_{-0,2}$																						49	5	15	0,6	484,8	808	124,3	0,014
	Б	14	Обточить поверхности 2,3 выдерживая размеры $\Phi 7,2 \pm 0,4$, $5,3 \pm 0,15$				Резец подфрезный торцевой Т5К10 ГОСТ 18878-73	80	4,0	4,0	0,6	4,32	72	17,46	0,53																	
		15	Обточить поверхности 4,5 выдерживая размеры $\Phi 6,7 \pm 0,4$, $5,3 \pm 0,15$				72	5,3	4	0,8	339,2	4,24	95,8	0,026	0,51	14	3,43	34,31														
		16	Обточить поверхности 6,7 выдерживая размеры $\Phi 6,2 \pm 0,4$, $5,3 \pm 0,15$				67	5,3	2,5	0,9	482,4	5,36	112,8	0,024																		
		17	Обточить поверхности 8,9 выдерживая размеры $\Phi 5,7 \pm 0,4$, $5,3 \pm 0,15$				62	5,3	2,5	0,9	522	580	112,8	0,022																		

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие сверления, обработки, обработки	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в мм	Глубина резания мм	Режимы обработки		Нормы времени				Итого								
операции	установки	перехода					Резуший	Измерительный					Подана	Скорость резания м/мин	T _{св}	T _{пс}	T _{шт}	T _{шт.к}									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	ИШНП-154.90017.003				
2	Б	18	Обточить поверхности 10, 11 выдерживая размеры $\varnothing 52_{-0,3}^{+0,1}$, $5,9_{-0,1}^{+0,1}$		Токарный станок DMTG CL20A с ЧПУ	Трехшлицевый патрон с пневматическим приводом ГОСТ 2675-80	Прохвальные упорные прямые резцы с пластинами из твердого сплава с углом в плане 90° (по ГОСТ 18679-73)				52	5,9	2,5	0,9	621	690	112,8	0,02									
		19	Обточить поверхности 12 выдерживая размеры $\varnothing 77_{-0,5}^{+0,1}$								77	2,6	1,5	0,6	308,4	514	123,4	0,018									
		20	Рассточить отверстие 13 выдерживая размеры $\varnothing 42_{+0,3}^{-0,2}$, $15,3_{+0,2}^{-0,2}$								42	15,3	1	0,6	600,6	1001	132,1	0,029									
		21	Рассточить отверстие 14 выдерживая размеры $\varnothing 44_{+0,3}^{-0,2}$, $15,3_{+0,2}^{-0,2}$								44	15,3	1	0,6	573	955	132,1	0,3	0,51	14	34,3	34,31					
		22	Рассточить отверстие 15 выдерживая размеры $\varnothing 46_{+0,3}^{-0,2}$, $15,3_{+0,2}^{-0,2}$								46	15,3	1	0,6	548,4	914	132,1	0,0315									
		23	Рассточить отверстие 16 выдерживая размеры $\varnothing 47_{+0,5}^{-0,1}$, $15,9_{+0,1}^{+0,1}$								47	15,9	0,5	0,6	595,8	993	146,6	0,3									
3	-	1	Сверлильная установка и снять деталь Сверлить 4 сквозные отверстия $\varnothing 4,3_{+0,1}^{+0,1}$ выдерживая размеры $48_{+0,1}^{-0,1}$, $45_{+0,1}^{-0,1}$		Станок вертикально -сверлильный Ориплат В13	Станочные тиски	Сверла, $\varnothing 4,3$ мм, Р6М5				4,3	2,6	2,15	0,2	320	1600	216,2	0,016	0,34	5	0,381	0,3815					

