

Школа ИШНПТ.

Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение.

Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроение.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Крышка подшипника торцевая»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ли Минцзе		03.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Страший преподаватель, ассистент	Пустовых О.С.			03.06.2022

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ОСГН, ШБИП)	Гасанов М.А.	Д.э.н.		03.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ООД, ШБИП)	Сечин А.И.	Д.т.н.		03.06.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.т.н.		03.06.2022

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

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

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

Школа ИШНПТ.

Направление подготовки 15. 03. 01. Машиностроение.

Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроение.

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП 15. 03. 01.

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
154A81	Ли Минцзе

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Крышка подшипника торцевая»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 34 - 77 / с от 03.02.2022

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе.	Чертеж детали, годовая программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов.	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и

	технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала.	① Чертеж детали, А3 × 1; ② Размерный анализ, А1 × 2; ③ Технологический процесс изготовления детали, А1 × 2; ④ Чертеж приспособления, А1 × 1.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Пустовых О.С.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов М.А.
Социальная ответственность	Сечин А.И.

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Страший преподаватель, ассистент	Пустовых О.С.			13.12.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А81	Ли Минцзе		13.12.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 180 страницы пояснительной записки, 21 таблиц, 13 рисунков, 5 литературных источников, 4 листа графического материала формата А1, 1 лист графического материала формата А2, 1 лист графического материала формата А3, 1 листа графического материала формата А4.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ, ЧИСЛО ОБОРОТОВ ШПИНДЕЛЯ.

Актуальность работы определяется необходимостью иметь технологический процесс изготовления детали «крышка подшипника тоцевая» на производстве с использованием спроектированного в работе приспособления.

Объектом исследования является детали «крышка подшипника тоцевая».

Цель работы – Согласно приведенным чертежам и годовой программой выпускай, разработать технологии изготовления детали «крышка подшипника тоцевая».

В работе изложено обоснование выполнение 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.

Основные технико-эксплуатационные: точение; сверление.

В работе также выполнен экономический анализ оценки деловой

привлекательности представленной разработки, рассмотрены вопросы организации рабочего места на механическом участке.

THE REPORT

The final qualification work contains 180 pages of an explanatory note, 21 tables, 13 figures, 5 literary sources, 4 sheets of graphic material of A1 format, 1 sheet of graphic material of A2 format, 1 sheet of graphic material of A3 format, 1 sheet of graphic material of A4 format.

Keywords: TECHNOLOGICAL PROCESSING, DIMENSIONAL ANALYSIS, CUTTING MODES, CUTTING SPEED, SPINDLE SPEED.

The relevance of the work is determined by the need to have a technological process for manufacturing a part "bearing cover current" in production using a device designed in operation.

The object of the study is the details of the "tote bearing cover".

The purpose of the work - According to the above drawings and the annual program of release, to develop technologies for the manufacture of the part "bearing cover tot".

The paper outlines the justification for the implementation of WRC, the analysis of the drawing of the part and its manufacturability is carried out, the type of production is determined, the principle of selecting a workpiece in accordance with its material and serial production is described, a drawing of the workpiece is made, a processing route for the part is developed with the presentation of operational sketches and a description of the transitions for each operation , processing allowances and technological dimensions were calculated, a dimensional analysis of the technical process was performed with specification of technological dimensions, cutting conditions for each technological transition and the required equipment power for each operation were calculated, a machine model was assigned, and the execution time for each operation was calculated.

The main technical and operational: turning; drilling.

The paper also performs an economic analysis of the assessment of the business attractiveness of the presented development, considers the issues of organizing a workplace in a mechanical area.

Содержание

Введение	11
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	12
1,1 Исходные данные	12
1,2 Анализ технологичности конструкции детали	13
1,3 Выбор типа производства	14
1,4 Анализ существующего технологического процесса	17
1,5 Выбор заготовки	18
1,6 Разработка технологического маршрута	19
1,7 Размерный анализ	28
1,8 Подбор технологического оборудования	50
1,9 Выбор инструмента и расчет режимов резания	56
1,10 Расчет основного времени	112
1,11 Определение штучно-калькуляционного времени	126
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	132
2,1 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления	132
2,2 Описание конструкции и работы приспособления	133
2,3 Определение необходимой силы зажима	135
2,4 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления	138
2,5 Расчёт точности приспособления	139
2,6 Анализ технологичности конструкции	141
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	144
Введение	144
3,1 Анализ конкурентных технических решений	145
3,2 SWOT-анализ	147
3,3 Планирование научно-исследовательских работ	149

3,4 Бюджет научно-технического исследования	153
3,5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	158
3,6 Выводы	159
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	163
Введение	163
4,1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	164
4,2 Анализ условий труда на рабочем месте	166
4,21 Метеоусловия	166
4,3 Экологическая безопасность	176
4,4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	177
4,5 Выводы по разделу	178
Заключение	179
Список литературы	180
ПРИЛОЖЕНИЕ А	181
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	182
ПРИЛОЖЕНИЕ В	183
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	184

Введение

Машиностроение играет основную роль для развития технического прогресса, производительности труда и оборудования. Кроме этого, машиностроение влияет на развитие экономики, которая в свою очередь способствует развитию большинства типов производства и отраслей промышленности.

Для достижения высокой эффективности производства и создания качественной продукции требуется разрабатывать технологические процессы, благодаря которым, изготовление продукции с необходимыми требованиями происходит с меньшими материальными и трудовыми затратами. Также, необходимо брать во внимание и применять успехи науки и техники, улучшать и развивать методы управления персоналом. При организации работы на производстве необходимо постоянно следить за нормами охраны труда, регламентировать время, отведенное на отдых и организацию питания рабочего персонала.

Больше, чем 70% изделий в машиностроительной отрасли изготавливают в условиях мелкосерийного и серийного производств. Эффективным способом для автоматизации станочного оборудования является числовое программное управление металлорежущих станков. Существенной задачей во время использования таких станков является обеспечение их длительной и безотказной работы.

В данной выпускной квалификационной работе был разработан, а также обоснован технологический процесс изготовления детали “крышка подшипника торцевая”, заданной для выполнения ВКР. Учтены требования по обеспечению требуемого качества детали и получения ее методами, которые применяются при механической обработке на реальном оборудовании. Разработано приспособление необходимое для сверления отверстий в заданной детали.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1,1 Исходные данные

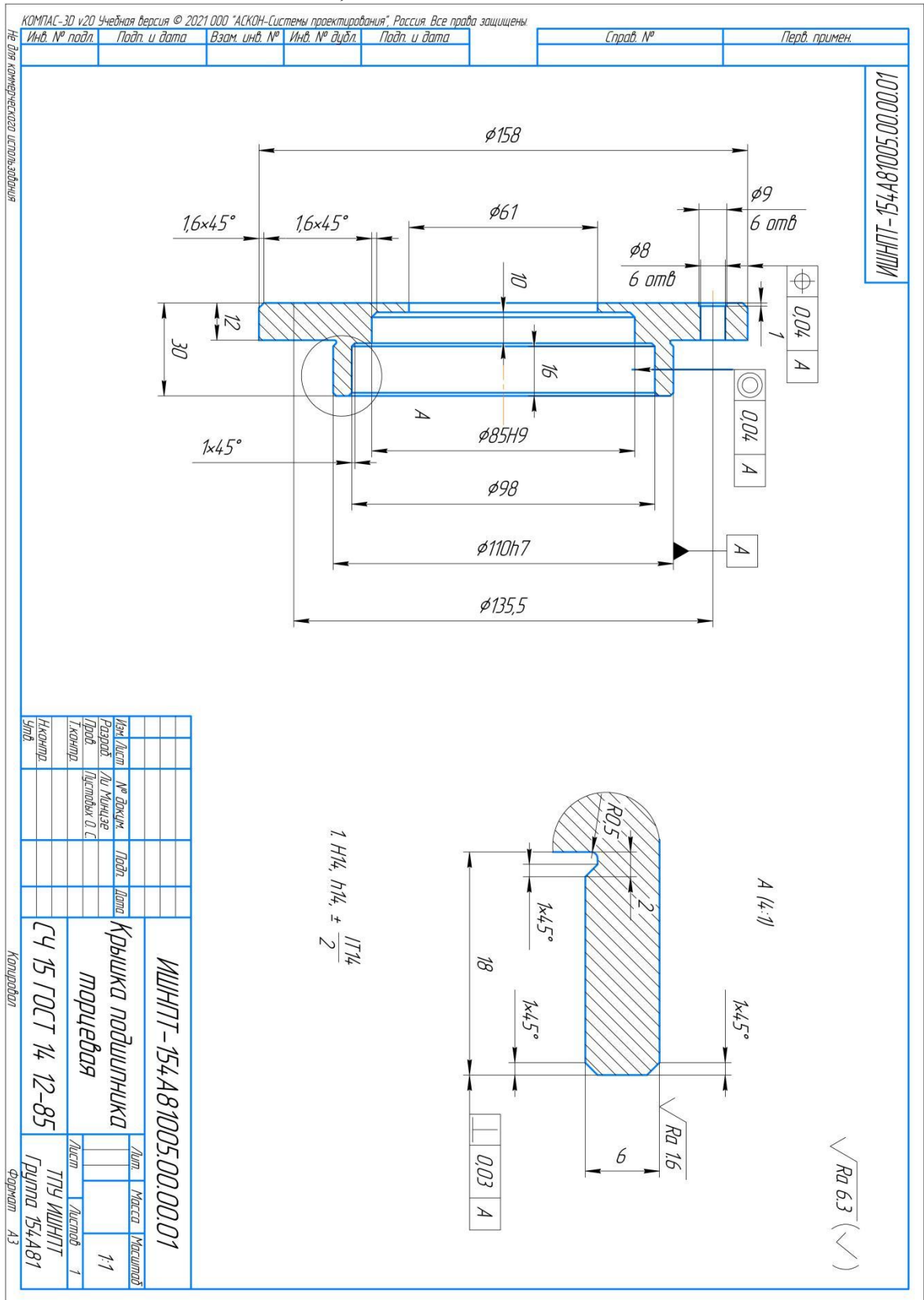


Рисунок 1,1 - Чертеж детали.

Годовая программа выпуска N = 50000шт.

1,2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь - крышка подшипника торцевая на рисунке 1.1 представляет собой тело вращения. Она предназначена для редуктора.

Деталь является достаточно жесткой. Ко всем обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ инструмента. Деталь имеет поверхности, которые могут использоваться при ее базировании и закреплении. Необходимо произвести стабилизацию размеров деталей, а также произвести анодирование алюминия с последующем покрытием детали эмалью.

Требования к шероховатости некоторых поверхностей Ra 2,5 могут быть выдержаны при чистовой токарной обработке.

Крышка подшипника торцевая изготовлена из круглого прутка алюминиевого сплава СЧ15 диаметром 165 мм.

Механические свойства серых чугунов зависят от свойств металлической основы и в основном, от количества, формы и размеров графитных включений. Перлитная основа обеспечивает наибольшие значения показателей прочности и износостойкости. Марки серых чугунов согласно ГОСТ 1412--85 состоят из букв "СЧ" и цифр, соответствующих минимальному пределу прочности при растяжении $\sigma_{\text{тв}}$, МПа/10. СЧ15 - ферритно-перлитные чугуны. Серый чугун отличается высокими литейными свойствами (для него свойственна низкая температура кристаллизации, текучесть в жидком состоянии, малая усадка) и поэтому служит основным материалом для крышек подшипника торцевой.

Химический состав данного сплава, помимо железа, включает в себя:

- ① Магний (1,5-1,95%) - дает прочность алюминия;
- ② Марганец (0,5-0,8%) - легирование, значительно измельчает зернистую структуру;
- ③ Кремний (2-2,4%) - улучшает термостойкость.

Исходя из сказанного выше, деталь является технологичной. Данную деталь стоит обрабатывать на станках с ЧПУ.

1,3 Выбор типа производства

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з,0}$ по формуле (1,1). Он показывает отношение всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих для выполнения подразделением в течении месяца, к числу рабочих мест.

Определим коэффициент закрепления:

$$K_{з,0} = \frac{t_B}{T_{cp}} \quad (1,1).$$

где t_B - такт выпуска деталей, мин; T_{cp} - средняя трудоемкость операций, мин.

Такт производства:

$$t_B = \frac{60 \times F_d}{N} \quad (1,2).$$

где F_d - действительный годовой фонд времени оборудования, равный 4015ч. N - годовой объем выпуска деталей, равный 50000шт.

Тогда по формуле (1,2):

$$t_B = 60 \times \frac{4015}{50000} = 4,818 \text{ мин.}$$

Среднее трудоемкость операций по формуле:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ши}}{n} \quad (1,3).$$

где $T_{ши}$ - штучное время i -ой операции изготовления детали; n - число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время i -ой операции определяется по формуле:

$$T_{ши} = \varphi_{ki} \times T_{0i} \quad (1,4).$$

где φ_{ki} - коэффициент, зависящий от вида станка; T_{0i} - основное технологическое время i -ой операции, мин.

Рассчитываем технологическое время операций по формулам из пособия:

① Отрезная операция:

$$T_0 = 0,19 \times D_2 \times 10^{-3}.$$

Тогда:

$$T_0 = 0,19 \times 165^2 \times 10^{-3} = 5,17 \text{мин.}$$

② Токарная операция:

$$T_{1A} = [0,037 \times (D^2 - d^2) + 0,1 \times d \times l + 0,52 \times d \times l + 0,18 \times d \times l + 0,21 \times d \times l + 0,18 \times d \times l + 0,21 \times d \times l + 0,21 \times d \times l] \times 10^{-3}.$$

$$T_{1B} = [0,037 \times (D^2 - d^2) + 0,1 \times d \times l + 0,21 \times d \times l] \times 10^{-3}.$$

Тогда:

$$T_{1A} = [0,037 \times (165^2 - 0^2) + 0,1 \times 110 \times 18 + 0,52 \times 61 \times 32 + 0,18 \times 85 \times 25,4 + 0,21 \times 85 \times 1,6 + 0,18 \times 98 \times 16 + 0,21 \times 98 \times 1 + 0,21 \times 110 \times 1 + 0,21 \times 100 \times 1] \times 10^{-3} = 2984,465 \times 10^{-3} = 2,98 \text{мин.}$$

$$T_{1B} = [0,037 \times (165^2 - 0^2) + 0,1 \times 158 \times 12 + 0,21 \times 158 \times 1,6] \times 10^{-3} = 1250,013 \times 10^{-3} = 1,25 \text{мин.}$$

③ Сверлильная:

$$T_2 = [0,52 \times d \times l \times 6 + 0,18 \times d \times l \times 6] \times 10^{-3}.$$

Тогда:

$$T_2 = [0,52 \times 8 \times 12 \times 6 + 0,18 \times 9 \times 1 \times 6] \times 10^{-3} = 309,24 \times 10^{-3} = 0,309 \text{мин.}$$

④ Чистовая токарная:

$$T_3 = [0,15 \times d \times l + 1,5 \times d \times l] \times 10^{-3}.$$

Тогда:

$$T_3 = [0,15 \times 110 \times 17 + 1,5 \times 85 \times 8,4] \times 10^{-3} = 1351,5 \times 10^{-3} = 1,35 \text{мин.}$$

Рассчитаем штучное время i -ой операции по формуле (1,4):

$$T_{ш0} = \varphi_{k0} \times T_0 = 2,14 \times 5,17 = 11,06 \text{мин.}$$

$$T_{ш1A} = \varphi_{k1} \times T_{1A} = 2,14 \times 2,98 = 6,38 \text{мин.}$$

$$T_{ш1B} = \varphi_{k1} \times T_{1B} = 2,14 \times 1,25 = 2,68 \text{мин.}$$

$$T_{ш2} = \varphi_{k2} \times T_2 = 1,72 \times 0,309 = 0,53 \text{мин.}$$

$$T_{ш3} = \varphi_{k3} \times T_3 = 2,14 \times 1,35 = 2,89 \text{мин.}$$

Среднее трудоёмкость операций рассчитаем по формуле (1,3), используя расчёты выше:

$$T_{cp} = \frac{11,06 + 6,38 + 2,68 + 0,53 + 2,89}{4} = 5,885 \text{мин.}$$

Определяем коэффициент закрепления по формуле (1,1):

$$K_{3,0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{4,818}{5,885} = 0,818 \text{мин.}$$

Так как $10 \geq K_{3,0} = 0,813 \leq 1$, то тип производства - крупносерийное.

1,4 Анализ существующего технологического процесса

Типовой технологический процесс дисков (таблица 1,1) подходит для данной детали “крышка подшипника торцевая”, так как он написан для деталей, у которых $\frac{L}{D} < 0,5$.

Таблица 1,1 - Типовой технологический процесс.

№ операции	Название операции	Описание операции
005	Отрезная	В большинстве случаев - лить заготовку, ковать или штамповать. Мелкие диски - из прутка.
010А	Токарная	Подрезать торец и расточить отверстие с припуском под последующую обработку.
010Б	Токарная	Подрезать второй торец.
015	Сверлильная	Сверлить отверстия.
020	Токарная (чистовая)	Точить наружный диаметр и канавки.
025	Токарная	Неправильные канавки получаются с помощью токарных инструментов специальной формы.
030	Контрольная	

Проведем анализ данного технологического процесса:

- ① Некоторые операции являются лишними для детали на рисунке 1,1.
- ② Для достижения 7 качества, некоторых поверхностей, необходимо провести тонкое точение, которое не указано в типовом технологическом процессе.
- ③ Нет термической обработки - стабилизации, которую необходимо провести для детали на чертеже (рисунок 1,1).

Исходя из проведенного анализа, составим свой технологический процесс детали “крышка подшипника торцевая” (таблица 1,2).

1,5 Выбор заготовки

Учитывая технологические свойства детали, её габариты и тип производства целесообразно применить круглый прокат горячекатаный (рисунок 1,2).

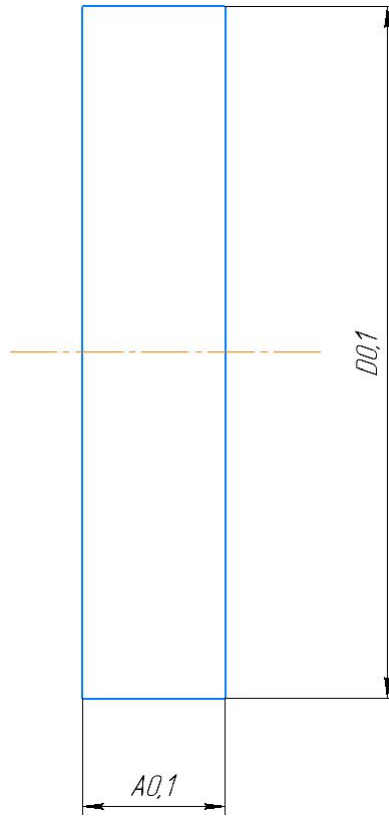


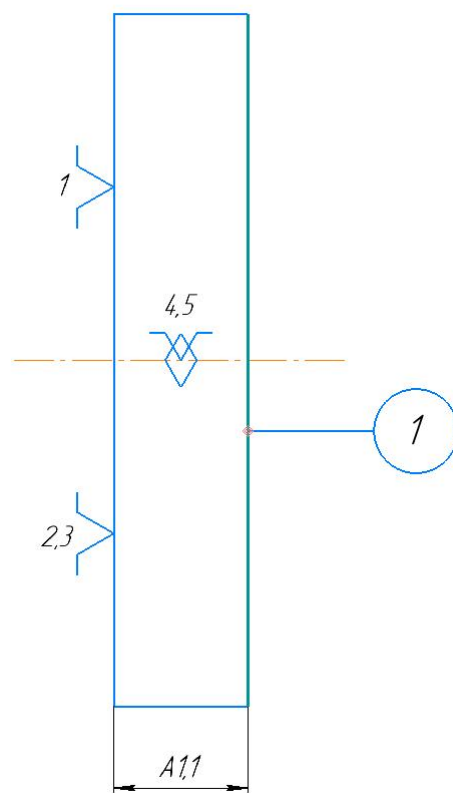
Рисунок 1,2 - Эскиз заготовки.

1,6 Разработка технологического маршрута

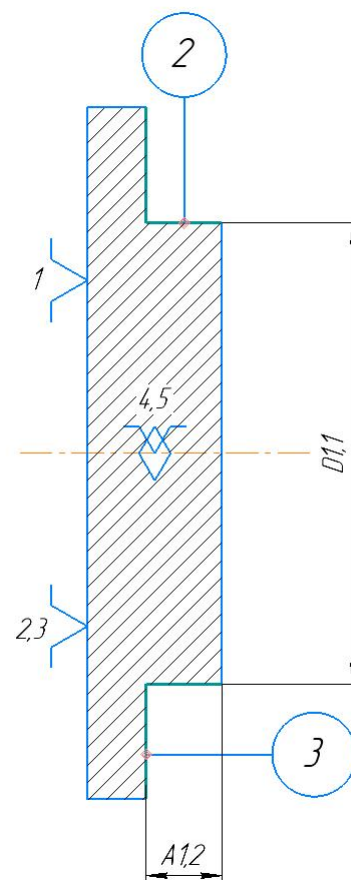
Таблица 1,2 - Технологический маршрут.

№		Название операции	Операционный эскиз
Операц ия	Пере ход		
005	А	Отрезная	
		<p>1. Выдвинуть пруток до упора и закрепить.</p> <p>2. Отрезать заготовку, выдерживая размеры $A_{0,1}$ и $D_{0,1}$.</p>	
010	А	Токарная	
		1. Установить, закрепить и снять деталь.	

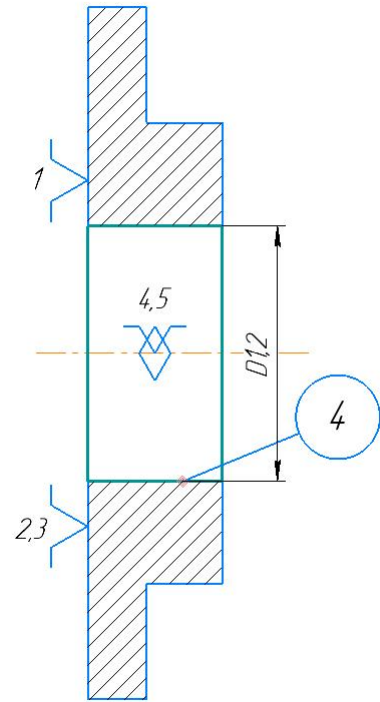
2. Подрезать торец поверхности 1 в размер $A_{1,1}$.



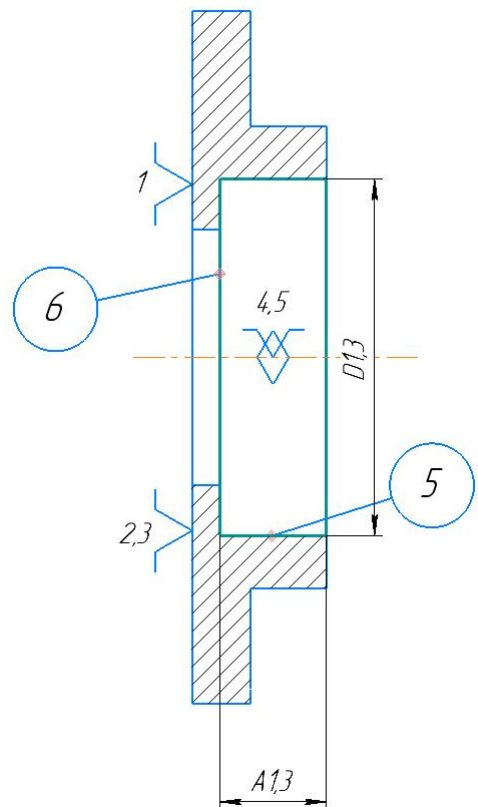
3. Точить поверхности 2 с подрезкой торца 3, выдерживая размеры $D_{1,1}$ и $A_{1,2}$.



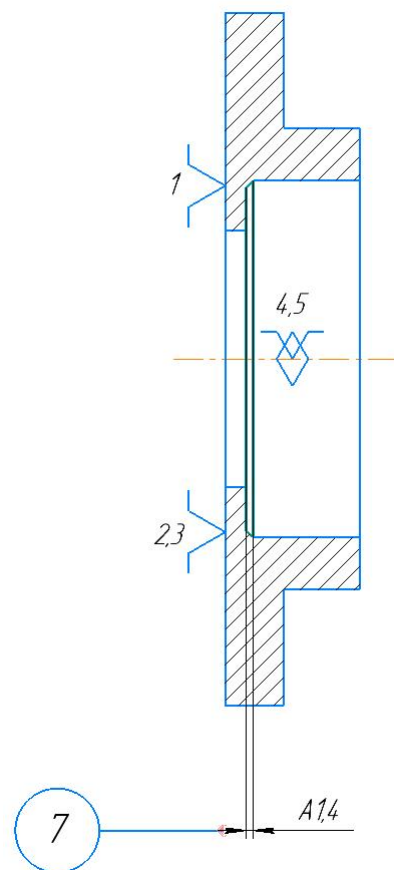
4. Сверлить поверхность 4 с подрезкой торца, выдерживая размер D1,2.



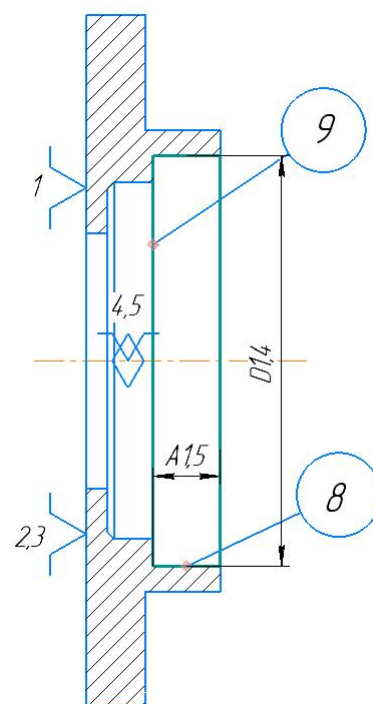
5. Расточить поверхность 5 с подрезкой торца 6, выдерживая размеры D1,3 и A1,3.

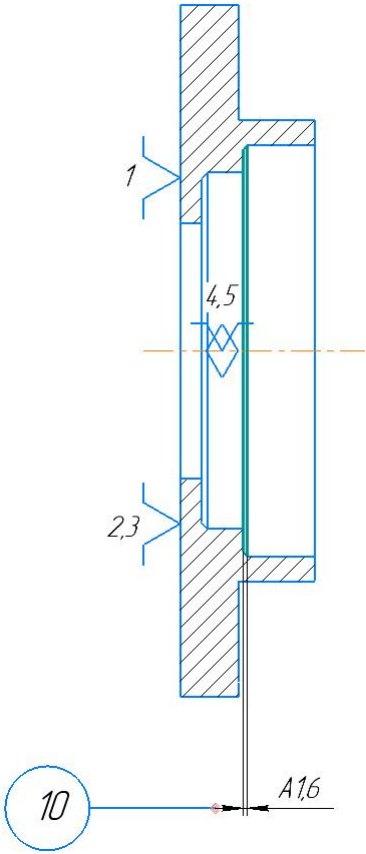
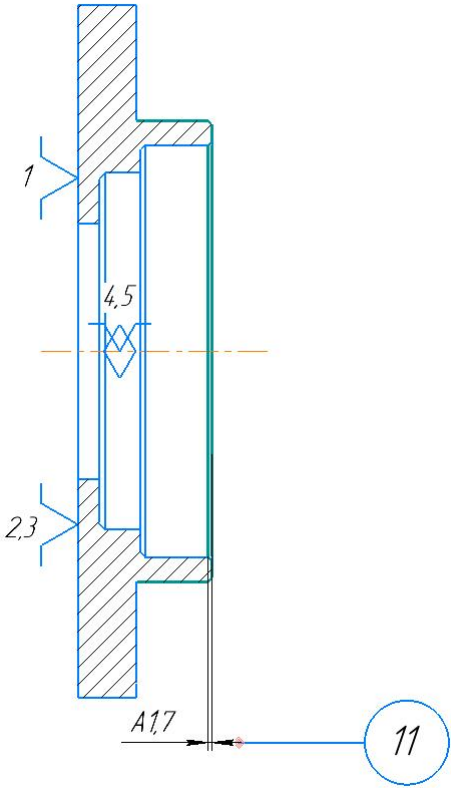


6. Точить фаску 7, выдерживая размер A1,4 × 45°.

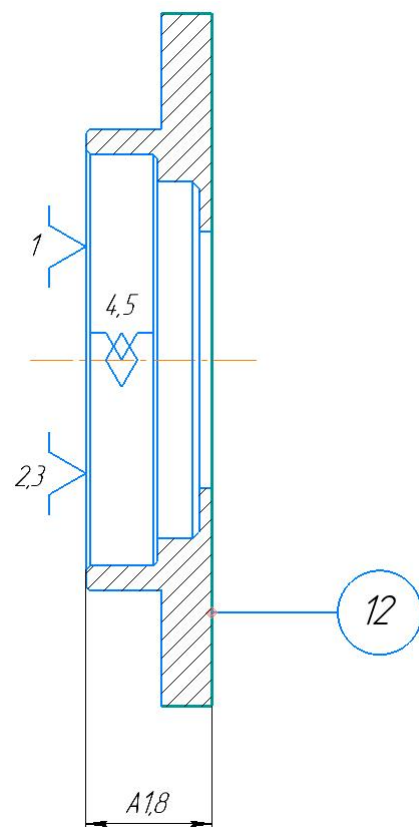


7. Расточить поверхность 8 с подрезкой торца 9, выдерживая размеры D1,4 и A1,5.

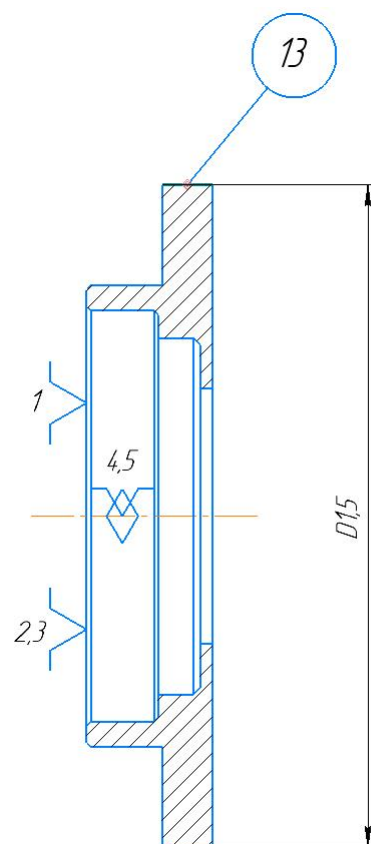


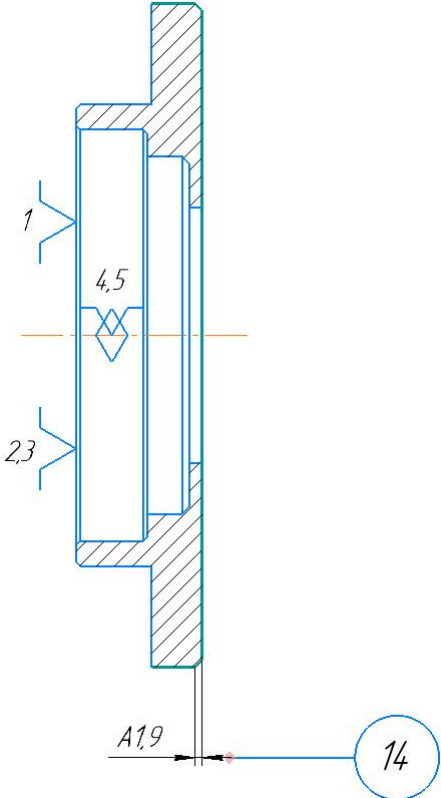
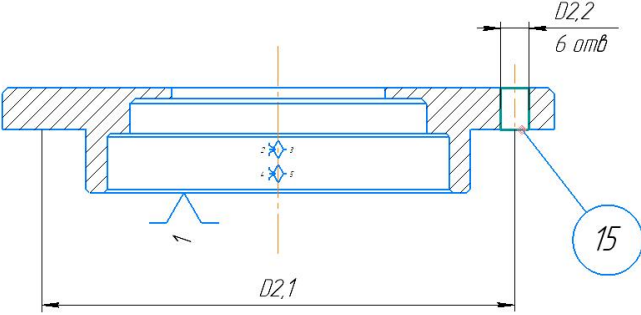
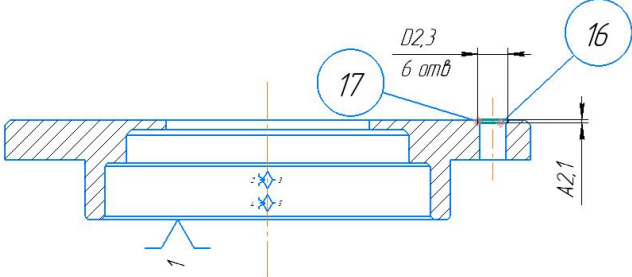
		<p>8. Точить фаску 10, выдерживая размер $A1,6 \times 45^\circ$.</p>	
		<p>9. Точить 2 фаски 11, выдерживая размер $A1,7 \times 45^\circ$.</p>	
010	Б	<p>1. Установить, закрепить и снять деталь.</p>	

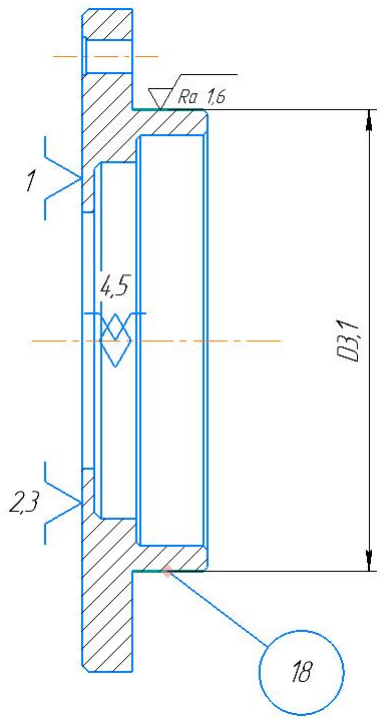
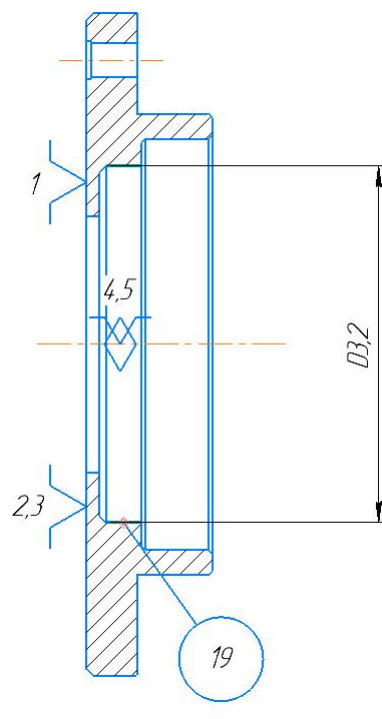
2. Подрезать торец поверхности 12 в размер A1,8.

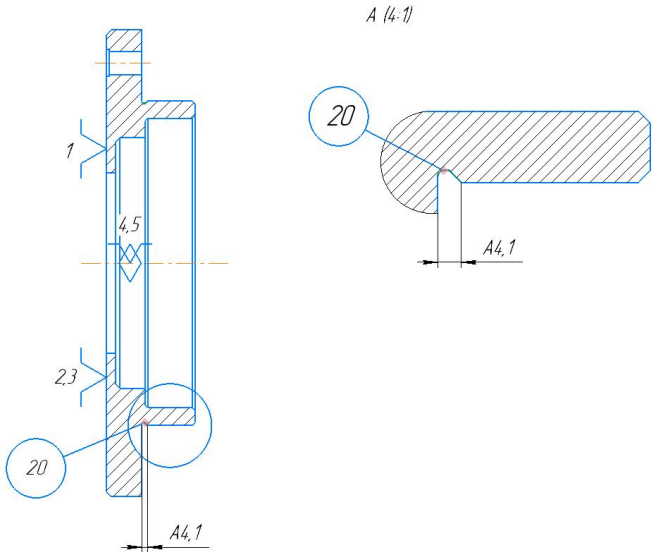


3. Точить поверхность 13 на проход, выдерживая размер D1,5.



		<p>4. Точить фаску 14, выдерживая размер $A1,9 \times 45^\circ$.</p>	
015	А	Сверильная	
		<p>1. Сверлить 6 отв. 15 размером $D2,1$, выдерживая размер $D2,2$.</p>	
		<p>2. Зенковать 6 отв. 16 с подрезкой торца 17, выдерживая размеры $A2,1$ и $D2,3$.</p>	
020	А	Чистовая токарная	

		<p>1. Установить, закрепить и снять деталь.</p>	
		<p>2. Точить поверхность 18, выдерживая размер D3,1.</p>	
		<p>3. Расточить поверхность 19, выдерживая размер D3,2.</p>	
025	А	Токарная	

		<p>1. Установить, закрепить и снять деталь.</p>	
		<p>2. Проточить канавку 20, выдерживая размеры А4,1.</p>	
<p>030</p>	<p>А</p>	<p>Контрольная</p>	
		<p>1. Контролировать размеры, допуски формы и взаимного расположения поверхностей, параметры шероховатости согласно чертежу изделия.</p>	

1,7 Размерный анализ

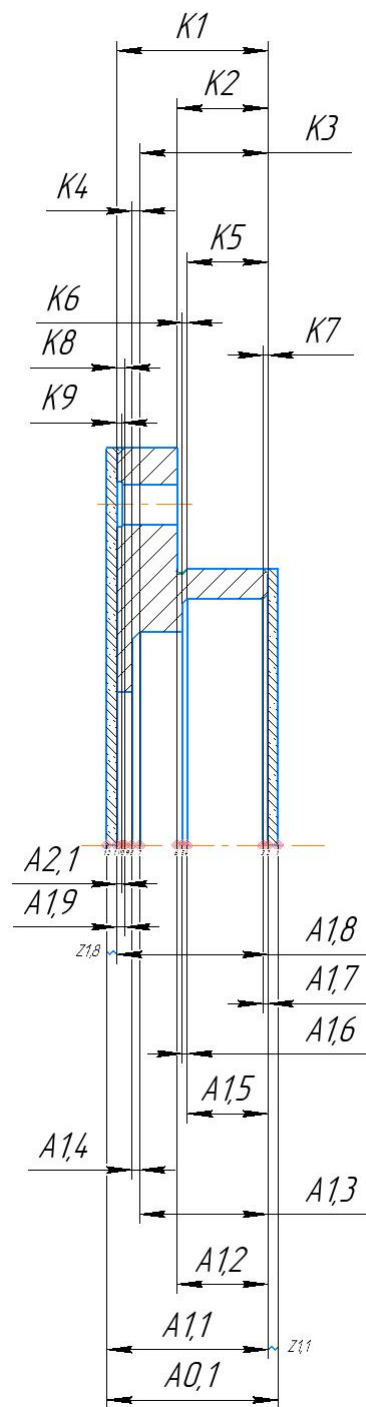


Рисунок 1,3 - Размерная схема осевых технологических размеров.

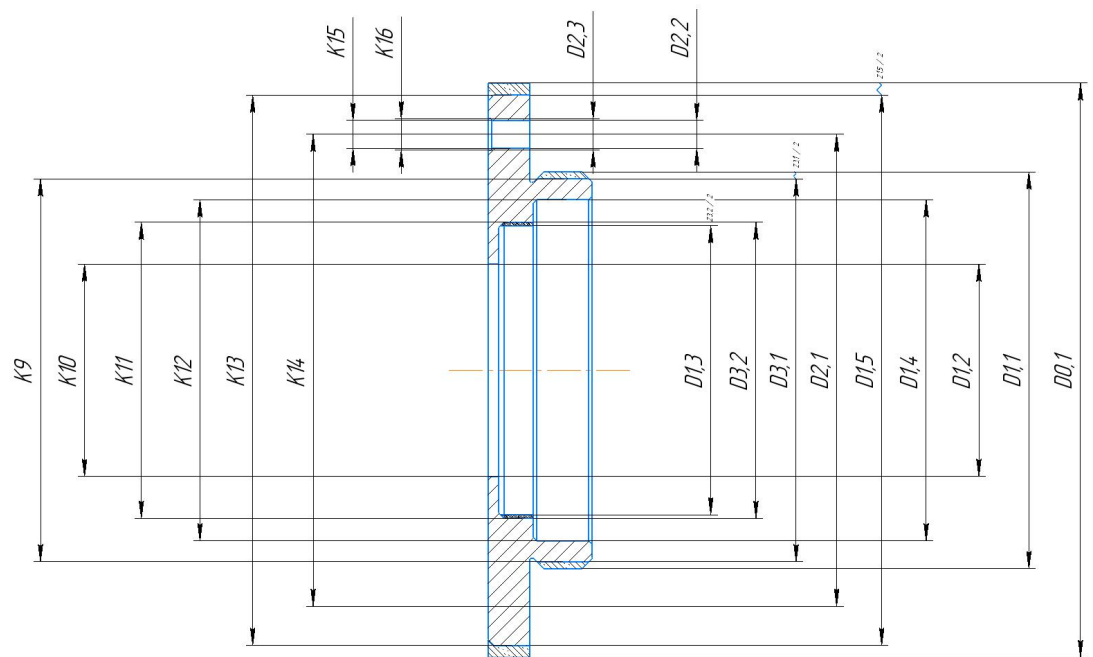


Рисунок 1,4 - Размерная схема диаметральных технологических размеров.

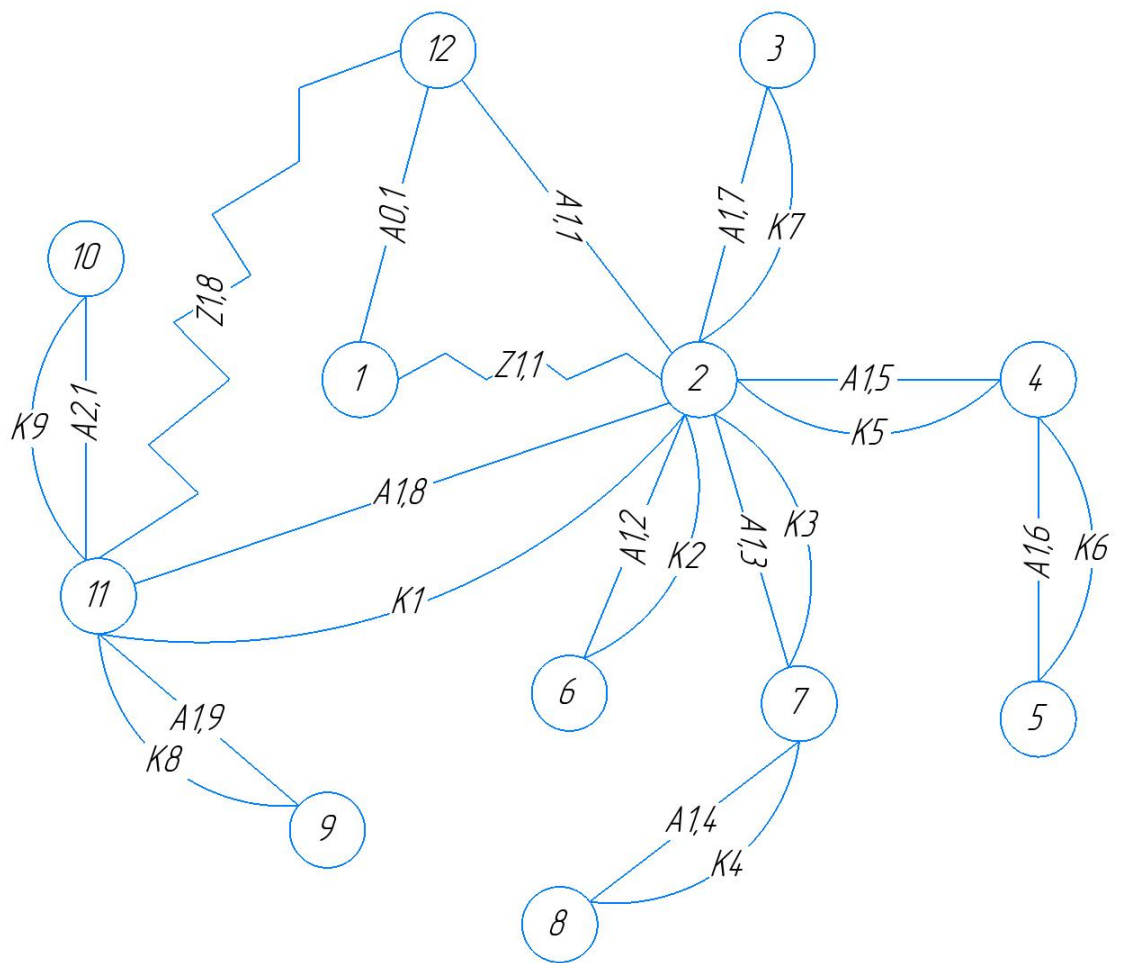


Рисунок 1,5 - Граф осевых технологических размеров.

Проверка условий:

$$\Sigma_{\text{поверхности}} = \Sigma A + 1 = 11 + 1 = 12.$$

$$\Sigma(Z + K) = \Sigma A = 2 + 9 = 11.$$

Допуски осевых конструкторских размеров:

$$\text{Размер K1} = 30_{-0,26}^{+0,26}. \text{ Допуск ТК1} = 0,52\text{мм};$$

$$\text{Размер K2} = 18_{-0,215}^{+0,215}. \text{ Допуск ТК2} = 0,43\text{мм};$$

$$\text{Размер K3} = 25,4_{-0,26}^{+0,26}. \text{ Допуск ТК3} = 0,52\text{мм};$$

$$\text{Размер K4} = 1,6_{-0,125}^{+0,125}. \text{ Допуск ТК4} = 0,25\text{мм};$$

$$\text{Размер K5} = 16_{-0,215}^{+0,215}. \text{ Допуск ТК5} = 0,43\text{мм};$$

$$\text{Размер K6} = 1_{-0,125}^{+0,125}. \text{ Допуск ТК6} = 0,25\text{мм};$$

$$\text{Размер K7} = 1_{-0,125}^{+0,125}. \text{ Допуск ТК7} = 0,25\text{мм};$$

$$\text{Размер K8} = 1,6_{-0,125}^{+0,125}. \text{ Допуск ТК8} = 0,25\text{мм}.$$

$$\text{Размер K9} = 1_{-0,125}^{+0,125}. \text{ Допуск ТК9} = 0,25\text{мм}.$$

Допуски диаметральных конструкторских размеров:

$$\text{Размер K10} = 110_{-0,035}^{+0,000}. \text{ Допуск ТК9} = 0,035\text{мм};$$

$$\text{Размер K11} = 61_{-0,00}^{+0,74}. \text{ Допуск ТК10} = 0,74\text{мм};$$

$$\text{Размер K12} = 85_{-0,000}^{+0,087}. \text{ Допуск ТК11} = 0,087\text{мм};$$

$$\text{Размер K13} = 98_{-0,00}^{+0,87}. \text{ Допуск ТК12} = 0,87\text{мм};$$

$$\text{Размер K14} = 158_{-1}^{+0}. \text{ Допуск ТК13} = 1,00\text{мм};$$

$$\text{Размер K15} = 135,5_{-1}^{+0}. \text{ Допуск ТК14} = 1,00\text{мм};$$

$$\text{Размер K16} = 8_{-0,00}^{+0,36}. \text{ Допуск ТК15} = 0,36\text{мм};$$

$$\text{Размер K17} = 9_{-0,00}^{+0,36}. \text{ Допуск ТК16} = 0,36\text{мм}.$$

Размеры, которые получают непосредственно:

$$\text{TK1} = A1,8;$$

$$\text{TK2} = A1,2;$$

$$\text{TK3} = A1,3;$$

$$TK4 = A1,4;$$

$$TK5 = A1,5;$$

$$TK6 = A1,6;$$

$$TK7 = A1,7;$$

$$TK8 = A1,9;$$

$$TK9 = A2,1;$$

$$TK10 = D3,1;$$

$$TK11 = D1,2;$$

$$TK12 = D3,2;$$

$$TK13 = D1,4;$$

$$TK14 = D1,5;$$

$$TK15 = D2,1;$$

$$TK16 = D2,2;$$

$$TK17 = D2,3.$$

Диаметральные допуски равны статистической погрешности [3]:

$$TD_i = \omega_c (1,5).$$

где ω_c - статистическая погрешность, мм.

Тогда допуски на диаметральные размеры определим по приложению 1 в пособии [2] равны:

$$TD1,1 = 0,40\text{мм};$$

$$TD1,2 = 0,30\text{мм};$$

$$TD1,3 = 0,40\text{мм};$$

$$TD1,4 = 0,40\text{мм};$$

$$TD1,5 = 0,40\text{мм};$$

$$TD2,2 = 0,15\text{мм};$$

$$TD2,3 = 0,15\text{мм};$$

$$TD3,1 = 0\text{мм};$$

$$TD3,2 = 0\text{мм}.$$

Допуск на размеры круглого проката:

$$TD_{0,1} = (165)_{-0,5}^{+0,5} = 1\text{мм.}$$

Допуски на осевые технологические размеры определяются по формуле [3]:

$$TA_i = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b (1,6).$$

где ω_c - статистическая погрешность, мм; ρ_u - пространственное отклонение; ε_b - погрешность базирования.

Тогда по формуле 1,6 рассчитаем допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b = 0,30 + 0,2 + 0 = 0,50\text{мм};$$

$$TA_{1,2} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b = 0,30 + 0 + 0 = 0,30\text{мм};$$

$$TA_{1,3} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b = 0,30 + 0 + 0 = 0,30\text{мм};$$

$$TA_{1,4} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b = 0,15 + 0 + 0 = 0,15\text{мм};$$

$$TA_{1,5} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b = 0,30 + 0 + 0 = 0,30\text{мм};$$

$$TA_{1,6} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b = 0,15 + 0 + 0 = 0,15\text{мм};$$

$$TA_{1,7} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b = 0,15 + 0 + 0 = 0,15\text{мм};$$

$$TA_{1,8} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b = 0,30 + 0,2 + 0 = 0,50\text{мм};$$

$$TA_{1,9} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b = 0,15 + 0 + 0 = 0,15\text{мм};$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b = 0,15 + 0 + 0 = 0,15\text{мм};$$

$$TA_{4,1} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b = 0,15 + 0 + 0 = 0,15\text{мм}.$$

Допуск на размер после отрезки:

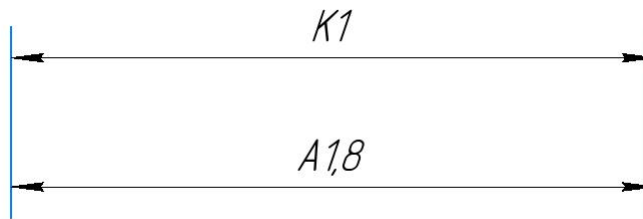
$$TA_{0,1} = (34)_{-0,31}^{+0,31} = 0,62\text{мм}.$$

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.

При расчете максимального и минимального метода проверьте условия, чтобы обеспечить точность расчетных размеров:

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

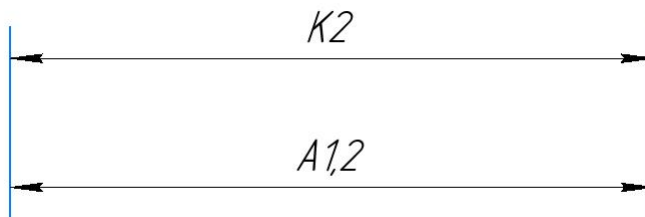
① Размерная цепь для размера К1 (рисунок 1,6).



$$TK1 = 0,52\text{мм}, TA1,8 = 0,5\text{мм}.$$

Размер $K1$ выдерживается непосредственно.

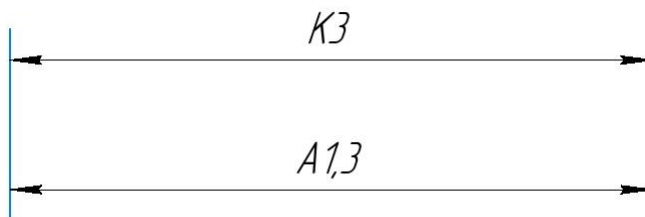
- ② Размерная цепь для размера $K2$ (рисунок 1,7).



$$TK2 = 0,43\text{мм}, TA1,2 = 0,30\text{мм}.$$

Размер $K2$ выдерживается непосредственно.

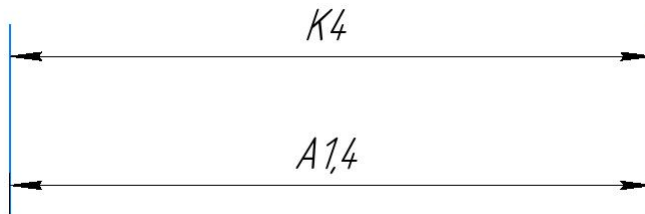
- ③ Размерная цепь для размера $K3$ (рисунок 1,8).



$$TK3 = 0,52\text{мм}, TA1,3 = 0,30\text{мм}.$$

Размер $K3$ выдерживается непосредственно.

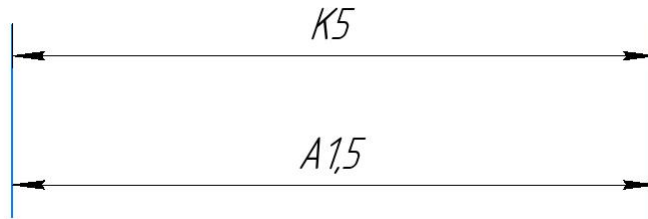
- ④ Размерная цепь для размера $K4$ (рисунок 1,9).



$$TK4 = 0,25\text{мм}, TA1,4 = 0,15\text{мм}.$$

Размер $K4$ выдерживается непосредственно.

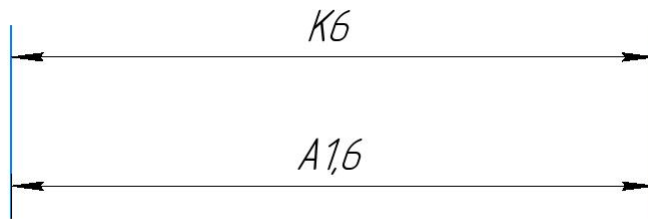
- ⑤ Размерная цепь для размера $K5$ (рисунок 1,10).



$$TK5 = 0,43\text{мм}, TA1,5 = 0,30\text{мм}.$$

Размер K5 выдерживается непосредственно.

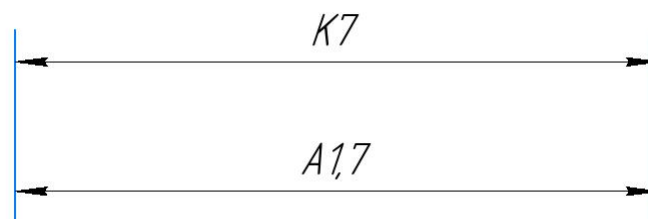
- ⑥ Размерная цепь для размера K6 (рисунок 1,11).



$$TK6 = 0,25\text{мм}, TA1,6 = 0,15\text{мм}.$$

Размер K6 выдерживается непосредственно.

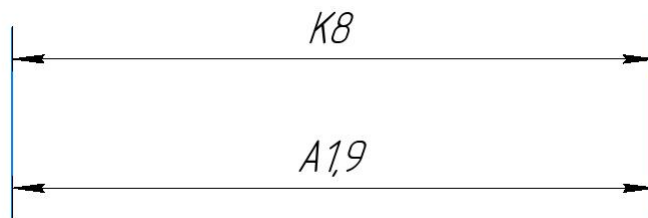
- ⑦ Размерная цепь для размера K7 (рисунок 1,12).



$$TK7 = 0,25\text{мм}, TA1,7 = 0,15\text{мм}.$$

Размер K7 выдерживается непосредственно.

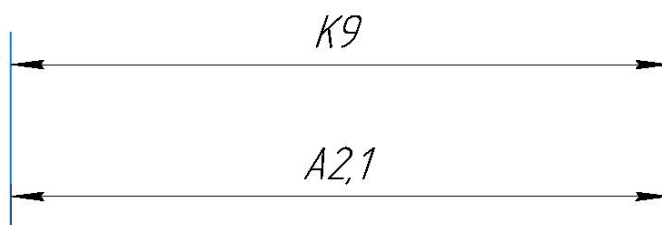
- ⑧ Размерная цепь для размера K8 (рисунок 1,13).



$$TK8 = 0,25\text{мм}, TA1,9 = 0,15\text{мм}.$$

Размер K8 выдерживается непосредственно.

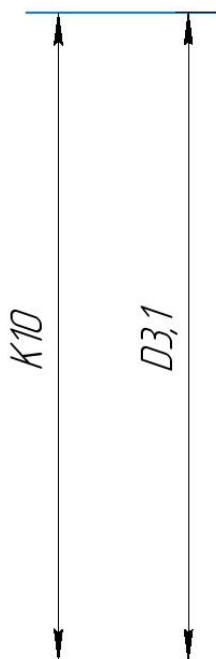
- ⑨ Размерная цепь для размера K9 (рисунок 1,14).



$$TK9 = 0,25\text{мм}, TA1,9 = 0,15\text{мм}.$$

Размер K9 выдерживается непосредственно.

⑩ Размерная цепь для размера K10 (рисунок 1,15).



$$TK10 = 0,035\text{мм}, TD3,1 = 0\text{мм}.$$

Размер K10 выдерживается непосредственно.

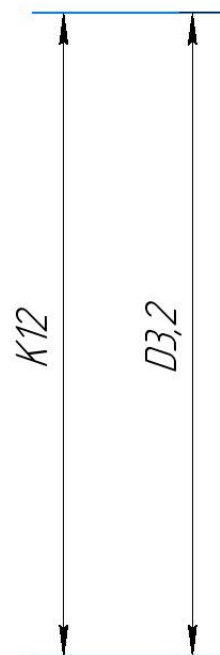
⑪ Размерная цепь для размера K11 (рисунок 1,16).



$$TK_{11} = 0,74\text{мм}, TD_{1,2} = 0,30\text{мм}.$$

Размер K_{11} выдерживается непосредственно.

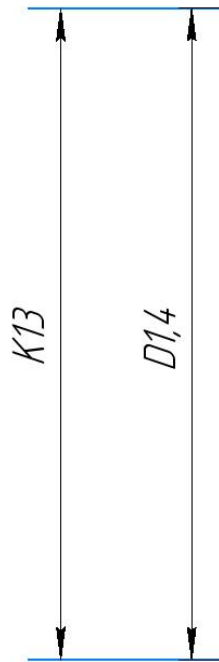
- ⑫ Размерная цепь для размера K_{12} (рисунок 1,17).



$$TK_{12} = 0,087\text{мм}, TD_{3,2} = 0\text{мм}.$$

Размер K_{12} выдерживается непосредственно.

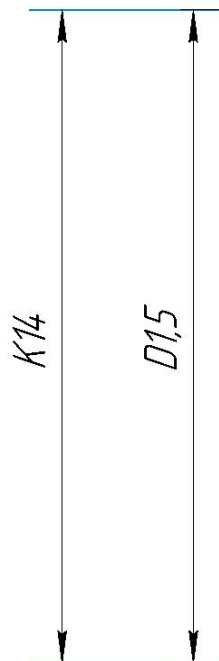
- ⑬ Размерная цепь для размера K_{13} (рисунок 1,18).



$$TK_{13} = 0,87\text{мм}, TD_{1,4} = 0,40\text{мм}.$$

Размер K13 выдерживается непосредственно.

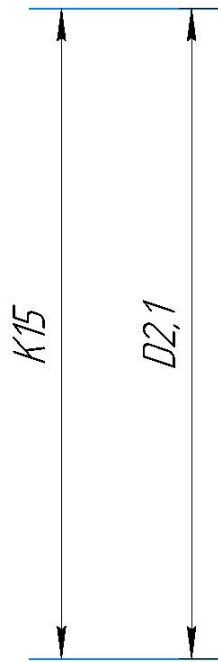
- ⑭ Размерная цепь для размера K14 (рисунок 1,19).



$$TK_{14} = 1,00\text{мм}, TD_{1,5} = 0,40\text{мм}.$$

Размер K14 выдерживается непосредственно.

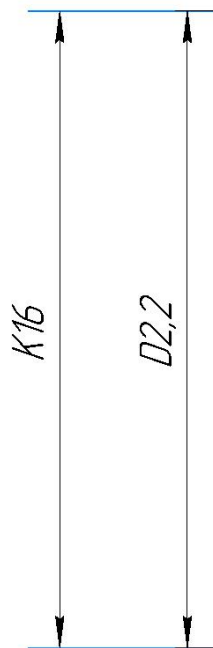
- ⑮ Размерная цепь для размера K15 (рисунок 1,20).



$$TK15 = 1,00\text{мм}, TD2,1 = 0,40\text{мм}.$$

Размер K15 выдерживается непосредственно.

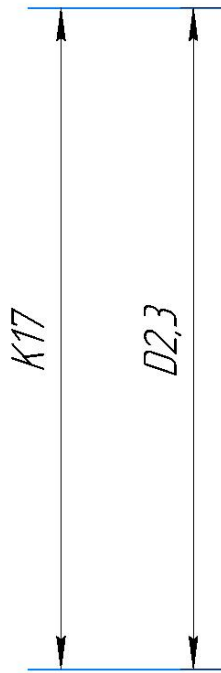
- ⑩ Размерная цепь для размера K16 (рисунок 1,21).



$$TK16 = 0,36\text{мм}, TD2,2 = 0,15\text{мм}.$$

Размер K16 выдерживается непосредственно.

- ⑪ Размерная цепь для размера K17 (рисунок 1,22).



TK17 = 0,36мм, TD2,3 = 0,15мм.

Размер K17 выдерживается непосредственно.

Определим минимальные припуски по формуле (1,7) [3] для диаметральных размеров и по формуле (1,8) [3] для осевых размеров:

$$Z_i^{Dmin} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (1,7).$$

где Z_i^{Dmin} - минимальный припуск на длину для рассматриваемой обработки, мкм; Rz_{i-1} - шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм; h_{i-1} - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм; ρ_{i-1} - суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм; ε_i - погрешность установки и закрепления.

$$Z_i^{min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (1,8).$$

где Z_i^{min} - минимальный припуск на длину для рассматриваемой обработки, мкм; Rz_{i-1} - шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм; h_{i-1} - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм; ρ_{i-1} - суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм.

① Припуски $Z_{1,5}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1,5}^{Dmin} = 2 \times (0,08 + 0,1 + \sqrt{0,064^2 + 0,6^2}) = 1,56 \text{ мм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,5}^D = TD_{1,5} + TD_{0,1} = 0,4 + 1,0 = 1,4 \text{ мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,5}^{Dmax} = Z_{1,5}^{Dmin} + TZ_{1,5}^D = 1,56 + 1,4 = 2,96 \text{ мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,5}^{Dcp} = \frac{Z_{1,5}^{Dmin} + Z_{1,5}^{Dmax}}{2} \pm \frac{TZ_{1,5}^D}{2} = \frac{1,56 + 2,96}{2} \pm \frac{1,4}{2} = 2,26 \pm 0,7 \text{ мм.}$$

② Припуски $Z_{3,1}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{3,1}^{Dmin} = 2 \times (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,019^2 + 0,6^2}) = 1,38 \text{ мм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{3,1}^D = TD_{3,1} + TD_{1,1} = 0 + 0,4 = 0,4 \text{ мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{3,1}^{Dmax} = Z_{3,1}^{Dmin} + TZ_{3,1}^D = 1,38 + 0,4 = 1,78 \text{ мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{3,1}^{Dcp} = \frac{Z_{3,1}^{Dmin} + Z_{3,1}^{Dmax}}{2} \pm \frac{TZ_{3,1}^D}{2} = \frac{1,38 + 1,78}{2} \pm \frac{0,4}{2} = 1,58 \pm 0,2 \text{ мм.}$$

③ Припуски $Z_{3,2}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{3,2}^{Dmin} = 2 \times (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,019^2 + 0,6^2}) = 1,38 \text{ мм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{3,2}^D = TD_{3,2} + TD_{1,3} = 0 + 0,4 = 0,4 \text{ мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{3,2}^{Dmax} = Z_{3,2}^{Dmin} + TZ_{3,2}^D = 1,38 + 0,4 = 1,78 \text{ мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{3,2}^{Dcp} = \frac{Z_{3,2}^{Dmin} + Z_{3,2}^{Dmax}}{2} \pm \frac{TZ_{3,2}^D}{2} = \frac{1,38 + 1,78}{2} \pm \frac{0,4}{2} = 1,58 \pm 0,2\text{мм.}$$

Таблица 1,3 - Рассчитанные данные заносим.

Расчетный припуск	Элементы припуска				Расчетный минимальный припуск, мм	Сумма допусков звеньев в цепи, мм	Расчетный максимальный припуск, мм	Расчетный средний припуск, мм
	Rz _{i-1}	h _{i-1}	ρ _{i-1}	ε _i				
Z _{1,5} ^D	0,08	0,1	0,064	0,6	1,56	1,4	2,96	2,26 ± 0,7
Z _{3,1} ^D	0,04	0,05	0,019	0,6	1,38	0,4	1,78	1,58 ± 0,2
Z _{3,2} ^D	0,04	0,05	0,019	0,6	1,38	0,4	1,78	1,58 ± 0,2

④ Припуски Z_{1,1}:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1,1}^{min} = 0,08 + 0,1 + 0,07 = 0,25\text{мм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,1} = TA_{1,1} + TA_{0,1} = 0,5 + 0,62 = 1,12\text{мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,1}^{max} = Z_{1,1}^{min} + TZ_{1,1} = 0,25 + 1,12 = 1,37\text{мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,1}^{cp} = \frac{Z_{1,1}^{min} + Z_{1,1}^{max}}{2} \pm \frac{TZ_{1,1}}{2} = \frac{0,25 + 1,37}{2} \pm \frac{1,12}{2} = 0,81 \pm 0,56\text{мм.}$$

⑤ Припуски Z_{1,8}:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1,8}^{min} = 0,08 + 0,1 + 0,07 = 0,25\text{мм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,8} = TA_{1,8} + TA_{1,1} = 0,5 + 0,5 = 1,0\text{мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,8}^{max} = Z_{1,8}^{min} + TZ_{1,8} = 0,25 + 1,0 = 1,25\text{мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,8}^{cp} = \frac{z_{1,8}^{min} + z_{1,8}^{max}}{2} \pm \frac{TZ_{1,8}}{2} = \frac{0,25 + 1,25}{2} \pm \frac{1,0}{2} = 0,75 \pm 0,5 \text{ мм.}$$

Таблица 1,4 - Рассчитанные данные заносим.

Расчетный припуск	Элементы припуска			Расчетный минимальный припуск, мм	Сумма допусков звеньев в цепи, мм	Расчетный максимальный припуск, мм	Расчетный средний припуск, мм
	Rz _{i-1}	h _{i-1}	ρ _{i-1}				
Z _{1,1}	0,08	0,1	0,07	0,25	1,12	1,37	0,81 ± 0,56
Z _{1,8}	0,08	0,1	0,07	0,25	1,0	1,25	0,75 ± 0,5

Расчет технических размеров определяется на основе размерного анализа процесса обработки нашей установленной размерной цепи.

① Вычерчиваем размерную цепь для обработки наружной поверхности Ø158 (рисунок 1,23).

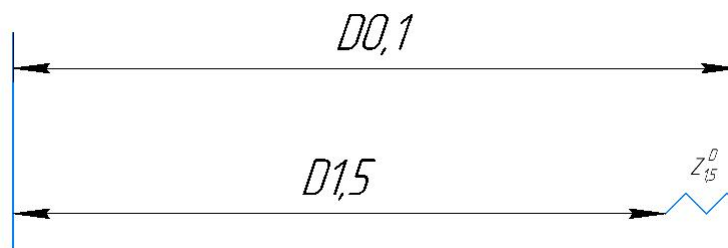


Рисунок 1,23 - Размерная цепь для расчета технологических размеров.

Технологический размер D_{1,5} должен быть таким же, как конструкторский K₁₃, т.е.:

$$D_{1,5} = K_{14} = 158_{-1}^{+0} \text{ мм.}$$

Рассчитаем технологический размер D_{0,1}:

$$D_{1,5}^{cp} = D_{1,5} + \frac{\max + \min}{2} = 158 + \frac{0 + (-1)}{2} = 157,5 \text{ мм.}$$

$$D_{0,1}^{cp} = D_{1,5}^{cp} + Z_{1,5}^{Dcp} = 157,5 + 2,26 = 159,76 \text{ мм.}$$

Так как:

$$TD_{0,1} = 1 \text{ мм, } D_{0,1}^{расч} = 159,76_{-0,5}^{+0,5} \text{ мм.}$$

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{0,1} = 159,8^{+0,5}_{-0,5} \text{мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{0,1}^{D_{\max}} = D_{0,1}^{\max} - D_{1,5}^{\min} = 160,3 - 157 = 3,3 \text{мм.}$$

$$Z_{0,1}^{D_{\min}} = D_{0,1}^{\min} - D_{1,5}^{\max} = 159,3 - 158 = 1,3 \text{мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$ (1,9).

Тогда максимально возможная глубина резания t_{\max} (необходима для расчета максимальной возможной силы резания и мощности станка):

Максимальная глубина резания:

$$t_{0,1}^{D_{\max}} = \frac{Z_{0,1}^{D_{\max}}}{2} = \frac{3,3}{2} = 1,65 \text{мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{0,1}^{D_{\min}} = \frac{Z_{0,1}^{D_{\min}}}{2} = \frac{1,3}{2} = 0,65 \text{мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{0,1}^{D_{\text{cp}}} = \frac{t_{0,1}^{D_{\max}} + t_{0,1}^{D_{\min}}}{2} = \frac{1,65 + 0,65}{2} = 1,15 \text{мм.}$$

② Вычерчиваем размерную цепь для обработки наружной поверхности $\varnothing 110h7$ (рисунок 1,24).

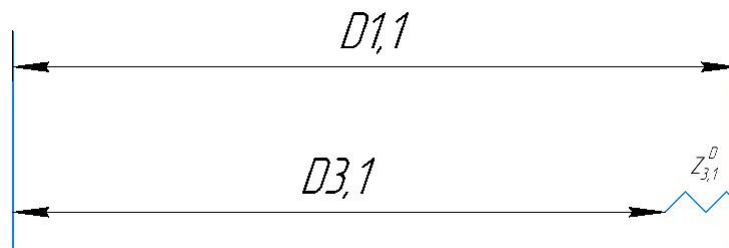


Рисунок 1,24 - Размерная цепь для расчета технологических размеров.

Технологический размер $D_{3,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_9 , т.е.:

$$D_{3,1} = K_{10} = 110^{+0,000}_{-0,035} \text{мм.}$$

Рассчитаем технологический размер $D_{1,1}$:

$$D_{3,1}^{\text{cp}} = D_{3,1} + \frac{\max + \min}{2} = 110 + \frac{0 + (-0,035)}{2} = 109,9825 \text{мм.}$$

$$D_{1,1}^{\text{cp}} = D_{3,1}^{\text{cp}} + Z_{3,1}^{D_{\text{cp}}} = 109,9825 + 1,58 = 111,5625 \text{мм.}$$

Так как:

$$TD_{1,1} = 0,4\text{мм}, D_{1,1}^{\text{расч}} = 111,5625_{-0,2}^{+0,2}\text{мм}.$$

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{1,1} = 111,6_{-0,2}^{+0,2}\text{мм}.$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1,1}^{\text{Dmax}} = D_{1,1}^{\text{max}} - D_{3,1}^{\text{min}} = 111,8 - 109,965 = 1,835\text{мм}.$$

$$Z_{1,1}^{\text{Dmin}} = D_{1,1}^{\text{min}} - D_{3,1}^{\text{max}} = 111,4 - 110 = 1,4\text{мм}.$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$ (1,9).

Тогда максимально возможная глубина резания t_{max} (необходима для расчета максимальной возможной силы резания и мощности станка):

Максимальная глубина резания:

$$t_{1,1}^{\text{Dmax}} = \frac{Z_{1,1}^{\text{Dmax}}}{2} = \frac{1,835}{2} = 0,9175\text{мм}.$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{1,1}^{\text{Dmin}} = \frac{Z_{1,1}^{\text{Dmin}}}{2} = \frac{1,4}{2} = 0,7\text{мм}.$$

Средняя глубина резания:

$$t_{1,1}^{\text{Dcp}} = \frac{t_{1,1}^{\text{Dmax}} + t_{1,1}^{\text{Dmin}}}{2} = \frac{0,9175 + 0,7}{2} = 0,80875\text{мм}.$$

③ Вычерчиваем размерную цепь для обработки отверстия $\varnothing 85\text{H9}$ (рисунок 1,25).

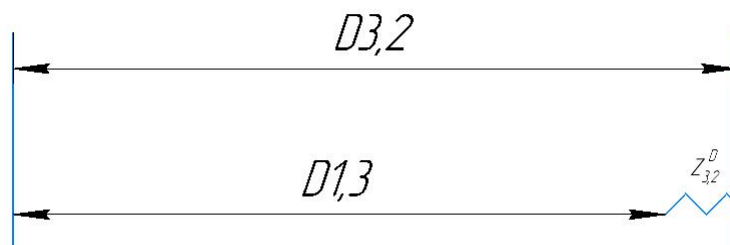


Рисунок 1,25 - Размерная цепь для расчета технологических размеров.

Технологический размер $D_{3,2}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{11} , т.е.:

$$D_{3,2} = K_{12} = 85_{-0,000}^{+0,087} \text{мм.}$$

Рассчитаем технологический размер $D_{1,3}$:

$$D_{3,2}^{\text{ср}} = D_{3,2} + \frac{\text{max} + \text{min}}{2} = 85 + \frac{0,087 + 0}{2} = 85,087 \text{мм.}$$

$$D_{1,3}^{\text{ср}} = D_{3,2}^{\text{ср}} - Z_{3,2}^{\text{Дср}} = 85,087 - 1,58 = 83,507 \text{мм.}$$

Так как:

$$TD_{1,3} = 0,4 \text{мм, } D_{1,3}^{\text{расч}} = 83,507_{-0,2}^{+0,2} \text{мм.}$$

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{1,3} = 83,5_{-0,2}^{+0,2} \text{мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{3,2}^{\text{Dmax}} = D_{3,2}^{\text{max}} - D_{1,3}^{\text{min}} = 85,087 - 83,3 = 1,787 \text{мм.}$$

$$Z_{3,2}^{\text{Dmin}} = D_{3,2}^{\text{min}} - D_{1,3}^{\text{max}} = 85 - 83,7 = 1,3 \text{мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$ (1,9).

Тогда максимально возможная глубина резания t_{max} (необходима для расчета максимальной возможной силы резания и мощности станка):

Максимальная глубина резания:

$$t_{3,2}^{\text{Dmax}} = \frac{Z_{3,2}^{\text{Dmax}}}{2} = \frac{1,787}{2} = 0,8935 \text{мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{3,2}^{\text{Dmin}} = \frac{Z_{3,2}^{\text{Dmin}}}{2} = \frac{1,3}{2} = 0,65 \text{мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{3,2}^{\text{Дср}} = \frac{t_{3,2}^{\text{Dmax}} + t_{3,2}^{\text{Dmin}}}{2} = \frac{0,8935 + 0,65}{2} = 0,77175 \text{мм.}$$

Таблица 1,5 - Рассчитанные данные заносим.

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания, мм	Средняя глубина резания, мм
D0,1	$159,8^{+0,5}_{-0,5}$	1,65	0,65	1,15
D1,1	$111,6^{+0,2}_{-0,2}$	0,9175	0,7	0,80875
D1,3	$83,5^{+0,2}_{-0,2}$	0,8935	0,65	0,77175

④ Вычерчиваем размерную цепь для обработки поверхности A0,1 (рисунок 1,26).

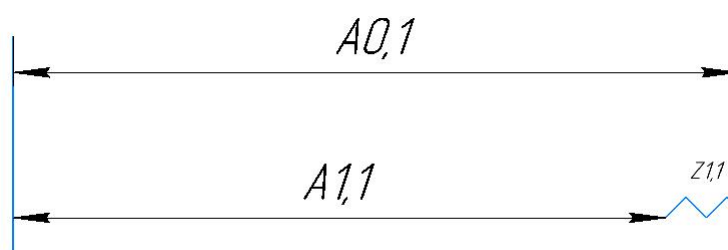


Рисунок 1,26 - Размерная цепь для расчета технологических размеров.

Технологический размер A1,1 должен быть таким же:

$$A_{1,1} = 32^{+0,31}_{-0,31} \text{ мм.}$$

Рассчитаем технологический размер A0,1:

$$A_{1,1}^{\text{cp}} = A_{1,1} + \frac{\text{max} + \text{min}}{2} = 32 + \frac{0,31 + (-0,31)}{2} = 32 \text{ мм.}$$

$$A_{0,1}^{\text{cp}} = A_{1,1}^{\text{cp}} + Z_{1,1}^{\text{cp}} = 32 + 0,81 = 32,81 \text{ мм.}$$

Так как:

$$TA_{0,1} = 0,62 \text{ мм, } A_{0,1}^{\text{расч}} = 32,81^{+0,31}_{-0,31} \text{ мм.}$$

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$A_{0,1} = 32,8^{+0,31}_{-0,31} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1,1}^{\text{max}} = A_{0,1}^{\text{max}} - A_{1,1}^{\text{min}} = 33,31 - 31,69 = 1,62 \text{ мм.}$$

$$Z_{1,1}^{\min} = A_{0,1}^{\min} - A_{1,1}^{\max} = 32,49 - 32,31 = 0,18\text{мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = Z (1,10)$.

Средняя глубина резания:

$$t_{1,1}^{\text{cp}} = \frac{t_{1,1}^{\max} + t_{1,1}^{\min}}{2} = \frac{1,62 + 0,18}{2} = 0,9\text{мм.}$$

⑤ Вычерчиваем размерную цепь для обработки поверхности $A_{1,1}$ (рисунок 1,27).

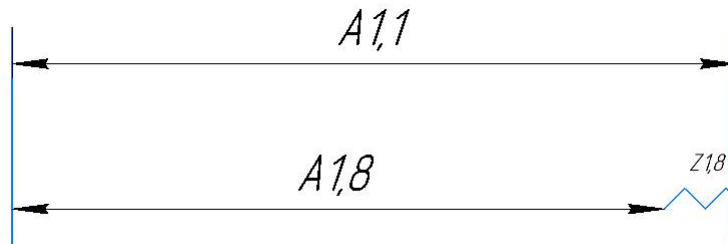


Рисунок 1,27 - Размерная цепь для расчета технологических размеров.

Технологический размер $A_{1,8}$ должен быть таким же, как конструкторский K_1 , т.е.:

$$A_{1,8} = K_1 = 30_{-0,26}^{+0,26}\text{мм.}$$

Рассчитаем технологический размер $A_{1,1}$:

$$A_{1,8}^{\text{cp}} = A_{1,8} + \frac{\max + \min}{2} = 30 + \frac{0,26 + (-0,26)}{2} = 30\text{мм.}$$

$$A_{1,1}^{\text{cp}} = A_{1,8}^{\text{cp}} + Z_{1,8}^{\text{cp}} = 30 + 0,75 = 30,75\text{мм.}$$

Так как:

$$TA_{1,1} = 0,5\text{мм, } A_{1,1}^{\text{расч}} = 30,75_{-0,25}^{+0,25}\text{мм.}$$

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$A_{1,1} = 30,8_{-0,25}^{+0,25}\text{мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1,8}^{\max} = A_{1,1}^{\max} - A_{1,8}^{\min} = 31,05 - 29,74 = 1,31\text{мм.}$$

$$Z_{1,8}^{\min} = A_{1,1}^{\min} - A_{1,8}^{\max} = 30,55 - 30,26 = 0,3\text{мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = Z (1,10)$.

Средняя глубина резания:

$$t_{1,8}^{cp} = \frac{t_{1,8}^{max} + t_{1,8}^{min}}{2} = \frac{1,31 + 0,3}{2} = 0,805 \text{ мм.}$$

Таблица 1,6 - Рассчитанные данные заносим.

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания, мм	Средняя глубина резания, мм
A0,1	$32^{+0,31}_{-0,31}$	1,62	0,18	0,9
A1,1	$30^{+0,26}_{-0,26}$	1,31	0,3	0,805

1,8 Подбор технологического оборудования

1,81 Отрезная операция выполняется на ленточнопильном станке (рисунок 1,28).

Данный станок предназначен для резания заготовок из стали, цветных и легких металлов в условиях крупносерийного производства.

Особенности:

- ① Гидравлический высококачественный ленточнопильный станок S-335-CSO от итальянского производителя для резки заготовок до 260мм;
- ② Опускание пилы и рез происходит при помощи гидроцилиндра, а поднятие пилы и зажим заготовки осуществляется вручную;
- ③ Резка заготовки от -45° до 60° в правом положении;
- ④ Максимальный развод губок - 300мм, высота губок - 130мм.

Возможна установка пневмотисков;

- ⑤ Станок оснащён встроенной системой подачи СОЖ в зону резания.



Рисунок 1,28 - Ленточнопильный станок S-335-CSO

Таблица 1,7 - Технические характеристики ленточнопильного станка S-335-CSO.

Основные характеристики	
Производитель	МАСС
Страна-производитель	Италия
Тип привода	Электрический
Тип	Гравитационный
Рабочая скорость	38 - 78м/мин
Резка трубы под 90°	260мм
Резка квадратного профиля под 90°	215мм
Резка прямоугольного профиля под 90°	220 × 330мм
Резка трубы под 45°	225мм
Резка квадратного профиля под 45°	210мм
Резка прямоугольного профиля под 45°	160 × 225мм
Резка трубы под 60°	130мм
Резка прямоугольного профиля под 60°	130 × 140мм
Размеры ленточного полотна	3010 × 27 × 0,9мм
Параметры подключения	
Электропитание	3 × 380 / 50В/Гц
Мощность двигателя	0,75 - 1,1кВт
Габариты	
Длина	1 570мм
Ширина	600мм
Высота	1 575мм
Ширина с упором	920мм
Высота с поднятым приводом	1 745мм
Вес	365кг

1,82 Токарная операция выполняется на токарном станке (рисунок 1,29).

Данный станок предназначен для токарной обработки сравнительно небольших деталей, диаметром до Ø 320 мм из различных материалов как быстрорежущими, так и твердосплавными инструментами в условиях индивидуального и серийного производства. На станке можно нарезать резцом метрические, дюймовые, модульные и питчевые резьбы.

Особенности:

① Станок токарно-винторезный 16Б16 предназначен для выполнения операций токарной обработки нормальной точности деталей диаметром до Ø320мм и длиной до 500, 750, 1000мм;

- ② Управление рабочими и ускоренными перемещениями каретки и суппорта осуществляется одной рукояткой, удобно расположенной на фартуке;
- ③ Станок комплектуется четырехпозиционным резцедержателем и резцедержателем с механизмом быстрого отвода резца при нарезании резьб;
- ④ Частота вращения шпинделя устанавливается рукояткой, расположенной на фартуке. Ее можно изменять при вращении шпинделя;
- ⑤ При выполнении отделочной обработки движение от шпинделя коробке подач передается ременной передачей, что способствует плавной работе станка при высокой частоте вращения шпинделя и длительному сохранению точности сменных колес;
- ⑥ Станок имеет современную архитектурную форму, удобен в управлении и обслуживании.



Рисунок 1,29 - Токарный станок 16Б16.

Таблица 1,8 - Технические характеристики токарного станка 16Б16.

Основные характеристики	
Производитель	СВСЗ
Страна-производитель	Россия
Тип привода	Электрический
Тип	Гравитационный
Номинальный диаметр конуса	106,375мм
Условный размер конца шпинделя	6
Внутренний (инструментальный) конус шпинделя	Морзе 6
Стандартный диаметр токарного патрона	Ø200, Ø250мм
Исполнение	Тип 2 (под поворотную шайбу)
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе	Ø45мм
Наибольший диаметр прутка	Ø44мм
Механизм передней бабки	
Производить нарезание резьб с увеличенным шагом в 4 и 16 раз.	
Нарезать правые и левые резьбы.	
Производить нарезание многозаходных резьб при работе с переборами 1:4 и 1:16 с числом заходов 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30, а при работе напрямую с числом заходов 2, 3, 4, 6, 12.	
Резьбы	
Резьба метрическая с шагом от 0,5 до 24мм.	
Резьба дюймовая с числом ниток на 1 дюйм от 56 до 1.	
Резьба модульная с шагом в модулях от 0,25 до 22мм.	
Резьба питчевая с шагом в питчах от 128 до 2.	
Продольные подачи - 0,065.....0,91мм/оборот (140 ступеней).	
Поперечные подачи - 0,065.....0,91 мм/оборот (140 ступеней).	

1,83 Сверлильная операция выполняется на радиально-сверлильном станке R60V (рисунок 1,30).

Стандартные комплектующие: система подачи СОЖ, ящичный стол, галогенное освещение рабочей зоны, руководство по эксплуатации.

Особенности:

① Основание, колонна, консоль и головка приводного механизма изготовлены из высококачественного литья.

② Зацепление отшлифованных зубьев пиноли обеспечивают легкий ход с минимальным износом.

③ Независимые гидравлические зажимы: регулировка консоли по

высоте не меняет расположение шпинделя по отношению к производимому отверстию.

④ Зажим и ослабление рабочей головки и колонны происходят вместе или отдельно друг от друга, с помощью нажатия соответствующей кнопки.

⑤ Система центральной смазки обеспечивает надежную и своевременную смазку колонны.

⑥ Привода с закалёнными и прецизионно отшлифованными зубчатыми колёсами из хромникелевой стали обеспечивают спокойный и бесшумный ход.

⑦ 8 - ступенчатый механический привод подачи.



Рисунок 1,30 - Радиально-сверлильный станок R60V.

Таблица 1,9 - Технические характеристики радиально-сверлильного станка R60V.

Основные характеристики	
Диаметр сверления, сталь	62мм
Нарезаемая резьба, сталь	M46
Нарезаемая резьба, литье	M52
Макс, глубина сверления	315мм
Рабочая зона	
Габариты стола станка	2400 × 1000 × 200мм
Габариты ящичного стола	500 × 750 × 500мм
Вылет шпиндель / поверхн, колонн	350 - 1600мм
Расстояние торец шпинделя / стол	350 - 1250мм
Технол, ход горизон, сверлильной головки	1250мм
Высота подъема консоли	585мм
Главный шпиндель	
Диапазон частоты вращения	38 - 2000об/мин
Зажим шпинделя	MK5
Подача	
Подачи	0,06 - 1мм/об
Мощность	
Мощность двигателя гл, привода	4кВт
Двигатель подач	1,5кВт
Размеры и масса	
Габариты	2490 × 1050 × 2780мм
Масса	3800кг

1,9 Выбор инструмента и расчет режимов резания

При назначении режимов резания следует учитывать характер процесса, размер и тип инструмента, материал режущей части, состояние заготовки и материал, состояние и тип оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливаются в следующем порядке:

- ① Подача;
- ② Скорость резания;
- ③ Глубина резания.

Дальнейший расчет:

- ① Фактическая скорость резания;
- ② Число оборотов;
- ③ Мощность резания;
- ④ Главная составляющая силы резания;
- ⑤ Проверка по мощности;
- ⑥ Мощность главного привода движения.

1,91 Отрезная токарная операция: отрезать заготовки А0,1, D0,1

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 190] - полотно машинное 450 × 40 × 2 ГОСТ 6645-86.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\max} = 2\text{мм.}$$

Глубина резания равна ширине резца:

$$t = 2\text{мм.}$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 90^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2\text{мм.}$$

$$d_c = 165\text{мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 10 [3, с. 360]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,2\text{мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 11 [3, с. 360]:

$$C_V = 47;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,8.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60\text{мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2[3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,1;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5[3, с. 361]:

$$K_{ПV} = 0,9;$$

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{ИV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V = \frac{47}{60^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,2^{0,8}} \times 0,87 = 58,89 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 58,89}{3,14 \times 165} = 113,67 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 110 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 360]:

$$C_p = 408;$$

$$x = 0,72;$$

$$y = 0,8;$$

$$n = 0.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фр} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{гр} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{\text{фр}} = 1,08;$$

$$K_{\text{yp}} = 1,0;$$

$$K_{\text{лр}} = 1,0;$$

$$K_{\text{гр}} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 408 \times 2^{0,72} \times 0,2^{0,8} \times 58,89^0 \times 1,19 = 2206,37\text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{2206,37 \times 58,89}{1020 \times 60} = 2,12\text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр}} = \frac{2,21}{0,75} = 2,95\text{кВт}.$$

1,92 Токарная операция: подрезать торцы А1,1

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - подрезной резец 2112-0101 ВК6 ГОСТ 18880-73.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = 0,9\text{мм}.$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 1;$$

$$t = 0,9\text{мм}.$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 45^\circ, \varphi_1 = 45^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2\text{мм.}$$

$$d_c = 165\text{мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,9\text{мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60\text{мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2 [3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,1;$$

По таблице 2 [3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5 [3, с. 361]:

$$K_{ПV} = 0,9;$$

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{IV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,9^{0,15} \times 0,9^{0,45}} \times 0,87 = 114,41 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 114,41}{3,14 \times 165} = 220,82 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 220 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{фp} = 1,08;$$

$$K_{γp} = 1,0;$$

$$K_{λp} = 1,0;$$

$$K_{гp} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,9^1 \times 0,9^{0,75} \times 114,41^{-0,15} \times 1,19 = 1453,53 \text{ Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{1453,53 \times 114,41}{1020 \times 60} = 1,9 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{пр} = \frac{1,9}{0,75} = 2,53 \text{ кВт}.$$

1,93 Токарная операция: точить торцы А1,2, D1,1

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - резец проходной упорный 2103-0009 ВК6 ГОСТ 18879-93.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{max} = \frac{D - d}{2} = \frac{165 - 111,6}{2} = 26,7 \text{ мм}.$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 7;$$

$$t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = t_5 = t_6 = 4 \text{ мм};$$

$$t_7 = 2,7\text{мм.}$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 45^\circ, \varphi_1 = 45^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2\text{мм.}$$

$$d_{c1} = 165\text{мм.}$$

$$d_{c2} = 117\text{мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,7\text{мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60\text{мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2[3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,1;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5[3, с. 361]:

$$K_{IV} = 0,9;$$

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{IV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V_1 = \frac{280}{60^{0,2} \times 4^{0,15} \times 0,7^{0,45}} \times 0,87 = 102,43 \text{ м/мин.}$$

$$V_2 = \frac{280}{60^{0,2} \times 2,7^{0,15} \times 0,7^{0,45}} \times 0,87 = 108,66 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n_1 = \frac{1000 \times 102,43}{3,14 \times 165} = 197,70 \text{ об/мин.}$$

$$n_2 = \frac{1000 \times 108,66}{3,14 \times 117} = 295,77 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n_1 = 200 \text{ об/мин.}$$

$$n_2 = 300 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{гp} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{фp} = 1,08;$$

$$K_{\gamma p} = 1,0;$$

$$K_{\lambda p} = 1,0;$$

$$K_{гp} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_{z1} = 10 \times 300 \times 4^1 \times 0,7^{0,75} \times 102,43^{-0,15} \times 1,19 = 5457,38 \text{Н}.$$

$$P_{z2} = 10 \times 300 \times 2,7^1 \times 0,7^{0,75} \times 108,66^{-0,15} \times 1,19 = 3650,65 \text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_{e1} = \frac{5457,38 \times 102,43}{1020 \times 60} = 9,13 \text{кВт}.$$

$$N_{e2} = \frac{3650,65 \times 108,66}{1020 \times 60} = 6,48 \text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр1}} = \frac{9,13}{0,75} = 12,17 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{пр2}} = \frac{6,48}{0,75} = 8,64 \text{ кВт.}$$

1,94 Токарная операция: сверлить отверстия D1,2

Быстрорежущая сталь P6M5 - это материал сверла.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = 30,5 \text{ мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 1;$$

$$t = 30,5 \text{ мм.}$$

Радиус при вершине:

$$d_c = 61 \text{ мм.}$$

Подача по таблице 35 [3, с. 381]:

$$s = 0,58 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 383]:

$$V = \frac{C_V \times d_c^q}{T^m \times S^y} \times K_V \quad (1,20).$$

Коэффициент по таблице 38 [3, с. 383]:

$$C_V = 9,8;$$

$$m = 0,2;$$

$$q = 0,4;$$

$$y = 0,5.$$

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

$$T = 50 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IIV} \quad (1,21).$$

где K_{IIV} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2[3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,2;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 0,9;$$

По таблице 41[3, с. 385]:

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

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{IV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,2 \times \left(\frac{750}{850}\right)^{0,9} = 1,07.$$

$$K_V = 1,07 \times 1,0 \times 1,0 = 1,07.$$

$$V = \frac{9,8 \times 61^{0,4}}{50^{0,2} \times 0,58^{0,5}} \times 1,07 = 32,60 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 32,60}{3,14 \times 61} = 170,20 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 170 \text{ об/мин.}$$

Используем следующую формулу для определения крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times d_c^q \times s^y \times K_p \quad (1,22).$$

Коэффициент по таблице 42 [3, с. 385]:

$$C_M = 0,0345;$$

$$q = 2,0;$$

$$y = 0,8.$$

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические условия резания. Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{\text{mp}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Тогда:

$$K_p = K_{\text{mp}} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,9} = 1,12.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{\text{кр}} = 10 \times 0,0345 \times 61^2 \times 0,58^{0,8} \times 1,12 = 929,91 \text{ Нм}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \times n}{9750} \quad (1,23).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{929,91 \times 170,20}{9750} = 16,23 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр}} = \frac{16,23}{0,75} = 21,64 \text{ кВт}.$$

1,95 Токарная операция: расточить отверстия A1,3, D1,3

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - резец расточной токарный ВК6 ГОСТ 18883-73.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = \frac{D - d}{2} = \frac{83,5 - 61}{2} = 11,25 \text{ мм}.$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 6;$$

$$t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = t_5 = 2 \text{ мм};$$

$$t_6 = 1,25 \text{ мм}.$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 5^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2\text{мм.}$$

$$d_{c1} = 61\text{мм.}$$

$$d_{c2} = 81\text{мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,4\text{мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60\text{мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2 [3, с. 359]:

$$K_\Gamma = 1,1;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5[3, с. 361]:

$$K_{ПV} = 0,9;$$

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{ИV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V_1 = \frac{280}{60^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,4^{0,45}} \times 0,87 = 146,23 \text{ м/мин.}$$

$$V_2 = \frac{280}{60^{0,2} \times 1,25^{0,15} \times 0,4^{0,45}} \times 0,87 = 156,89 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times d_c} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n_1 = \frac{1000 \times 146,23}{3,14 \times 61} = 763,44 \text{ об/мин.}$$

$$n_2 = \frac{1000 \times 156,89}{3,14 \times 81} = 616,85 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n_1 = 770 \text{ об/мин.}$$

$$n_2 = 620 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{γp} \times K_{λp} \times K_{gp} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{фp} = 1,08;$$

$$K_{γp} = 1,0;$$

$$K_{λp} = 1,0;$$

$$K_{gp} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_{z1} = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,4^{0,75} \times 146,23^{-0,15} \times 1,19 = 1699,84 \text{Н}.$$

$$P_{z2} = 10 \times 300 \times 1,25^1 \times 0,4^{0,75} \times 156,89^{-0,15} \times 1,19 = 1051,18 \text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_{e1} = \frac{1699,84 \times 146,23}{1020 \times 60} = 4,06 \text{кВт}.$$

$$N_{e2} = \frac{1051,18 \times 156,89}{1020 \times 60} = 2,69 \text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр1}} = \frac{4,06}{0,75} = 5,41 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{пр2}} = \frac{2,69}{0,75} = 3,59 \text{ кВт.}$$

1,96 Токарная операция: точить фаски А1,4

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - резец проходной отогнутый ВК6 2102-1097 ГОСТ 18877-73.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = 1,6 \text{ мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 1;$$

$$t = 1,6 \text{ мм.}$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 45^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2 \text{ мм.}$$

$$d_c = 83,5 \text{ мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,8 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2 [3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,1;$$

По таблице 2 [3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5 [3, с. 361]:

$$K_{ПV} = 0,9;$$

По таблице 6 [3, с. 362]:

$$K_{ИV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \times 1,6^{0,15} \times 0,8^{0,45}} \times 0,87 = 110,67 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 110,67}{3,14 \times 83,5} = 422,09 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 430 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{\Gamma p} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1,08;$$

$$K_{\gamma p} = 1,0;$$

$$K_{\lambda p} = 1,0;$$

$$K_{\Gamma p} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 300 \times 1,6^1 \times 0,8^{0,75} \times 110,67^{-0,15} \times 1,19 = 2385,04 \text{ Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{2385,04 \times 110,67}{1020 \times 60} = 4,31 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр}} = \frac{4,31}{0,75} = 5,75 \text{ кВт.}$$

1,97 Токарная операция: расточить отверстия A1,5, D1,4

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - резец расточной токарный ВК6 ГОСТ 18883-73.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = \frac{D - d}{2} = \frac{98 - 83,5}{2} = 7,25 \text{ мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 4;$$

$$t_1 = t_2 = t_3 = 2 \text{ мм.}$$

$$t_4 = 1,25 \text{ мм.}$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 5^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2 \text{ мм.}$$

$$d_{c1} = 83,5 \text{ мм.}$$

$$d_{c2} = 95,5 \text{ мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,4 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{PIV} \times K_{IIV} \quad (1,12).$$

где K_{IIV} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 K_{PIV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2 [3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,1;$$

По таблице 2 [3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5 [3, с. 361]:

$$K_{PIV} = 0,9;$$

По таблице 6 [3, с. 362]:

$$K_{IIV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V_1 = \frac{280}{60^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,4^{0,45}} \times 0,87 = 146,23 \text{ м/мин.}$$

$$V_2 = \frac{280}{60^{0,2} \times 1,25^{0,15} \times 0,4^{0,45}} \times 0,87 = 156,89 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n_1 = \frac{1000 \times 146,23}{3,14 \times 83,5} = 557,73 \text{ об/мин.}$$

$$n_2 = \frac{1000 \times 156,89}{3,14 \times 95,5} = 523,19 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n_1 = 560 \text{ об/мин.}$$

$$n_2 = 530 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{yp} \times K_{lp} \times K_{gp} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1,08;$$

$$K_{\gamma p} = 1,0;$$

$$K_{\lambda p} = 1,0;$$

$$K_{\Gamma p} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_{z1} = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,4^{0,75} \times 146,23^{-0,15} \times 1,19 = 1699,84\text{Н.}$$

$$P_{z1} = 10 \times 300 \times 1,25^1 \times 0,4^{0,75} \times 156,89^{-0,15} \times 1,19 = 1051,18\text{Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_{e1} = \frac{1699,84 \times 146,23}{1020 \times 60} = 4,06\text{кВт.}$$

$$N_{e1} = \frac{1051,18 \times 156,89}{1020 \times 60} = 2,69\text{кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр}1} = \frac{4,06}{0,75} = 5,41\text{кВт.}$$

$$N_{\text{пр}2} = \frac{2,69}{0,75} = 3,59\text{кВт.}$$

1,98 Токарная операция: точить фаски А1,6

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - резец проходной отогнутый ВК6 2102-1097 ГОСТ 18877-73.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = 1,0\text{мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 1;$$

$$t = 1,0\text{мм.}$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 45^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2\text{мм.}$$

$$d_c = 98\text{мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,8\text{мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60\text{мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2 [3, с. 359]:

$$K_\Gamma = 1,1;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5[3, с. 361]:

$$K_{ПV} = 0,9;$$

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{ИV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,8^{0,45}} \times 0,87 = 118,76 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 118,76}{3,14 \times 98} = 385,94 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 390 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{\Gamma p} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{фp} = 1,08;$$

$$K_{γp} = 1,0;$$

$$K_{λp} = 1,0;$$

$$K_{гp} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,8^{0,75} \times 118,76^{-0,15} \times 1,19 = 1474,94 \text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{1474,94 \times 118,76}{1020 \times 60} = 2,86 \text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{пр} = \frac{2,86}{0,75} = 3,82 \text{кВт}.$$

1,99 Токарная операция: точить фаски А1,7 (1)

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - резец проходной отогнутый ВК6 2102-1097 ГОСТ 18877-73.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{max} = 1,0 \text{мм}.$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 1;$$

$$t = 1,0\text{мм.}$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 45^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2\text{мм.}$$

$$d_c = 111,6\text{мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,8\text{мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60\text{мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2[3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,1;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5[3, с. 361]:

$$K_{ПV} = 0,9;$$

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{ИV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,8^{0,45}} \times 0,87 = 118,76 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 118,76}{3,14 \times 111,6} = 338,90 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 340 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{γp} \times K_{λp} \times K_{гp} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{фp} = 1,08;$$

$$K_{γp} = 1,0;$$

$$K_{λp} = 1,0;$$

$$K_{гp} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,8^{0,75} \times 118,76^{-0,15} \times 1,19 = 1474,94 \text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{1474,94 \times 118,76}{1020 \times 60} = 2,86 \text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{пр} = \frac{2,86}{0,75} = 3,82 \text{кВт}.$$

1,99 Токарная операция: точить фаски А1,7 (2)

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с

рекомендациями [3, с. 180] - резец проходной отогнутый ВК6 2102-1097 ГОСТ 18877-73.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\max} = 1,0\text{мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 1;$$

$$t = 1,0\text{мм.}$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 45^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2\text{мм.}$$

$$d_c = 98\text{мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,8\text{мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60\text{мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{PV} \times K_{IV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИВ}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПВ}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; $K_{МВ}$ - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{МВ} = K_{Г} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2[3, с. 359]:

$$K_{Г} = 1,1;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5[3, с. 361]:

$$K_{ПВ} = 0,9;$$

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{ИВ} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{МВ} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,8^{0,45}} \times 0,87 = 118,76 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 118,76}{3,14 \times 98} = 385,94 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 390 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{γp} \times K_{λp} \times K_{гp} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{фp} = 1,08;$$

$$K_{γp} = 1,0;$$

$$K_{λp} = 1,0;$$

$$K_{гp} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,8^{0,75} \times 118,76^{-0,15} \times 1,19 = 1474,94 \text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{1474,94 \times 118,76}{1020 \times 60} = 2,86 \text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр}} = \frac{2,86}{0,75} = 3,82 \text{ кВт.}$$

1,910 Токарная операция: подрезать торцы А1,8

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - подрезной резец 2112-0101 ВК6 ГОСТ 18880-73.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = 0,8 \text{ мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 1;$$

$$t = 0,8 \text{ мм.}$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 45^\circ, \varphi_1 = 45^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2 \text{ мм.}$$

$$d_c = 165 \text{ мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,9 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2[3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,1;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5[3, с. 361]:

$$K_{ПV} = 0,9;$$

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{ИV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,8^{0,15} \times 0,9^{0,45}} \times 0,87 = 116,46 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 116,46}{3,14 \times 165} = 224,78 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 230 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{гp} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{фp} = 1,08;$$

$$K_{\gamma p} = 1,0;$$

$$K_{\lambda p} = 1,0;$$

$$K_{гp} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,8^1 \times 0,9^{0,75} \times 116,46^{-0,15} \times 1,19 = 1292,74 \text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{1292,74 \times 116,46}{1020 \times 60} = 2,46 \text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр}} = \frac{2,46}{0,75} = 3,28 \text{ кВт}.$$

1,911 Токарная операция: точить торцы D1,5

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - резец проходной упорный 2103-0009 BK6 ГОСТ 18879-93.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = \frac{D - d}{2} = \frac{165 - 158}{2} = 3,5 \text{ мм}.$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 1;$$

$$t = 3,5 \text{ мм}.$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 45^\circ, \varphi_1 = 45^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2 \text{ мм}.$$

$$d_c = 165 \text{ мм}.$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,7 \text{ мм/об}.$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_v = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60\text{мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2[3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,1;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5[3, с. 361]:

$$K_{ПV} = 0,9;$$

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{ИV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850\text{Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \times 3,5^{0,15} \times 0,7^{0,45}} \times 0,87 = 104,51\text{м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 104,51}{3,14 \times 165} = 201,71 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 200 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1,08;$$

$$K_{\gamma p} = 1,0;$$

$$K_{\lambda p} = 1,0;$$

$$K_{rp} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 300 \times 3,5^1 \times 0,7^{0,75} \times 104,51^{-0,15} \times 1,19 = 4760,89 \text{ Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{4760,89 \times 104,51}{1020 \times 60} = 8,13 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр}} = \frac{8,13}{0,75} = 10,84 \text{ кВт.}$$

1,912 Токарная операция: точить фаски А1,9

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - резец проходной отогнутый ВК6 2102-1097 ГОСТ 18877-73.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = 1,6 \text{ мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 1;$$

$$t = 1,6 \text{ мм.}$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 45^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2 \text{ мм.}$$

$$d_c = 158 \text{ мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,8 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{PIV} \times K_{IIV} \quad (1,12).$$

где K_{IIV} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 K_{PIV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2 [3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,1;$$

По таблице 2 [3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5 [3, с. 361]:

$$K_{PIV} = 0,9;$$

По таблице 6 [3, с. 362]:

$$K_{IIV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \times 1,6^{0,15} \times 0,8^{0,45}} \times 0,87 = 110,67 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 110,67}{3,14 \times 158} = 223,07 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 230 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1,08;$$

$$K_{\gamma p} = 1,0;$$

$$K_{\lambda p} = 1,0;$$

$$K_{rp} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 300 \times 1,6^1 \times 0,8^{0,75} \times 110,67^{-0,15} \times 1,19 = 2385,04\text{Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{2385,04 \times 110,67}{1020 \times 60} = 4,31\text{кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр}} = \frac{4,31}{0,75} = 5,75\text{кВт.}$$

1,913 Сверлильная операция: сверлить отверстия D2,2

Быстрорежущая сталь P6M5 - это материал сверла.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = 4\text{мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 6;$$

$$t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = t_5 = t_6 = 4\text{мм.}$$

Радиус при вершине:

$$d_c = 8\text{мм.}$$

Подача по таблице 35 [3, с. 381]:

$$s = 0,2\text{мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 383]:

$$V = \frac{C_V \times d_c^q}{T^m \times S^y} \times K_V \quad (1,20).$$

Коэффициент по таблице 38 [3, с. 383]:

$$C_V = 7,0;$$

$$m = 0,2;$$

$$q = 0,4;$$

$$y = 0,7.$$

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

$$T = 25 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IIV} \quad (1,21).$$

где K_{IIV} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2[3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,2;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 0,9;$$

По таблице 41[3, с. 385]:

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

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{IIV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,2 \times \left(\frac{750}{850}\right)^{0,9} = 1,07.$$

$$K_V = 1,07 \times 1,0 \times 1,0 = 1,07.$$

$$V = \frac{7,0 \times 8^{0,4}}{25^{0,2} \times 0,2^{0,7}} \times 1,07 = 27,89 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 27,89}{3,14 \times 8} = 1110,27 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 1110 \text{ об/мин.}$$

Используем следующую формулу для определения крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \times C_m \times d_c^q \times s^y \times K_p \quad (1,22).$$

Коэффициент по таблице 42 [3, с. 385]:

$$C_m = 0,0345;$$

$$q = 2,0;$$

$$y = 0,8.$$

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические условия резания. Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Тогда:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,9} = 1,12.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 8^2 \times 0,2^{0,8} \times 1,12 = 6,82 \text{ Нм.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{M_{кр} \times n}{9750} \quad (1,23).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{6,82 \times 1110,27}{9750} = 0,78 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{пр} = \frac{0,78}{0,75} = 1,04 \text{ кВт.}$$

1,914 Сверлильная операция: сверлить отверстия A2,1, D2,3

Зенкер 2323-0504 ВК6 Ф9 ГОСТ 12489-67.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\max} = 4,5\text{мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 6;$$

$$t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = t_5 = t_6 = 4,5\text{мм.}$$

Радиус при вершине:

$$d_c = 9\text{мм.}$$

Подача по таблице 35 [3, с. 381]:

$$s = 0,2\text{мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 383]:

$$V = \frac{C_V \times d_c^q}{T^m \times S^y} \times K_V \quad (1,20).$$

Коэффициент по таблице 38 [3, с. 383]:

$$C_V = 7,0;$$

$$m = 0,2;$$

$$q = 0,4;$$

$$y = 0,7.$$

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

$$T = 25\text{мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IIV} \quad (1,21).$$

где K_{IIV} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2 [3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,2;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 0,9;$$

По таблице 41[3, с. 385]:

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

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{IV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,2 \times \left(\frac{750}{850}\right)^{0,9} = 1,07.$$

$$K_V = 1,07 \times 1,0 \times 1,0 = 1,07.$$

$$V = \frac{7,0 \times 9^{0,4}}{25^{0,2} \times 0,2^{0,7}} \times 1,07 = 29,23 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 29,23}{3,14 \times 9} = 1034,42 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 1040 \text{ об/мин.}$$

Используем следующую формулу для определения крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \times C_m \times d_c^q \times s^y \times K_p \quad (1,22).$$

Коэффициент по таблице 42 [3, с. 385]:

$$C_m = 0,0345;$$

$$q = 2,0;$$

$$y = 0,8.$$

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические условия резания. Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Тогда:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,9} = 1,12.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 9^2 \times 0,2^{0,8} \times 1,12 = 8,64 \text{Нм}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{M_{кр} \times n}{9750} \quad (1,23).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{8,64 \times 1034,42}{9750} = 0,92 \text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{пр} = \frac{0,92}{0,75} = 1,23 \text{кВт}.$$

1,915 Чистовая токарная операция: точить торцы D3,1

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - резец проходной упорный 2103-0009 BK6 ГОСТ 18879-93.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{max} = 0,8 \text{мм}.$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 1;$$

$$t = 0,8 \text{мм}.$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 45^\circ, \varphi_1 = 45^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2\text{мм.}$$

$$d_c = 111,6\text{мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,7\text{мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60\text{мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2[3, с. 359]:

$$K_{\Gamma} = 1,1;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5[3, с. 361]:

$$K_{ПV} = 0,9;$$

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{IV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,8^{0,15} \times 0,7^{0,45}} \times 0,87 = 130,40 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 130,40}{3,14 \times 111,6} = 372,12 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 380 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{\Gamma p} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{\text{фр}} = 1,08;$$

$$K_{\text{γр}} = 1,0;$$

$$K_{\text{λр}} = 1,0;$$

$$K_{\text{гр}} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,8^1 \times 0,7^{0,75} \times 130,40^{-0,15} \times 1,19 = 1052,67\text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{1052,67 \times 130,40}{1020 \times 60} = 2,24\text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр}} = \frac{2,24}{0,75} = 2,99\text{кВт}.$$

1,916 Чистовая токарная операция: расточить отверстия D3,2

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - резец расточной токарный ВК6 ГОСТ 18883-73.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = 1,5\text{мм}.$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 2;$$

$$t_1 = t_2 = 0,75\text{мм}.$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 5^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 10^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 2\text{мм.}$$

$$d_c = 83,5\text{мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,4\text{мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60\text{мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2 [3, с. 359]:

$$K_\Gamma = 1,1;$$

По таблице 2 [3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5 [3, с. 361]:

$$K_{IV} = 0,9;$$

По таблице 6 [3, с. 362]:

$$K_{IV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,75^{0,15} \times 0,4^{0,45}} \times 0,87 = 169,4 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 169,4}{3,14 \times 83,5} = 646,09 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 650 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{\Gamma p} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{фp} = 1,08;$$

$$K_{γp} = 1,0;$$

$$K_{λp} = 1,0;$$

$$K_{гp} = 1,0.$$

$$K_p = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,75^1 \times 0,4^{0,75} \times 169,4^{-0,15} \times 1,19 = 623,54 \text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{623,54 \times 169,4}{1020 \times 60} = 1,73 \text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{пр} = \frac{1,73}{0,75} = 2,31 \text{кВт}.$$

1,917 Токарная операция: проточить канавки А4,1

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - резец для обработки канавок ВК8 ГОСТ 18885-73.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{max} = 2 \text{мм}.$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 1;$$

$$t = 2 \text{мм}.$$

Главный и вспомогательный углы в плане:

$$\varphi = 45^\circ, \varphi_1 = 45^\circ.$$

Главный задний угол:

$$\alpha = 7^\circ.$$

Радиус при вершине:

$$r = 0,4\text{мм.}$$

$$d_c = 110\text{мм.}$$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:

$$s = 0,8\text{мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V \quad (1,11).$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_V = 280;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]:

$$T = 60\text{мин.}$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} \quad (1,12).$$

где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;
 $K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} \quad (1,13).$$

По таблице 2 [3, с. 359]:

$$K_\Gamma = 1,1;$$

По таблице 2[3, с. 360]:

$$n_V = 1,0;$$

По таблице 5[3, с. 361]:

$$K_{ПV} = 0,9;$$

По таблице 6[3, с. 362]:

$$K_{ИV} = 1,0.$$

Фактический параметр:

$$\sigma_B = 850 \text{ Мпа.}$$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,97.$$

$$K_V = 0,97 \times 0,9 \times 1 = 0,87.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,8^{0,45}} \times 0,87 = 107,03 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} \quad (1,14).$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 107,03}{3,14 \times 110} = 309,87 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 310 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (1,15).$$

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

$$C_p = 300;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{гр} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_{\text{в}}}{750}\right)^n \quad (1,17).$$

Определены по таблице [3, с. 362]:

$$n = 0,75.$$

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [3, с. 374]:

$$K_{\text{фр}} = 1,08;$$

$$K_{\text{ур}} = 1,0;$$

$$K_{\text{лр}} = 1,0;$$

$$K_{\text{гр}} = 1,0.$$

$$K_{\text{р}} = 1,1 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,19.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,8^{0,75} \times 107,03^{-0,15} \times 1,19 = 2996,30\text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (1,18).$$

Тогда:

$$N_e = \frac{2996,30 \times 107,03}{1020 \times 60} = 5,24\text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1,19).$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр}} = \frac{5,24}{0,75} = 6,99\text{кВт}.$$

1,10 Расчет основного времени

1,101 Отрезная токарная операция: отрезать заготовки А0,1, D0,1

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

$$T_0 = \frac{L}{n \times S} \quad (1,24).$$

где L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} \quad (1,25).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 5 \text{ мм}.$$

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{l + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}}{n \times S}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{165 + 5 + 5}{110 \times 0,2} = 7,95 \text{ мин}.$$

1,102 Токарная операция: подрезать торцы А1,1

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания

инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{cx} = l_{пд} = 5\text{мм.}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_b = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(82,5 + \frac{0,9}{\tan 90^\circ} + 5 + 5) \times 1}{220 \times 0,9} = 0,47\text{мин.}$$

1,103 Токарная операция: точить торцы A1,2, D1,1

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{пд} + l_{cx} + l_b \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{пд}$ - величина подвода инструмента, мм; l_{cx} - величина схода инструмента, мм; l_b - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{cx} = l_{пд} = 5\text{мм.}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_b = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_{01} = \frac{(18 + \frac{4}{\tan 90^\circ} + 5 + 5) \times 6}{200 \times 0,7} = 1,2 \text{ мин.}$$

$$T_{02} = \frac{(18 + \frac{2,7}{\tan 90^\circ} + 5 + 5) \times 1}{300 \times 0,7} = 0,13 \text{ мин.}$$

1,104 Токарная операция: сверлить отверстия D1,2

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{пд} + l_{cx} + l_v \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{пд}$ - величина подвода инструмента, мм; l_{cx} - величина схода инструмента, мм; l_v - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{cx} = l_{пд} = 5 \text{ мм.}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_v = \frac{d}{2} \times \cot \varphi \quad (1,29).$$

где φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{d}{2} \times \cot \varphi + l_{cx} + l_{пд}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(32 + \frac{61}{2} \times \cot 59^\circ + 5 + 5) \times 8}{170 \times 0,58} = 4,89 \text{ мин.}$$

1,105 Токарная операция: расточить отверстия A1,3, D1,3

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 4 \text{ мм}.$$

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_{01} = \frac{(25,4 + \frac{2}{\tan 5^\circ} + 4 + 4) \times 5}{770 \times 0,4} = 0,92 \text{ мин}.$$

$$T_{02} = \frac{(25,4 + \frac{1,25}{\tan 5^\circ} + 4 + 4) \times 1}{620 \times 0,4} = 0,19 \text{ мин}.$$

1,106 Токарная операция: точить фаски А1,4

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 4\text{мм}.$$

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(1,6 + \frac{1,6}{\tan 45^\circ} + 4 + 4) \times 1}{430 \times 0,8} = 0,033\text{мин}.$$

1,107 Токарная операция: расточить отверстия А1,5, D1,4

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 4\text{мм}.$$

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_{01} = \frac{(16 + \frac{2}{\tan 5^\circ} + 4 + 4) \times 3}{560 \times 0,4} = 0,63 \text{ мин.}$$

$$T_{02} = \frac{(16 + \frac{1,25}{\tan 5^\circ} + 4 + 4) \times 1}{530 \times 0,4} = 0,18 \text{ мин.}$$

1,108 Токарная операция: точить фаски А1,6

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{пд} + l_{cx} + l_B \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{пд}$ - величина подвода инструмента, мм; l_{cx} - величина схода инструмента, мм; l_B - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{cx} = l_{пд} = 4 \text{ мм.}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{1}{\tan 45^\circ} + 4 + 4) \times 1}{390 \times 0,8} = 0,032 \text{ мин.}$$

1,109 Токарная операция: точить фаски А1,7 (1)

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 4 \text{ мм.}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{1}{\tan 45^\circ} + 4 + 4) \times 1}{340 \times 0,8} = 0,037 \text{ мин.}$$

1,109 Токарная операция: точить фаски А1,7 (2)

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача,

мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 4 \text{ мм.}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{1}{\tan 45^\circ} + 4 + 4) \times 1}{390 \times 0,8} = 0,032 \text{ мин.}$$

1,1010 Токарная операция: подрезать торцы А1,8

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 5 \text{ мм.}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_b = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(82,5 + \frac{0,8}{\tan 90^\circ} + 5 + 5) \times 1}{230 \times 0,9} = 0,45 \text{ мин.}$$

1,1011 Токарная операция: точить торцы D1,5

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{пд} + l_{cx} + l_b \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{пд}$ - величина подвода инструмента, мм; l_{cx} - величина схода инструмента, мм; l_b - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{cx} = l_{пд} = 5 \text{ мм.}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_b = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(12 + \frac{3,5}{\tan 90^\circ} + 5 + 5) \times 1}{200 \times 0,7} = 0,16 \text{ мин.}$$

1,1012 Токарная операция: точить фаски А1,9

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 4 \text{ мм.}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(l + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(1,6 + \frac{1,6}{\tan 45^\circ} + 4 + 4) \times 1}{230 \times 0,8} = 0,061 \text{ мин.}$$

1,1013 Сверлильная операция: сверлить отверстия D2,2

Основное время для сверлильных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача,

мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 5 \text{ мм}.$$

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{d}{2} \times \cot \varphi \quad (1,29).$$

где φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{d}{2} \times \cot \varphi + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(12 + \frac{8}{2} \times \cot 59^\circ + 5 + 5) \times 6}{1110 \times 0,2} = 0,99 \text{ мин}.$$

1,1014 Сверлильная операция: сверлить отверстия А2,1, D2,3

Основное время для сверлильных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 5 \text{ мм}.$$

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \frac{d}{2} \times \cot \varphi \quad (1,29).$$

где φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{d}{2} \times \cot \varphi + l_{cx} + l_{пд}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{9}{2} \times \cot 59^\circ + 5 + 5) \times 6}{1040 \times 0,2} = 0,396 \text{ мин.}$$

1,1015 Чистовая токарная операция: точить торцы D3,1

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{пд} + l_{cx} + l_B \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{пд}$ - величина подвода инструмента, мм; l_{cx} - величина схода инструмента, мм; l_B - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{cx} = l_{пд} = 1 \text{ мм.}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(17 + \frac{0,8}{\tan 90^\circ} + 1 + 1) \times 1}{380 \times 0,7} = 0,071 \text{ мин.}$$

1,1016 Чистовая токарная операция: расточить отверстия D3,2

Основное время для чистовых токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача, мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 1 \text{ мм.}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(l + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(8,4 + \frac{0,75}{\tan 5^\circ} + 1 + 1) \times 2}{650 \times 0,4} = 0,15 \text{ мин.}$$

1,1017 Токарная операция: проточить канавки A4,1

Основное время для чистовых токарных операций определяем по формуле [4, с. 603]:

$$T_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \quad (1,26).$$

где i - число рабочих ходов; L - расчётная длина обработки, мм; S - подача,

мм/об(мм/мин); n - частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1,27).$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; $l_{\text{пд}}$ - величина подвода инструмента, мм; $l_{\text{сх}}$ - величина схода инструмента, мм; $l_{\text{в}}$ - величина врезания инструмента, мм.

Принимаем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 1 \text{ мм.}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\tan \varphi} \quad (1,28).$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = \frac{(l + \frac{t}{\tan \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \times i}{n \times s}$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{(2 + \frac{2}{\tan 90^\circ} + 1 + 1) \times 1}{310 \times 0,8} = 0,016 \text{ мин.}$$

1,11 Определение штучно-калькуляционного времени

1,111 Отрезная (005)

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = 7,95 \text{мин.}$$

Вспомогательное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{изм}} \quad (1,29).$$

где $T_{\text{всп}}$ - вспомогательное время; $T_{\text{уп}}$ - время на управление станком; $T_{\text{з.о}}$ - время на закрепление и открепление детали; $T_{\text{у.с}}$ - время на установку и снятие детали; $T_{\text{изм}}$ - время на измерение детали.

Общее вспомогательное время по таблице 2 [1, с. 201]:

$$T_{\text{уп}} = 0,08 \text{мин.};$$

$$T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} = 0,12 \text{мин.};$$

$$T_{\text{изм}} = 0,16 \text{мин.}$$

$$T_{\text{всп}} = 0,12 + 0,08 + 0,16 = 0,36 \text{мин.}$$

Оперативное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{опер}} = T_0 + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о}} \quad (1,30).$$

Тогда:

$$T_{\text{опер}} = 7,95 + 0,36 = 8,31 \text{мин.}$$

Время на обслуживание и отдых рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{о.о}} = 15\% \times T_{\text{опер}} \quad (1,31).$$

Тогда:

$$T_{\text{о.о}} = 15\% \times 8,31 = 1,25 \text{мин.}$$

Штучное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о}} \quad (1,32).$$

Тогда:

$$T_{\text{шт}} = 7,95 + 0,36 + 1,25 = 9,56 \text{мин.}$$

Подготовительно заключительное время определяем Штучно -
калькуляционное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт}} + \left(\frac{T_{\text{п.з}}}{n} \right) \quad (1,33).$$

где n - количество деталей в настроечной партии; $T_{п.з}$ - Подготовительно заключительное время.

$$n = 50000 \text{шт.}$$

Штучно - калькуляционное время по таблице 3 [1, с. 203]:

$$T_{п.з} = 13 \text{мин.}$$

$$T_{шт.к1} = 9,56 + \frac{13}{50000} \approx 9,56 \text{мин.}$$

1,112 Токарная (010)

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = 9,42 \text{мин.}$$

Вспомогательное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{всп} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{изм} \quad (1,29).$$

где $T_{всп}$ - вспомогательное время; $T_{уп}$ - время на управление станком; $T_{з.о}$ - время на закрепление и открепление детали; $T_{у.с}$ - время па установку и снятие детали; $T_{изм}$ - время на измерение детали.

Общее вспомогательное время по таблице 2 [1, с. 202]:

$$T_{уп} = 0,25 \text{мин.};$$

$$T_{у.с} + T_{з.о} = 0,18 \text{мин.};$$

$$T_{изм} = 0,15 \text{мин.}$$

$$T_{всп} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58 \text{мин.}$$

Оперативное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{опер} = T_0 + T_{всп} + T_{о.о} \quad (1,30).$$

Тогда:

$$T_{опер} = 9,42 + 0,58 = 10 \text{мин.}$$

Время на обслуживание и отдых рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{о.о} = 15\% \times T_{опер} \quad (1,31).$$

Тогда:

$$T_{о.о} = 15\% \times 10 = 1,50 \text{мин.}$$

Штучное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{о.о} \quad (1,32).$$

Тогда:

$$T_{шт} = 9,42 + 0,58 + 1,50 = 11,5 \text{ мин.}$$

Подготовительно заключительное время определяем Штучно - калькуляционное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) (1,33).$$

где n - количество деталей в настроечной партии; $T_{п.з}$ - Подготовительно заключительное время.

$$n = 50000 \text{ шт.}$$

Штучно - калькуляционное время по таблице 3 [1, с. 203]:

$$T_{п.з} = 13 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к2} = 11,5 + \frac{13}{50000} \approx 11,5 \text{ мин.}$$

1,113 Сверлильная (015)

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = 1,39 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{всп} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{изм} (1,29).$$

где $T_{всп}$ - вспомогательное время; $T_{уп}$ - время на управление станком; $T_{з.о}$ - время на закрепление и открепление детали; $T_{у.с}$ - время па установку и снятие детали; $T_{изм}$ - время на измерение детали.

Общее вспомогательное время по таблице 2 [1, с. 202]:

$$T_{уп} = 0,02 \text{ мин.};$$

$$T_{у.с} + T_{з.о} = 0,1 \text{ мин.};$$

$$T_{изм} = 0,16 \text{ мин.}$$

$$T_{всп} = 0,1 + 0,02 + 0,16 = 0,28 \text{ мин.}$$

Оперативное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{опер} = T_0 + T_{всп} + T_{о.о} (1,30).$$

Тогда:

$$T_{опер} = 1,39 + 0,28 = 1,67 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание и отдых рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{o.o} = 15\% \times T_{\text{опер}} (1,31).$$

Тогда:

$$T_{o.o} = 15\% \times 1,67 = 0,25 \text{мин.}$$

Штучное время рассчитаем по следующей формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{всп}} + T_{o.o} (1,32).$$

Тогда:

$$T_{\text{шт}} = 1,67 + 0,28 + 0,25 = 2,2 \text{мин.}$$

Подготовительно заключительное время определяем Штучно - калькуляционное время рассчитаем по следующей формуле:

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт}} + \left(\frac{T_{\text{п.з}}}{n}\right) (1,33).$$

где n - количество деталей в настроечной партии; $T_{\text{п.з}}$ - Подготовительно заключительное время.

$$n = 50000 \text{шт.}$$

Штучно - калькуляционное время по таблице 3 [1, с. 203]:

$$T_{\text{п.з}} = 13 \text{мин.}$$

$$T_{\text{шт.кз}} = 2,2 + \frac{13}{50000} \approx 3,06 \text{мин.}$$

1,114 Чистовая токарная (020)

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = 0,22 \text{мин.}$$

Вспомогательное время рассчитаем по следующей формуле:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{изм}} (1,29).$$

где $T_{\text{всп}}$ - вспомогательное время; $T_{\text{уп}}$ - время на управление станком; $T_{\text{з.о}}$ - время на закрепление и открепление детали; $T_{\text{у.с}}$ - время на установку и снятие детали; $T_{\text{изм}}$ - время на измерение детали.

Общее вспомогательное время по таблице 2 [1, с. 202]:

$$T_{\text{уп}} = 0,25 \text{мин.};$$

$$T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} = 0,18 \text{мин.};$$

$$T_{\text{изм}} = 0,15 \text{мин.}$$

$$T_{\text{всп}} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58 \text{мин.}$$

Оперативное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{опер}} = T_0 + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о}} \quad (1,30).$$

Тогда:

$$T_{\text{опер}} = 0,22 + 0,58 = 0,8 \text{мин.}$$

Время на обслуживание и отдых рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{о.о}} = 15\% \times T_{\text{опер}} \quad (1,31).$$

Тогда:

$$T_{\text{о.о}} = 15\% \times 0,8 = 0,12 \text{мин.}$$

Штучное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о}} \quad (1,32).$$

Тогда:

$$T_{\text{шт}} = 0,22 + 0,58 + 0,12 = 0,92 \text{мин.}$$

Подготовительно заключительное время определяем Штучно - калькуляционное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт}} + \left(\frac{T_{\text{п.з}}}{n} \right) \quad (1,33).$$

где n - количество деталей в настроечной партии; $T_{\text{п.з}}$ - Подготовительно заключительное время.

$$n = 50000 \text{шт.}$$

Штучно - калькуляционное время по таблице 3 [1, с. 203]:

$$T_{\text{п.з}} = 13 \text{мин.}$$

$$T_{\text{шт.к4}} = 0,92 + \frac{13}{50000} \approx 0,92 \text{мин.}$$

1,115 Токарная (025)

Окончательная формула для определения основного времени:

$$T_0 = 0,016 \text{мин.}$$

Вспомогательное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{изм}} \quad (1,29).$$

где $T_{\text{всп}}$ - вспомогательное время; $T_{\text{уп}}$ - время на управление станком; $T_{\text{з.о}}$ - время на закрепление и открепление детали; $T_{\text{у.с}}$ - время па установку и снятие детали; $T_{\text{изм}}$ - время на измерение детали.

Общее вспомогательное время по таблице 2 [1, с. 202]:

$$T_{уп} = 0,25 \text{мин};$$

$$T_{у.с} + T_{з.о} = 0,18 \text{мин};$$

$$T_{изм} = 0,15 \text{мин.}$$

$$T_{всп} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58 \text{мин.}$$

Оперативное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{опер} = T_0 + T_{всп} + T_{о.о} \quad (1,30).$$

Тогда:

$$T_{опер} = 0,016 + 0,58 = 0,60 \text{мин.}$$

Время на обслуживание и отдых рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{о.о} = 15\% \times T_{опер} \quad (1,31).$$

Тогда:

$$T_{о.о} = 15\% \times 0,60 = 0,09 \text{мин.}$$

Штучное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{о.о} \quad (1,32).$$

Тогда:

$$T_{шт} = 0,016 + 0,58 + 0,09 = 0,69 \text{мин.}$$

Подготовительно заключительное время определяем Штучно - калькуляционное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) \quad (1,33).$$

где n - количество деталей в настроечной партии; $T_{п.з}$ - Подготовительно заключительное время.

$$n = 50000 \text{шт.}$$

Штучно - калькуляционное время по таблице 3 [1, с. 203]:

$$T_{п.з} = 13 \text{мин.}$$

$$T_{шт.к5} = 0,69 + \frac{13}{50000} \approx 0,69 \text{мин.}$$

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2,1 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 (рисунок 2,1).

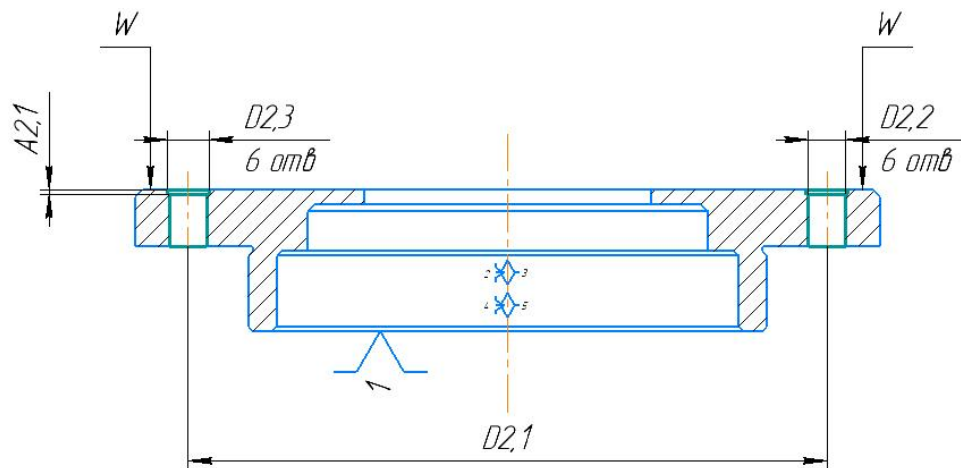


Рисунок 2,1 - Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

2,2 Описание конструкции и работы приспособления

Выбор конструкции станочного приспособления ведем согласно рекомендациям (рисунок 2,2)

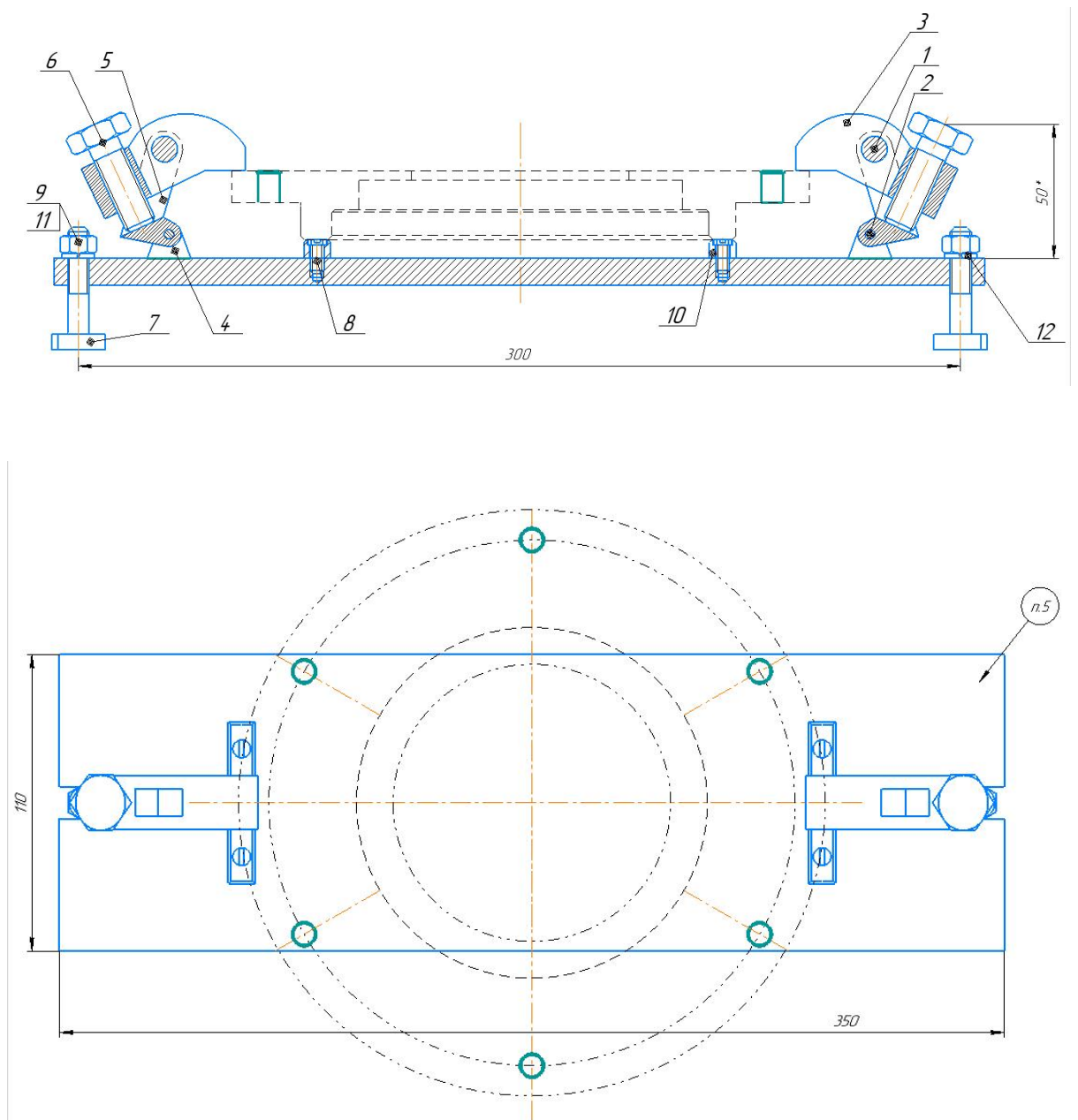


Рисунок 2,2 - Кулачек с откидывающимся рычагом

Приспособление состоит из следующих элементов: 1 - ось большая, 2 - ось малая, 3 - плита, 4 - кулачок, 5 - стойка несущая, 6 - рычаг, 7, 8 - болты, 9 - винт, 10 - гайка, 11 - пластина опорная, 12 - шайба.

Описание работы приспособления:

Заготовка детали «Крышка подшипника тоцевая» заводится сбоку и

устанавливается на опорные пластины (10), закрепленные винтами (8) на плите (3). После установки заготовки рабочий затягивает ключом поочередно болты (7), которые вращаясь, упираются торцом в рычаг (6) и вынуждают кулачки (4) вращаться (левый по часовой стрелке, правый - против) вокруг оси большой (1), прижимая деталь к опорным пластинам. При установке детали кулачки (4) вместе с рычагами (6) могут откидываться в стороны.

К преимуществам приспособления стоит отнести: дешевизну, простоту, и возможность закрепления заготовок в труднодоступных местах.

В качестве недостатков приспособления следует указать относительно невысокие развиваемые усилия зажима и вероятную возможность повреждения кулачков с рычагами.

2,3 Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему приспособления (рисунок 2,2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

2,31 Первой операции сверления.

Заготовка, установленная в трёхкулачковом патроне, находится под действием момента $M_{св}$ и осевой силы $P_{ос}$. Силу закрепления можно найти из равенства:

$$Q = \frac{\kappa \times M_{св}}{3 \times f \times R} \quad (2,1).$$

где f - коэффициент трения при контакте обработанной поверхности заготовки с установочными поверхностями кулачка; R - радиус заготовки; $M_{св}$ - момент сверления.

Значения коэффициентов определяем:

$$f = 0,16;$$

$$\kappa = 1,2;$$

$$R = 0,05\text{м}.$$

Определяется по формуле:

$$M_{св} = P_{св} \times r \quad (2,2).$$

где $P_{св}$ - сила сверления; r - радиус отверстия.

$$r = 0,004\text{м}.$$

Определяется по формуле:

$$P_{св} = C_p \times D^{n_p} \times t^{x_p} \times S_0^{y_p} \times HB^{z_p} \quad (2,3).$$

Значения коэффициентов определяем:

$$C_p = 2,6;$$

$$n_p = 1;$$

$$x_p = 0;$$

$$y_p = 0,8;$$

$$z_p = 0,6;$$

$$t = 12\text{мм};$$

$$D = 8\text{мм};$$

$$HB = 180;$$

$$S_0 = 0,8\text{мм/об.}$$

Тогда:

$$P_{\text{св}} = 2,6 \times 8^1 \times 12^0 \times 0,8^{0,8} \times 180^{0,6} = 392,37\text{Н}$$

$$M_{\text{св}} = 392,37 \times 0,004 = 1,57\text{Нм.}$$

Следовательно:

$$Q = \frac{1,2 \times 1,57}{3 \times 0,16 \times 0,05} = 78,5.$$

$M_{\text{кр}} > M_{\text{св}}$ в 1,5... 2 раза.

Таким образом:

$$M_{\text{кр}} = (1,5... 2) \times M_{\text{св}}.$$

Тогда:

$$M_{\text{кр}} = 2 \times 1,57 = 3,14\text{Нм.}$$

2,32 Второй операции сверления.

Заготовка, установленная в трёхкулачковом патроне, находится под действием момента $M_{\text{св}}$ и осевой силы $P_{\text{ос}}$. Силу закрепления можно найти из равенства:

$$Q = \frac{\kappa \times M_{\text{св}}}{3 \times f \times R} \quad (2,1).$$

где f - коэффициент трения при контакте обработанной поверхности заготовки с установочными поверхностями кулачка; R - радиус заготовки; $M_{\text{св}}$ - момент сверления.

Значения коэффициентов определяем:

$$f = 0,16;$$

$$\kappa = 1,2;$$

$$R = 0,05\text{м.}$$

Определяется по формуле:

$$M_{\text{св}} = P_{\text{св}} \times r \quad (2,2).$$

где $P_{\text{св}}$ - сила сверления; r - радиус отверстия.

$$r = 0,0045\text{м.}$$

Определяется по формуле:

$$P_{св} = C_p \times D^{n_p} \times t^{x_p} \times S_0^{y_p} \times HB^{z_p} \quad (2,3).$$

Значения коэффициентов определяем:

$$C_p = 2,6;$$

$$n_p = 1;$$

$$x_p = 0;$$

$$y_p = 0,8;$$

$$z_p = 0,6;$$

$$t = 1\text{мм};$$

$$D = 9\text{мм};$$

$$HB = 180;$$

$$S_0 = 0,8\text{мм/об.}$$

Тогда:

$$P_{св} = 2,6 \times 9^1 \times 1^0 \times 0,8^{0,8} \times 180^{0,6} = 441,42\text{Н}$$

$$M_{св} = 441,42 \times 0,0045 = 1,99\text{Нм.}$$

Следовательно:

$$Q = \frac{1,2 \times 1,99}{3 \times 0,16 \times 0,05} = 99,5.$$

$M_{кр} > M_{св}$ в 1,5... 2 раза.

Таким образом:

$$M_{кр} = (1,5... 2) \times M_{св}.$$

Тогда:

$$M_{кр} = 2 \times 1,99 = 3,98\text{Нм.}$$

2,4 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями - параллельностью, соосностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2,308-68.

2,5 Расчёт точности приспособления

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_0 , которая не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $\varepsilon_0 \leq \delta$.

Для расчета точности приспособления $\varepsilon_{пр}$ следует пользоваться формулой 15 [4, с. 113]:

$$\varepsilon_{пр} \leq \delta - K_T \times \sqrt{(K_{T1} \times \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{И}^2 + (K_{T2} \times \omega)^2} \quad (2,4).$$

где: δ - допуск выполняемого размера; K_T - коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения; K_{T1} - коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках; K_{T2} - коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления; ε_B - погрешность базирования заготовки в трёхкулачковом патроне; ε_3 - погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима; ε_y - погрешность установки приспособления на станке; ε_{II} - погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления; $\varepsilon_{И}$ - погрешность от перекоса (смещения) инструмента; ω - экономическая точность обработки.

Значения коэффициентов определяем:

$$\delta = 0,52\text{мм};$$

По таблице 1[2, с. 85]:

$$K_T = 1,2;$$

По таблице 1[2, с. 85]:

$$K_{T1} = 0,8;$$

По таблице 1[2, с. 85]:

$$K_{T2} = 0,6;$$

По таблице 3[2, с. 207]:

$$\varepsilon_B = 0;$$

По таблице 3[2, с. 207]:

$$\varepsilon_3 = 0,11\text{мм};$$

По таблице 3[2, с. 207]:

$$\varepsilon_y = 0,11\text{мм};$$

По таблице 2[2, с. 113]:

$$\varepsilon_{II} = 0,01\text{мм};$$

При сверлении по кондуктору:

$$\varepsilon_{II} = 0,01\text{мм};$$

По таблице 1[2, с. 216]:

$$\omega = 0,5.$$

$$\varepsilon_{пр} = 0,52 - 1,2 \times$$

$$\sqrt{(0,8 \times 0)^2 + 0,11^2 + 0,11^2 + 0,01^2 + 0,01^2 + (0,6 \times 0,5)^2} = 0,114\text{мм}.$$

Это значение допуска должно соответствовать техническому требованию 1 на чертеже приспособления.

2,6 Анализ технологичности конструкции

Устройство рассчитано на технологичность. Преимущество этого приспособления состоит в том, что, поскольку кулачки трехкулачкового патрона взаимозаменяемы, можно устанавливать заготовки различного диаметра, а кулачок используется в качестве зажимного приспособления для обеспечения быстрой загрузки и выгрузки деталей. Оборудование подходит для любого типа производств.

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

Группа	ФИО
154A81	Ли Минцзе

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	ОМШ
Уровень образования	Бакалавр	Направление / специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления детали «Крышка подшипника торцевая»	
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): ① Материально-технических; ② Энергетических; ③ Финансовых; ④ Информационных; ⑤ Человеческих.	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
Нормы и нормативы расходования ресурсов.	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.
Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.	Отчисления во внебюджетные фонды 30%.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ конкурентных технических решений (НИ).	Определение конкурентоспособности SWOT-анализ.
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ).	① Структура работ; ② Определение трудоемкости; ③ Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ).	Расчет бюджетной стоимости НИ.
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ).	① Интегральный показатель ресурсоэффективности; ② Интегральный показатель эффективности.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности ИП; 2. Матрица SWOT;	

3. Диаграмма Ганта;
4. Бюджет НИ;
5. Основные показатели эффективности НИ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.02.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень звание	Подпись	Дата
Профессор (ОСГН, ШБИП)	Гасанов М.А.	Д.э.н.		22.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ли Минцзе		22.02.2022

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

Основная цель данного раздела - оценить перспективность развития и определить финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного

исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- ① Оценка коммерческого потенциала разработки;
- ② Планирование научно-исследовательской работы;
- ③ Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- ④ Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности

исследования.

3,1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (таблица 3,1).

Таблица 3,1 - Оценка конкурентоспособности

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	5	2	2	0,1	0,06	0,04
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	2	4	0,7	0,4	0,6
3. Помехоустойчивость	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	2	0,05	0,03	0,01
5. Надежность	0,3	5	2	4	1,5	0,8	1,2
6. Уровень шума	0,01	1	1	2	0,01	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	4	5	3	0,6	0,5	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	2	2	0	0	0
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,01	5	5	5	0,04	0,05	0,05
10. Простота эксплуатации	0	5	4	4	0	0	0
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	2	0,3	0,2	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	4	2	2	0,12	0,08	0,04
3. Цена	0,05	4	2	3	0,12	0,03	0,06
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	2	2	0,3	0,3	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,04	4	3	2	0,16	0,12	0,05
6. Финансирование научной разработки	0,03	3	3	3	0,09	0,09	0,09
7. Срок выхода на рынок	0,01	1	2	2	0,02	0,02	0,02
8. Наличие сертификации разработки	0,04	5	4	2	0,2	0,16	0,07
Итого	1	68	51	48	4,33	2,86	2,98

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \times B_i \quad (3,1).$$

где K - конкурентоспособность научной разработки или конкурента; V_i - вес показателя (в долях единицы); B_i - балл i -го показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

3,2 SWOT-анализ

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде прибегают к составлению SWOT-матрицы.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленная возможность и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены (таблица 3,2).

Таблица 3,2 - Матрица SWOT-анализа

		Внутренние факторы	
		Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
Внешние факторы		① Наличие бюджетного финансирования; ② Наличие опытного руководителя; ③ Использование современного оборудования; ④ Наличие современного программного продукта; ⑤ Актуальность проекта; ⑥ Использование УП;	① Развитие новых технологий; ② Высокая стоимость оборудования; ③ Отсутствие квалифицированного персонала.
	Возможности: ① Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области; ② Повышение стоимости конкурентных разработок.	① Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением; ② При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.	① Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование; ② Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.
	Угрозы: ① Появление новых технологий; ② Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.	Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.	Расширение области применения за счет развития новых технологий.

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в

дальнейшей научно-исследовательской разработке.

3,3 Планирование научно-исследовательских работ

3,31 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- ① Определение структуры работ в рамках научного исследования;
- ② Определение количества исполнителей для каждой из работ;
- ③ Установление продолжительности работ;
- ④ Построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы (таблица 3,3).

Таблица 3,3 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания.	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика.	Научный, Руководитель.
	2	Календарное планирование выполнения ВКР.	Инженер, Научный, Руководитель.
Выбор способа решения поставленной задачи.	3	Обзор научной литературы.	Инженер.
	4	Выбор методов исследования.	Инженер.
Теоретические и экспериментальные исследования.	5	Планирование эксперимента.	Инженер, Научный, Руководитель.
	6	Подготовка образцов для эксперимента.	Инженер.
	7	Проведение эксперимента.	Инженер.
Обобщение и оценка результатов.	8	Обработка полученных данных.	Инженер.
	9	Оценка правильности полученных результатов.	Инженер, Научный, Руководитель.
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР).	10	Составление пояснительной записки.	Инженер.

3,32 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика

проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}}^i = \frac{3t_{\text{min}}^i + 2t_{\text{max}}^i}{5} \quad (3,2).$$

где $t_{\text{ож}}^i$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;
 t_{min}^i - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни; t_{max}^i - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{\text{pi}} = \frac{t_{\text{ож}}^i}{\text{Ч}_i} \quad (3,3).$$

где T_{pi} - продолжительность одной работы, рабочие дни; $t_{\text{ож}}^i$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни; Ч_i - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{\text{ki}} = T_{\text{pi}} \times K_{\text{kal}} \quad (3,4).$$

где T_{ki} - продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;
 K_{kal} - календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$K_{\text{kal}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (3,4).$$

где $T_{\text{кал}}$ - общее количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ - общее количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ - общее количество праздничных дней в году.

$$T_{\text{кал}} = 365 \text{д};$$

$$T_{\text{вых}} = 108 \text{д};$$

$$T_{\text{пр}} = 16 \text{д}.$$

$$K_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 108 - 16} = 1,51.$$

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены (таблица 3,4).

Таблица 3,4 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях, $T_{\text{рi}}$.	Длительность работ в календарных днях, T_{ki} .						
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{\text{ож}}^i$, чел-дни									
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2								
1							2	3	4	5	6	7	8	9
① Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика.							2	-	3	-	2,8	-	2,8	5
② Календарное планирование выполнения ВКР.							2	6	4	5	1,8	3,4	5,2	17
③ Обзор научной литературы.							-	3	-	8	-	7,6	7,6	11
④ Выбор методов исследования.							-	3	-	5	-	3,8	3,8	8
⑤ Планирование эксперимента.							1	6	4	10	2,8	6,8	9,6	21
⑥ Подготовка образцов для эксперимента.							-	5	-	7	-	5,8	5,8	12
⑦ Проведение эксперимента.							-	10	-	20	-	17	17	30
⑧ Обработка полученных данных.							-	15	-	15	-	12	12	30
⑨ Оценка правильности полученных результатов.							1	6	2	10	2,8	3,8	6,6	19
⑩ Составление пояснительной записки.								8		5	-	8,8	8,8	13
Итого							6	62	13	85	13,5	68,5	79,2	106

Примечание: Исп. 1 - Научный руководитель, Исп. 2 - Инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения

проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 3,5).

Таблица 3,5 - Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп.	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность работ														
				февр			март			апр			май					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика.	Исп. 1	4	█														
2	Календарное планирование выполнения ВКР.	Исп. 1 Исп. 2	4	█ █														
3	Обзор научной литературы.	Исп. 2	11		█													
4	Выбор методов исследования.	Исп. 2	6			█												
5	Планирование эксперимента.	Исп. 1 Исп. 2	7			█ █												
6	Подготовка образцов для эксперимента.	Исп. 2	9				█											
7	Проведение эксперимента.	Исп. 2	25					█										
8	Обработка полученных данных.	Исп. 2	18						█									
9	Оценка правильности полученных результатов.	Исп. 1 Исп. 2	5											█ █				
10	Составление пояснительной записки.	Исп. 2	13													█		

Примечание: █ - Исп. 1 (научный руководитель), █ - Исп. 2 (инженер).

3,4 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат:

- ① Материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- ② Затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- ③ Основная заработная плата исполнителей темы;
- ④ Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- ⑤ Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- ⑥ Накладные расходы НИР.

3,41 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты - это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п (таблица 3,6).

Таблица 3,6 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед, руб.	Затраты на материалы 3 _м , руб.
Краска для принтера	шт	1	600	600
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	200	400
Спец, материалы	шт	5	350	1750
Внутренний микром	шт	5	1600	8000
Итого, руб				10750

В сумме материальные затраты составили 10750 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

3,42 Расчет амортизации специального оборудования

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ-Asus. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года (таблица 3,7).

Таблица 3,7 - Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс, руб.	Общая стоимость оборудования, тыс, руб.
1	ПЭВМ	1	3	30	30
Итого		30 тыс, руб.			

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$N_A = \frac{1}{n} \quad (3,5).$$

Где n - срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{N_A \times И}{12} \times m \quad (3,6).$$

где $И$ - итоговая сумма, тыс, руб; m - время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$n = 3;$$

$$m = 3.$$

$$N_A = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{0,33 \times 30000}{12} \times 3 = 2475 \text{руб.}$$

3,43 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ - одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_p \quad (3,7).$$

где $Z_{дн}$ - среднедневная заработная плата, руб; T_p - продолжительность

работ, выполняемых работником, раб.дн.

Для руководителя:

$$T_p = 13,5;$$

Для инженера:

$$T_p = 68,5.$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d} \quad (3,8).$$

где Z_m - месячный должностной оклад работника, руб; F_d - действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн; M - количество месяцев работы без отпуска в течение года. (таблица 3,8).

Таблица 3,8 - Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней: ① Выходные дни; ② Праздничные дни.	52/14	104/14
Потери рабочего времени: ① Отпуск; ② Невыходы по болезни.	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени.	246	213

При отпуске в 28 раб, 5 - дневная рабочая неделя:

$$M = 11,2;$$

При отпуске в 56 раб, 6 - дневная рабочая неделя:

$$M = 10,3;$$

Должностной оклад работника за месяц по формуле:

$$Z_m = Z_{мс} \times (1 + K_{пр} + K_d) \times K_p \quad (3,9).$$

где $Z_{мс}$ - заработная плата, согласно тарифной ставке, руб; $K_{пр}$ - премиальный коэффициент; K_d - коэффициент доплат и надбавок; K_p - районный коэффициент.

Для руководителя:

$$Z_{мс} = 26500 \text{руб};$$

Для инженера:

$$З_{мс} = 18000 \text{руб.}$$

Для г. Томска:

$$K_{пр} = 0,3;$$

$$K_{д} = 0,2;$$

$$K_{р} = 1,3.$$

Для руководителя:

$$З_{м} = 26500 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 51675 \text{руб.}$$

Для инженера:

$$З_{м} = 18000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 35100 \text{руб.}$$

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$З_{дн} = \frac{51675 \times 10,3}{246} = 2163,6 \text{руб.}$$

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$З_{дн} = \frac{35100 \times 11,2}{213} = 1845,6 \text{руб.}$$

Для руководителя:

$$З_{осн} = 2163,6 \times 13,5 = 29208,6.$$

Для инженера:

$$З_{осн} = 1845,6 \times 68,5 = 126423,6.$$

Таблица 3,9 - Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	З _{мс} , руб	K _{пр}	K _д	K _р	З _м , руб	З _{дн} , руб	T _р , раб,дн	З _{осн} , руб
Руководитель	26500	0,3	0,2	1,3	51675	2163,6	13,5	29208,6
Инженер	18000	0,3	0,2	1,3	35100	1845,6	68,5	126423,6
Итого								155632,2

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$З_{доп} = K_{доп} \times З_{осн} (3,10).$$

где З_{доп} - коэффициент дополнительной заработной платы.

На стадии проектирования принимаем:

$$З_{доп} = 0,15.$$

Для руководителя:

$$З_{доп} = 0,15 \times 29208,6 = 4381,29 \text{руб.}$$

Для инженера:

$$З_{\text{доп}} = 0,15 \times 126423,6 = 18963,54 \text{руб.}$$

3,44 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

$$З_{\text{дон}} = K_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (3,11).$$

где $K_{\text{внеб}}$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2022 году - 30% (ст. 425, 426 НК. РФ).

Для руководителя:

$$З_{\text{дон}} = 30\% \times (29208,6 + 4381,29) = 33589,89.$$

Для руководителя:

$$З_{\text{дон}} = 30\% \times (126423,6 + 18963,54) = 145387,14.$$

3,45 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:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \times K_{\text{нр}} \quad (3,12).$$

где $K_{\text{нр}}$ - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере:

$$K_{\text{нр}} = 16\%.$$

3,46 Бюджетная стоимость НИР

Таблица 3,10 - Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Статьи							
1	2	3	4	5	6	7	8
Сырье, материалы	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Бюджетная стоимость
10750	2475	155632,2	24901,152	54160,0	247918,36	39666,94	287585,30

3,5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

исследования

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \times b_i \quad (3,13).$$

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности; a_i - весовой коэффициент проекта; b_i - бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 3,11 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
① Удобство эксплуатации	0,3	5
② Легкость обслуживания	0,2	4
③ Долговечность	0,2	4
④ Энергоэкономичность	0,15	4
⑤ Материалоемкость	0,15	5
Итого	1	4,45

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,3 \times 5 + 0,2 \times 4 + 0,2 \times 4 + 0,15 \times 4 + 0,15 \times 5 = 4,45.$$

3,6 Выводы

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны; возможности и угрозы реализации.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта.

По итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта - 106дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 287585,30руб.

Показатель ресурсоэффективность по пятибалльной шкале $I_p = 4,45$, что говорит об эффективной реализации проекта.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Группа	ФИО
154A81	Ли Минцзе

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	ОМШ
Уровень образования	Бакалавр	Направление / специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления детали «Крышка подшипника торцевая»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»	
Характеристика объекта исследования: ① Вещество; ② Материал; ③ Прибор; ④ Алгоритм; ⑤ Методика; ⑥ Рабочая зона и области его применения.	Объектом исследования является участок цеха, а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ-197.
2. Производственная безопасность: ① Анализ выявленных вредных и опасных факторов; ② Обоснование мероприятий по снижению воздействия.	К числу вредных факторов на рабочем месте следует отнести: ① Присутствие не оптимальных метеоусловий на рабочем месте; ② Периодическую запыленность воздуха; ③ Вероятность выброса токсичных веществ в атмосферу; ④ Периодическое несоответствие освещенности рабочего места [при этом требуется провести расчет освещения на рабочем месте с рисунком (размеры в системе СИ)]; ⑤ Наличие электромагнитных и радиационных излучений, шум от вентиляции. К числу опасных факторов следует отнести:

	<ul style="list-style-type: none"> ① Наличие электроисточников; ② Котлонадзорного оборудования; ③ Оборудования с повышенной температурой поверхности; ④ Присутствие механического оборудования; ⑤ Горючих материалов; ⑥ Тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности. <p>Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указаны ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений:</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Перечислены средства коллективной и индивидуальной защиты; ② Приведены классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления; ③ Категории пожароопасности помещения.
<p>3. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Защита селитебной зоны; ② Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); ③ Анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); ④ Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); ⑤ Разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<ul style="list-style-type: none"> ① Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов. ② Наличие радиоактивных отходов также требует разработки их утилизации.
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; ② Выбор наиболее типичной ЧС; ③ Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; ④ Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Рассмотрены 2 ситуации ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Природная - сильные морозы зимой; ② Техногенная - исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии). <p>Предусмотрены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.</p>

<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <p>① Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>② Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>Приведены:</p> <p>① Перечень НТД, используемых в данном разделе;</p> <p>② Схема эвакуации при пожаре;</p> <p>③ Схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.</p>
--	---

<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	<p>05.04.2022</p>
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень звание	Подпись	Дата
Профессор (ООД, ШБИП)	Сечин А.И.	Д.т.н.		05.04.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ли Минцзе		05.04.2022

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

В данной работе рассматривается производственный цех и находящееся в нем оборудование.

При проектировании рабочих мест должны учитываться освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитные поля и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании цеха необходимо обратить внимание на охрану окружающей среды и, в частности, на организацию безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность аварийных ситуаций. Так как производственный цех находится в городе Томске, то наиболее характерной аварийной ситуацией являются морозы, характерные для Сибири. Также одной из возможных аварийных ситуаций может стать отключение электроэнергии.

4,1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Объектом выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления детали “крышка подшипника торцевая”, в работе рассматривается воздействие вредных и опасных факторов на человека и окружающую среду в процессе разработки, изготовления и эксплуатации детали.

① ГОСТ 12.4.154-85“ССБТ”. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты.

② ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

③ СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона.

④ СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

⑤ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

⑥ СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

⑦ ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

⑧ ГОСТ Р12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

⑨ ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

⑩ ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

⑪ ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности.

⑫ СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству

атмосферного воздуха.

⑬ ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами.
Классификация, идентификация и кодирование отходов.

4,2 Анализ условий труда на рабочем месте

Рабочее место расположено на 1 этаже в цехе, помещение представляет собой помещение размером 6м на 9м, высотой 3,5м, окно выходит на север, в помещении расположено (3 единицы технологического оборудования, 5 человек). Остальное находится в анализе по разделам.

К числу вредных факторов следует отнести:

- ① Присутствие некомфортных метеоусловий;
- ② Присутствие вредных веществ;
- ③ Присутствие производственного шума;
- ④ Недостаточной освещенности;
- ⑤ Электромагнитного загрязнения.
- ⑥ Присутствие пожароопасности.

4,21 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- ① Температура воздуха;
- ② Относительная влажность воздуха;
- ③ Скорость движения воздуха.

Высокая влажность ($\varphi > 85\%$) усложняет терморегуляцию организма, потому что происходит уменьшение испарения пота, и уменьшается влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает высыхание слизистых оболочек дыхательных оболочек способов.

Оптимальные и допустимые температуры, относительно влажность и скорость ветра в рабочей зоне производства помещение должно соответствовать значению, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Проект разделен на три типа гравитации в соответствии с общим потреблением энергии тело. Работа, связанная с инженерами-разработчиками, относится к категории осветительных работ. Приемлемые климатические значения для этого примера показано в таблице 4,1.

Таблица 4,1 - Требования к микроклимату.

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 - 24	15 - 75	≤ 0,1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0,2

Одной из основных мер по оптимизации микроклимата и состава воздуха на производственных объектах является обеспечение правильных воздухообмен и нагрев, теплоизоляция нагреваемых поверхности оборудования, воздуховоды и гидравлические трубопроводы.

4,22 Вредные вещества

Среди химических веществ, которые выделяются при работе на станке, самая большая опасность: выбросы пыли, которые сопровождают процесс обработки металла истиранием (зачистка, полировка, шлифовка и т.д.), а также то же самое верно и при использовании охлаждающей жидкости.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ:

- ① Устранение причин шума или его значительного ослабления в источнике образования;
- ② Изоляция источников шума от окружающей среды посредством звуко и виброизоляции.
- ③ Использовать средства для снижения шума и вибрации при его распространении;
- ④ Использование специальных материалов, например, мягких материалов для утепления. Их основу составляют вата, стекловата, войлок или джут. Коэффициент поглощения - 65%.

СИЗ: использование спецодежды, защитной обуви и защитных средств органов слуха (наушников, берушей, антифонов).

4,23 Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора,

которые для ежедневной (кроме выходных) работы, но не более 40 часов в неделю за весь стаж работы, не должен вызывать болезни или отклонения в состоянии здоровья, выявленные современными методами исследования в процессе работы или в долгосрочной жизни нынешнего и будущих поколений. Соблюдение шума пульта дистанционного управления не исключает нарушения здоровья у гиперчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

4,24 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень производительности, имеет положительный психологическое воздействие на человека и способствует увеличению продуктивности.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Длина помещения:

$$A = 9\text{м};$$

Ширина:

$$B = 6\text{м};$$

Высота:

$$H = 4\text{м};$$

Высота рабочей поверхности над полом:

$$h_p = 0,8\text{м}.$$

Площадь помещения:

$$S = A \times B (4,1).$$

где A - длина, м; B - ширина, м.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников

является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1 - 1,4.

Принимаем:

$$\lambda = 1,4;$$

Расстояние светильников от перекрытия (свес):

$$h_c = 0,5\text{м.}$$

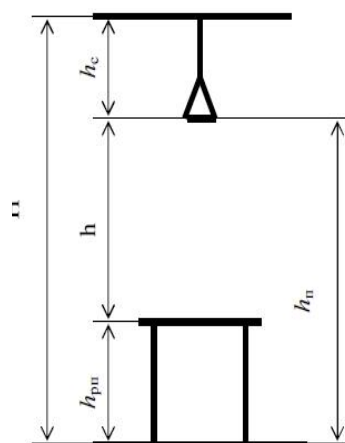


Рисунок 4,1 - Основные расчетные параметры

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p \quad (4,2).$$

где h_n - высота светильника над полом, высота подвеса; h_p - высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР:

$$h_n = 3,5\text{м.}$$

$$h = 3,5 - 0,8 = 2,7\text{м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \times h \quad (4,3).$$

Тогда:

$$L = 1,4 \times 2,7 = 3,78\text{м.}$$

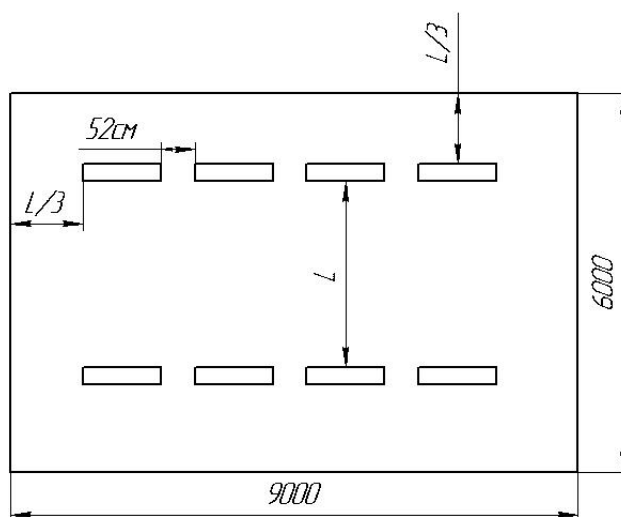


Рисунок 4,2 - Схема размещения светильников

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} \quad (4,7).$$

Тогда:

$$l = \frac{3,78}{3} = 1,26\text{м}.$$

Размещаем светильники в два ряда. В одном ряду можно установить 4 светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23м), при этом разрывы между светильниками в ряду составит 52см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения в нем светильников (рисунок 4,2).

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении:

$$n = 8 \times 2 \times 1 \text{ (ламп)}.$$

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} \quad (4,8).$$

Тогда:

$$i = \frac{9 \times 6}{2,7 \times (9 + 6)} = 1,33.$$

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \times A \times B \times K_z \times Z}{N \times \eta} \quad (4,9).$$

где: E - нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, Лк;
 K_z - коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма, пыли); Z - коэффициент неравномерности освещения; η - коэффициент использования светового потока.

Определяем по таблице:

$$K_z = 1,5;$$

Для люминесцентных ламп при расчётах:

$$Z = 1,1;$$

Определяем по таблице:

$$\eta = 0,54.$$

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{300 \times 9 \times 6 \times 1,5 \times 1,1}{16 \times 0,54} = 3094 \text{Лм.}$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по таблице выбирается стандартная ближайшая лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона (-10%... 20%), то корректируется число светильников n либо высота подвеса светильников.

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \times 100\% \leq 20\% \quad (4,10).$$

Выбираем стандартную ближайшую лампу - ЛТБ 40Вт с потоком:

$$\Phi_{\text{лд}} = 2850 \text{Лм.}$$

$$\frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} = \frac{2850 - 3094}{3094} \times 100\% = -8,5\%.$$

Получаем:

$$-10\% \leq 8,5\% \leq 20\%.$$

Необходимый поток светильника не выходит за пределы диапазона, то корректировать число светильников n либо высоту подвеса светильников нет

необходимости.

Определим электрическую мощность осветительной установки:

$$P = \omega \times S \text{ (4,11).}$$

Тогда:

$$P = 40 \times 54 = 2160 \text{Вт.}$$

Тогда мощность каждой лампы:

$$P_{\text{л}} = \frac{P}{n} \text{ (4,12).}$$

Тогда:

$$P_{\text{л}} = \frac{2160}{16} = 135 \text{Вт.}$$

Определим электрическую мощность осветительной установки:

$$P = n \times \omega \text{ (4,13).}$$

Тогда:

$$P = 16 \times 40 = 640 \text{Вт.}$$

4,25 Электробезопасность

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:

- ① Постоянно 100% влажность (особо сырое помещение);
- ② Наличие химически активной среды;
- ③ Либо: наличие более 2 факторов помещения повышенной опасности.

Категория помещения: помещения повышенной опасности поражения электрическим током. Присутствует один из следующих факторов:

- ① Повышенная температура воздуха ($t = 35^{\circ}\text{C}$);
- ② Повышенная влажность ($> 75\%$).

- ③ Наличие токопроводящей пыли;
- ④ Наличие токопроводящих полов;
- ⑤ Возможности прикосновения одновременно и к электроустановке, и к заземлению или к двум электроустановкам одновременно.

Категория помещения: мало опасные помещения. Отсутствуют признаки и факторы, характерные для двух предыдущих классов.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- ① Изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- ② Установки защитного заземления;
- ③ Наличие общего рубильника;
- ④ Своевременный осмотр технического оборудования, изоляции;
- ⑤ Использование разделительных трансформаторов.

Безопасные номиналы:

$$U = 12... 36В;$$

$$I = 0,1А;$$

$$R_{\text{ззз}} = 40\text{М}.$$

4,26 Пожароопасности

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.

Согласно НПБ 105-03 производственный цех относится к категории В2 - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

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 из-за электрического и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- ① Халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- ② Утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4% до 17% метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т.п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- ① Использование только исправного оборудования;
- ② Проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- ③ Отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- ④ Курение в строго отведенном месте.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется

переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В рабочих местах на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Карта эвакуации зданий на рисунке 4,3.

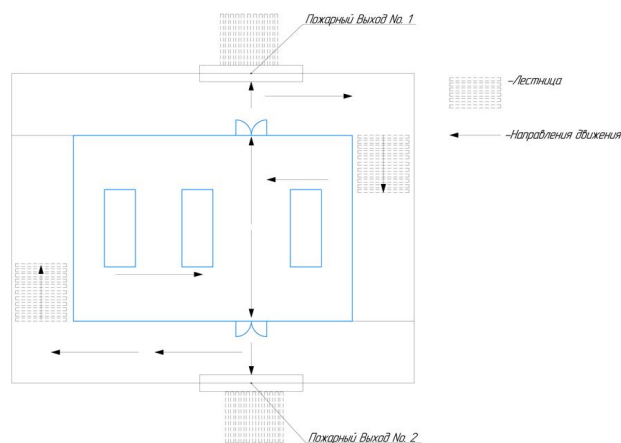


Рисунок 4,3 - План эвакуации из помещения

4,3 Экологическая безопасность

Фабрики должны держаться подальше от селитебной зоны.

Механическая обработка металлов на станках сопровождается образованием: металлической стружки, отработанной смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), пыли. Пары эмульсии и пыль через вентиляционную систему поступают из помещений в атмосферу. Помимо этого, имеется и промышленный мусор. Загрязнение гидросферы металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, которые наблюдают за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

В производственном цехе необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для стружки, стекла, металлических частей, пластика.

Фильтрация смазочно-охлаждающей жидкости будет производиться путем установки самоочищающегося барабанного фильтра (для очистки СОЖ, чистого масла и водных эмульсий, от магнитных и немагнитных частиц).

Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как, впрочем, и само стекло, и цоколи.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

4,4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом, в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия. Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения.

В случае переморозив труб должны быть предусмотрены запасные газовые обогреватели с катализаторами. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В случае обрыва линий электропередач должны быть предусмотрены электрогенераторы, которые и будем использовать для электрообогревателей и другого вида оборудования. Нужно иметь запасы воды для сотрудников и для технических нужд. Заключить договоры с транспортными компаниями, что переложит ответственность в случае ЧС на них. Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности. Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

4,5 Выводы по разделу

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

Заключение

Мы, выполнив следующие задачи: выбор заготовок, рациональных способов обработки, оборудования и режущих инструментов, составление технологических анализов, расчеты режимов резьбы и нормального изготовления деталей, проектирование приспособлений и технологической оснастки для выполнения каждой операции, разработка вопросов финансового менеджмента и обеспечения безопасности работы.

Мы успешно завершили следующие основные разделы:

- ① Технологический;
- ② Конструкторский;
- ③ Финансового менеджмента, ресурсоэффективность и ресурсосбережения;
- ④ Социальной ответственности.

В выпускной квалификационной работе решается задача по разработки технологии изготовления “Крышка подшипника торцевая”.

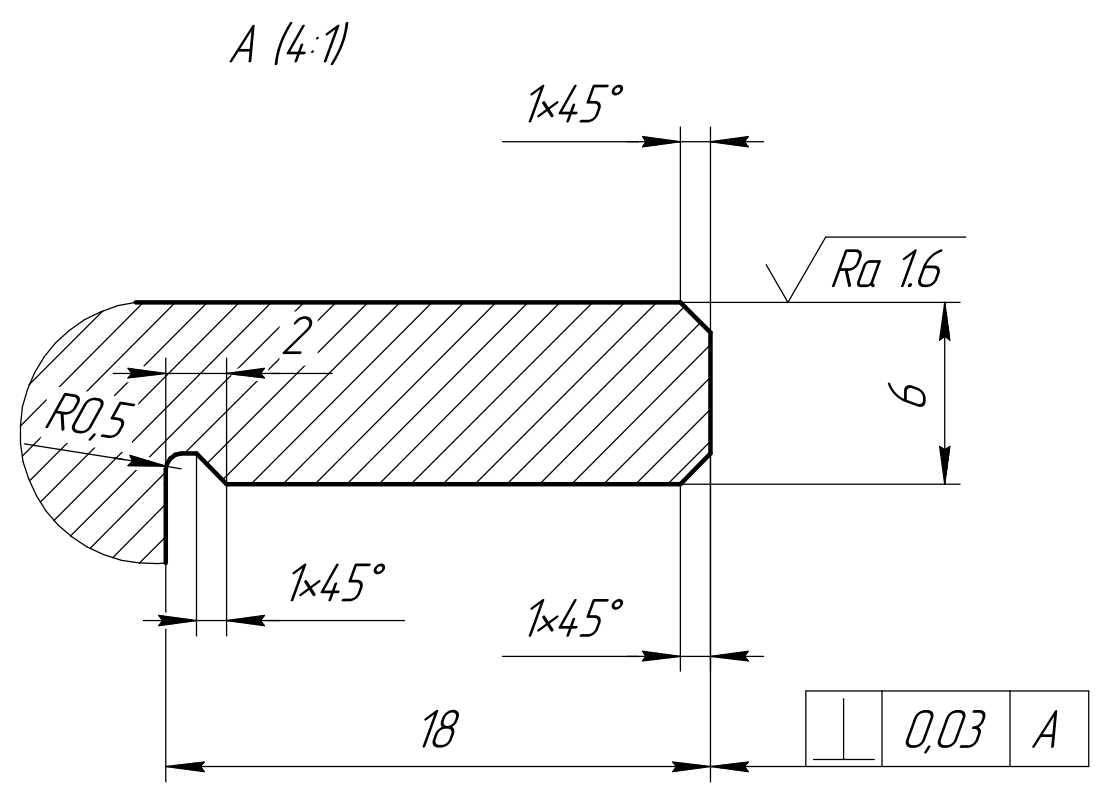
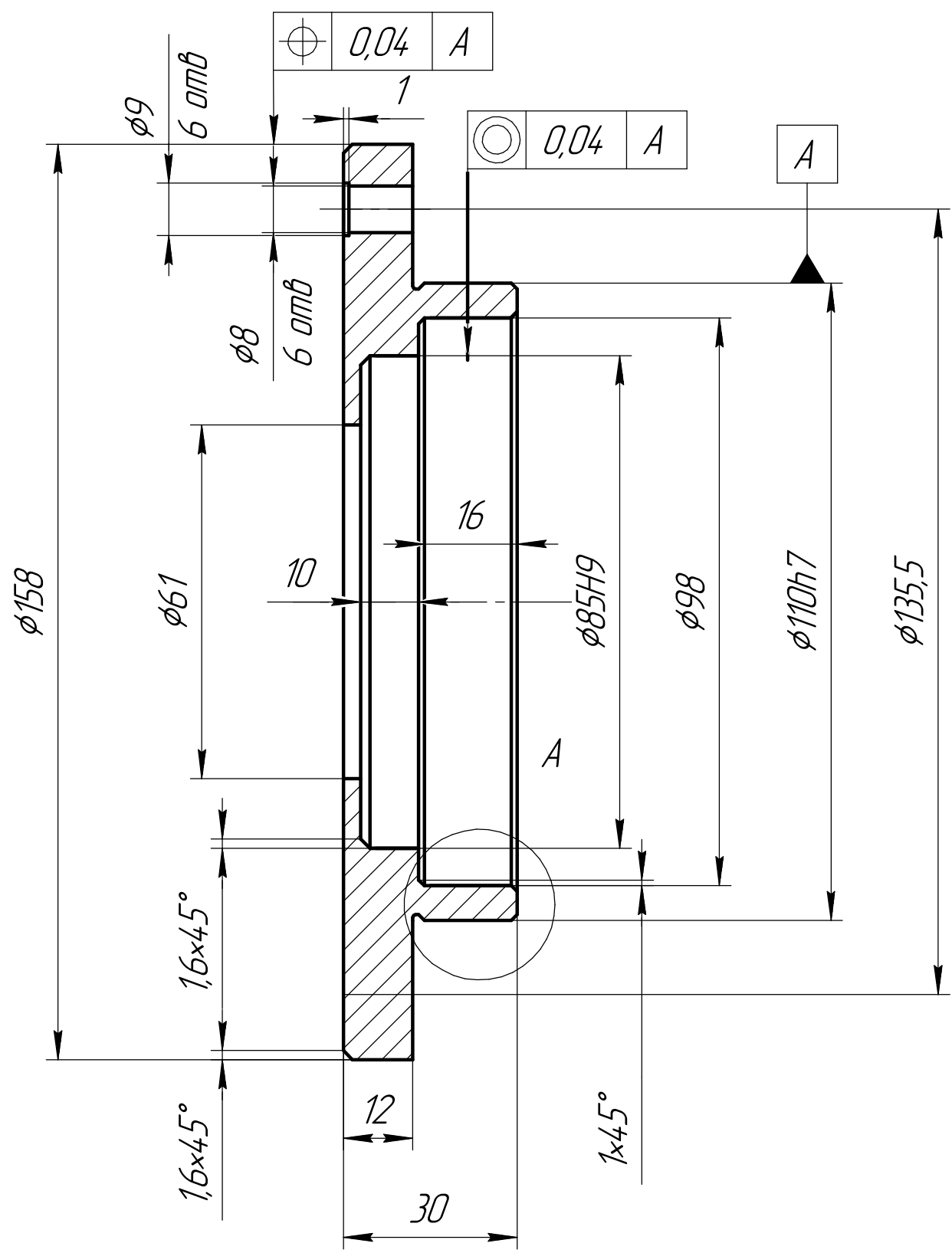
Список литературы

- ① Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.–М.: ОООИД «Альянс», 2015.–256с.
- ② Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
- 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 Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 1986. 656 с., илл
- ⑤ Ансеров М. А., Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции – Л.: «МАШГИЗ», 1960, 638 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Чертеж детали

$\sqrt{Ra 6.3}$ (✓)



$1. H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Взам. инв. № Инв. № дцкл. Подп. и дата
 Инв. № подл. Подп. и дата

Перв. примен.

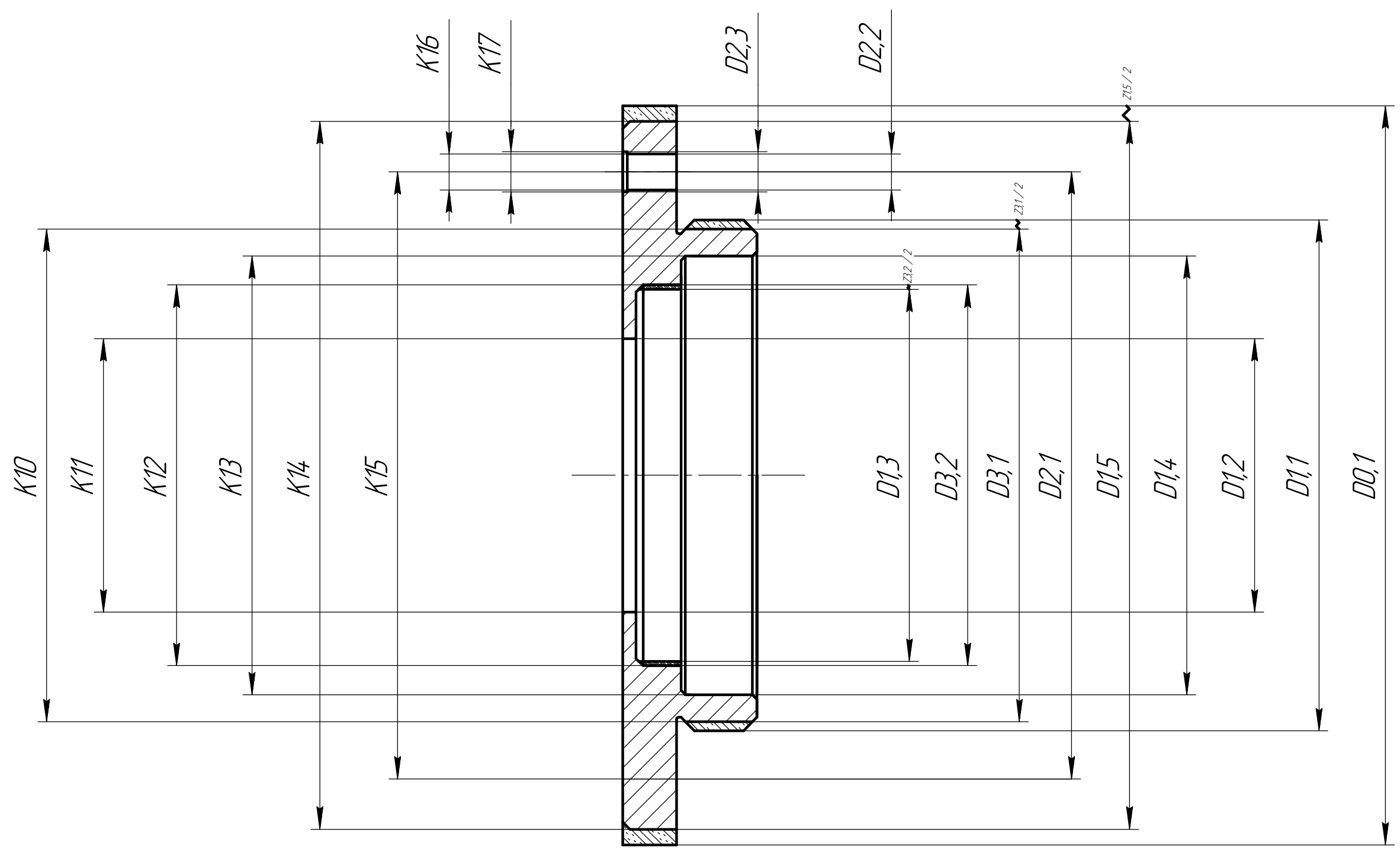
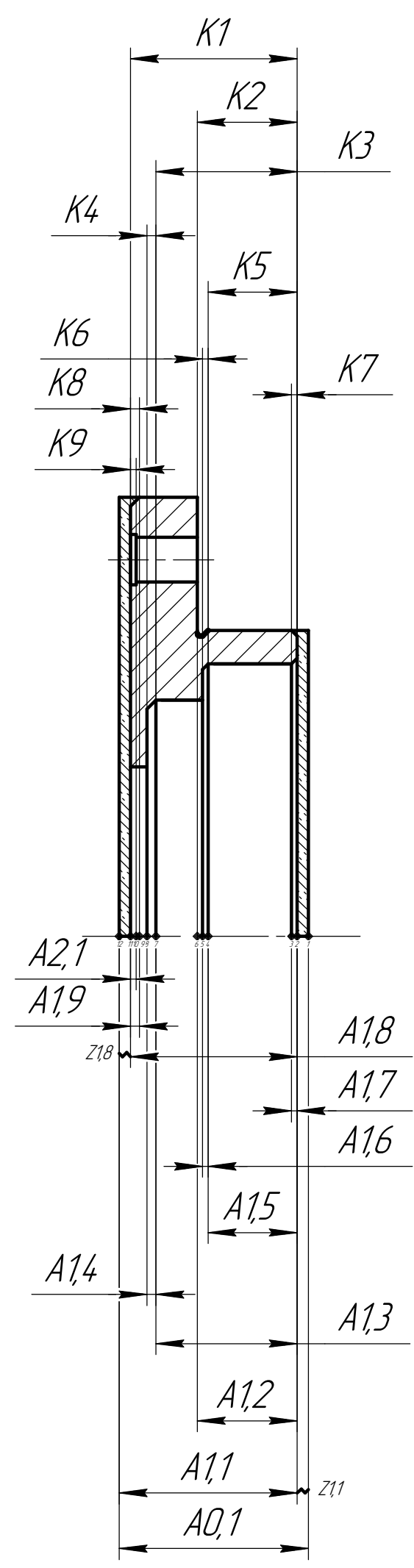
Справ. №

				ИШНПТ-154А81005.00.00.01				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Крышка подшипника торцевая	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Ли	Минцзе						1:1
Пров.		Пустовых О. С.				Лист	Листов	1
Т.контр.					СЧ 15 ГОСТ 14 12-85		ТПУ ИШНПТ Группа 154А81	
Н.контр.					Копировал		Формат А3	
Утв.								

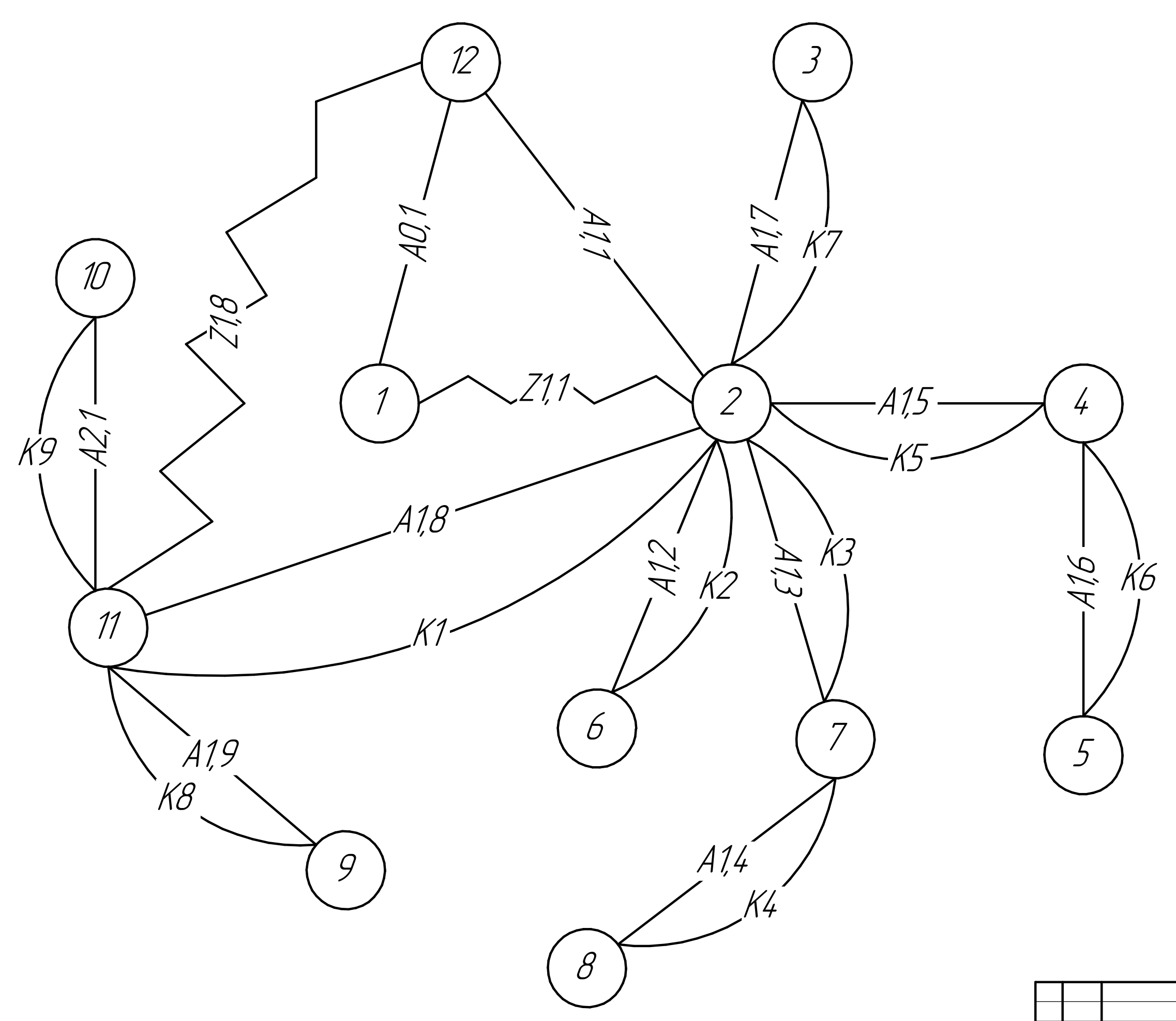
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Размерный анализ

Размерная схема



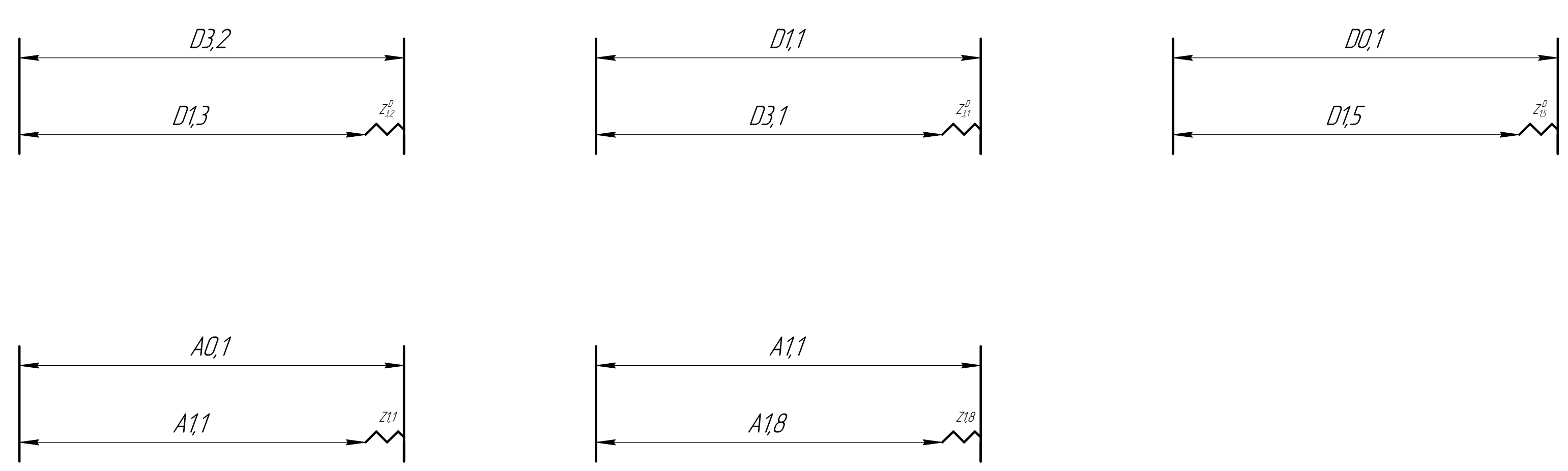
Граф технологических размерных цепей



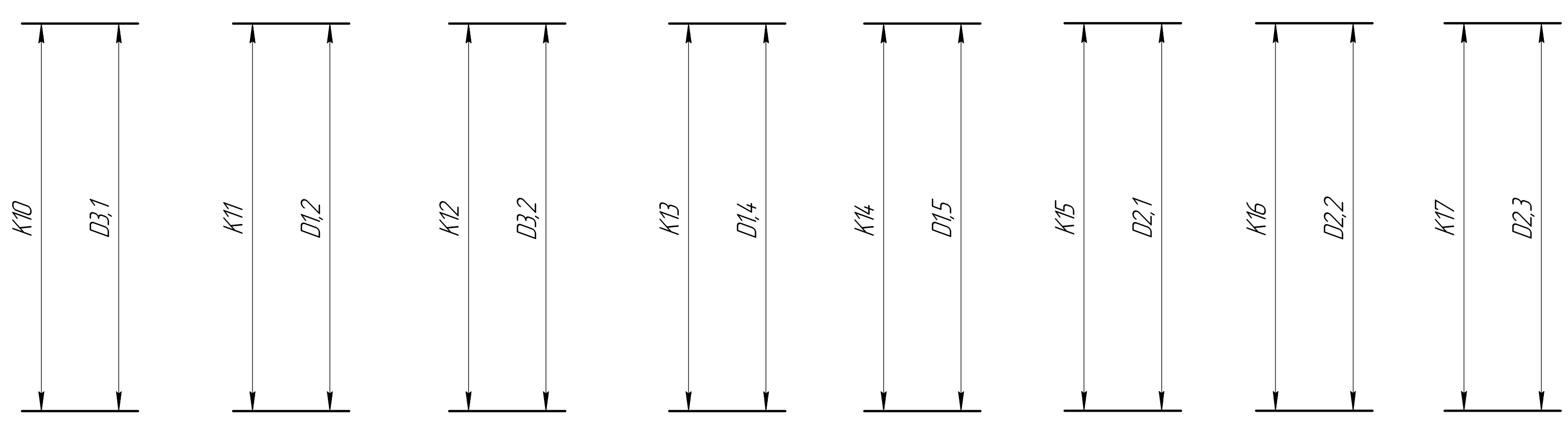
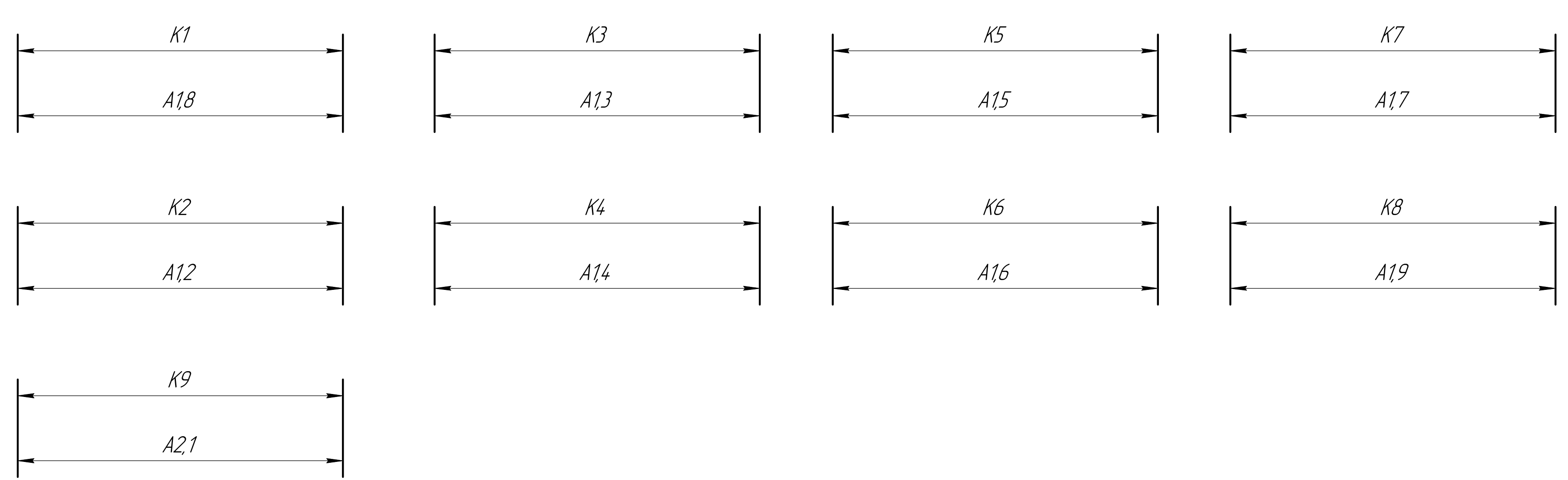
ИШНПТ-154А81005.00.00.02			
Изм/Лист	№ док-м	Подп.	Дата
Разраб.	Ли. Минцзе		
Проб.	Листовых О.С.		
Т.контр.			
И.контр.			
Эльб.			
Размерный анализ			Лит. Масса Масштаб
			Лист 1 Листов 2
			ТПУ ИШНПТ
			Группа 154А81
			Формат А1

ИШНПТ-154А81005.00.00.02
 Не для коммерческого использования

Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются припуски



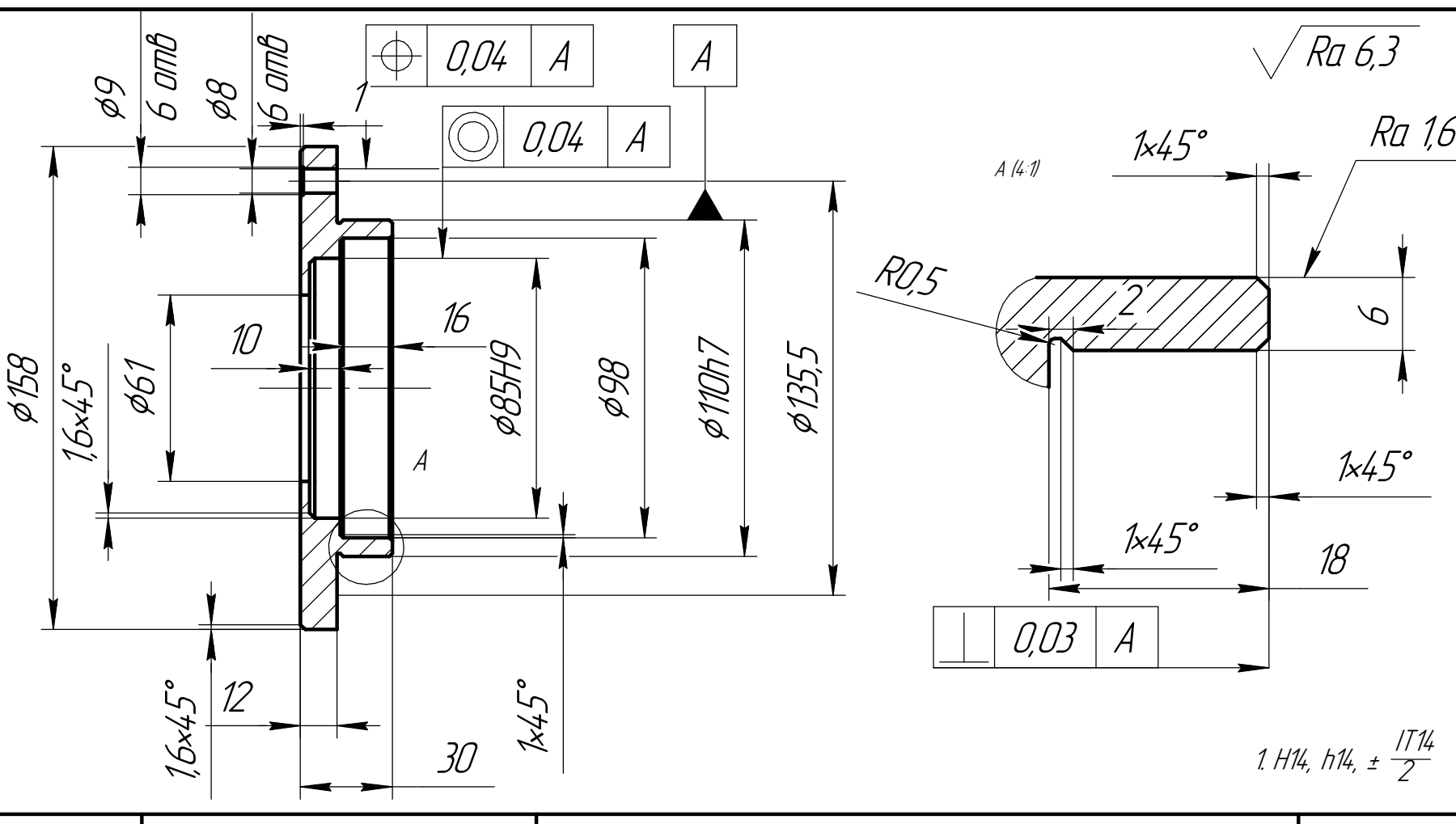
Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются конструкторские размеры



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Техническая карта

Карта технологического процесса



Материал		Код и вид	Заготовка	
Наименование, марка	Код и вид		Профиль Размеры	Код и вид
СЧ 15 ГОСТ 14.12-85			Прокат круглый горячекатаный $\phi 165$	50000
			Масса детали, кг	18

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одноразовых деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы		
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	T0	Tвс	Tпз	Tшт	Tштк			
005	1	Установить и снять заготовку.		Станок ножовочный отрезной S-335-C50	Тиски станочные ГОСТ 16515-96	Полотно Машинное 450*40*2 ГОСТ 66645-86	Штангенциркуль ШЦ-И-250-005 ГОСТ 166-89		1	165	167	2	0,2	22	110	58,89	7,95	0,36	13	9,56	9,56	
010	1	Установить и снять деталь.		Токарный станок 16Б16	Патрон самоцентрирующий трехлапчатый ГОСТ 2675-80	Подрезной резец 2112-0101 ВК6 ГОСТ 18880-73	Штангенциркуль ШЦ-И-250-005 ГОСТ 166-89		1	165	87,5	0,9	0,9	198	220	114,41	0,47	0,58	13	11,5	11,5	
	2	Подрезать торец поверхности 1 в размер 32±0,25.				Резец проходной угловой 2103-0009 ВК6 ГОСТ 18879-93	Штангенциркуль ШЦ-И-125-001 ГОСТ 166-89		6	165	20	4	0,7	140	200	102,43	1,2					
	3	Точить поверхности 2 с подрезкой торца 3, выдерживая размеры 18±0,15 и φ116±0,2.				Резец проходной угловой 2103-0009 ВК6 ГОСТ 18879-93	Штангенциркуль ШЦ-И-125-001 ГОСТ 166-89		1	117	20	2,7	0,7	210	300	108,66	0,13					
	4	Сверлить поверхность 4 с подрезкой торца, выдерживая размер φ61±0,3.				Сверло спиральное Р6М5 φ61 ГОСТ 10903-77	Штангенциркуль ШЦ-И-125-001 ГОСТ 166-89		1	61	34	30,5	0,58	98,6	170	32,6	4,89					
	5	Расточить поверхность 5 с подрезкой торца 6, выдерживая размеры 25,4±0,15 и φ83,5±0,4.				Резец расточный токарный ВК6 ГОСТ 18883-73	Штангенциркуль ШЦ-И-125-001 ГОСТ 166-89		1	81	27,4	2	0,4	308	770	146,23	0,92					
	6	Точить фаску 7, выдерживая размер 16±0,075x45°.				Резец проходной отогнутый ВК6 2102-1097 ГОСТ 18877-73	Шаблон фасочный		1	83,5	16	16	0,8	344	430	110,67	0,033					

ВКР.154.А81.005

Крышка подшипника торцевая

Лит Масса Масштаб

Лист 1 Листов 3

ТПУ ИШНПТ

Группа 154А81

Формат А1

Копирован

Не для коммерческого использования

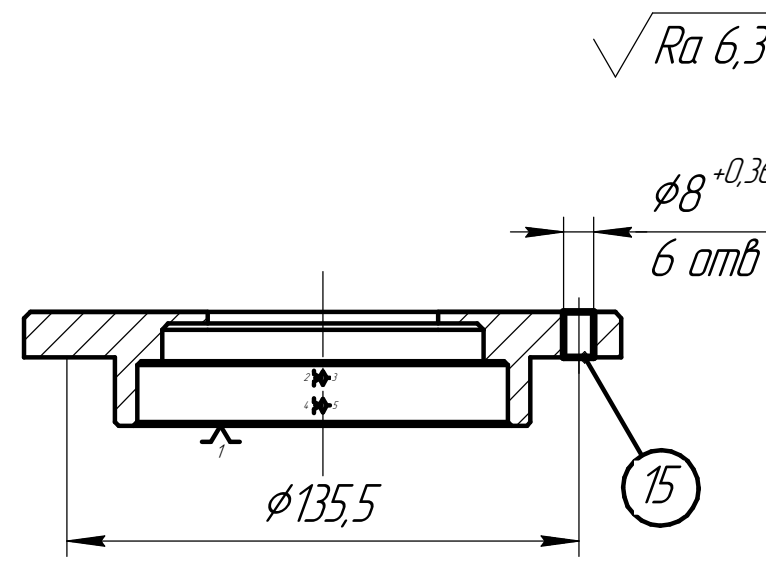
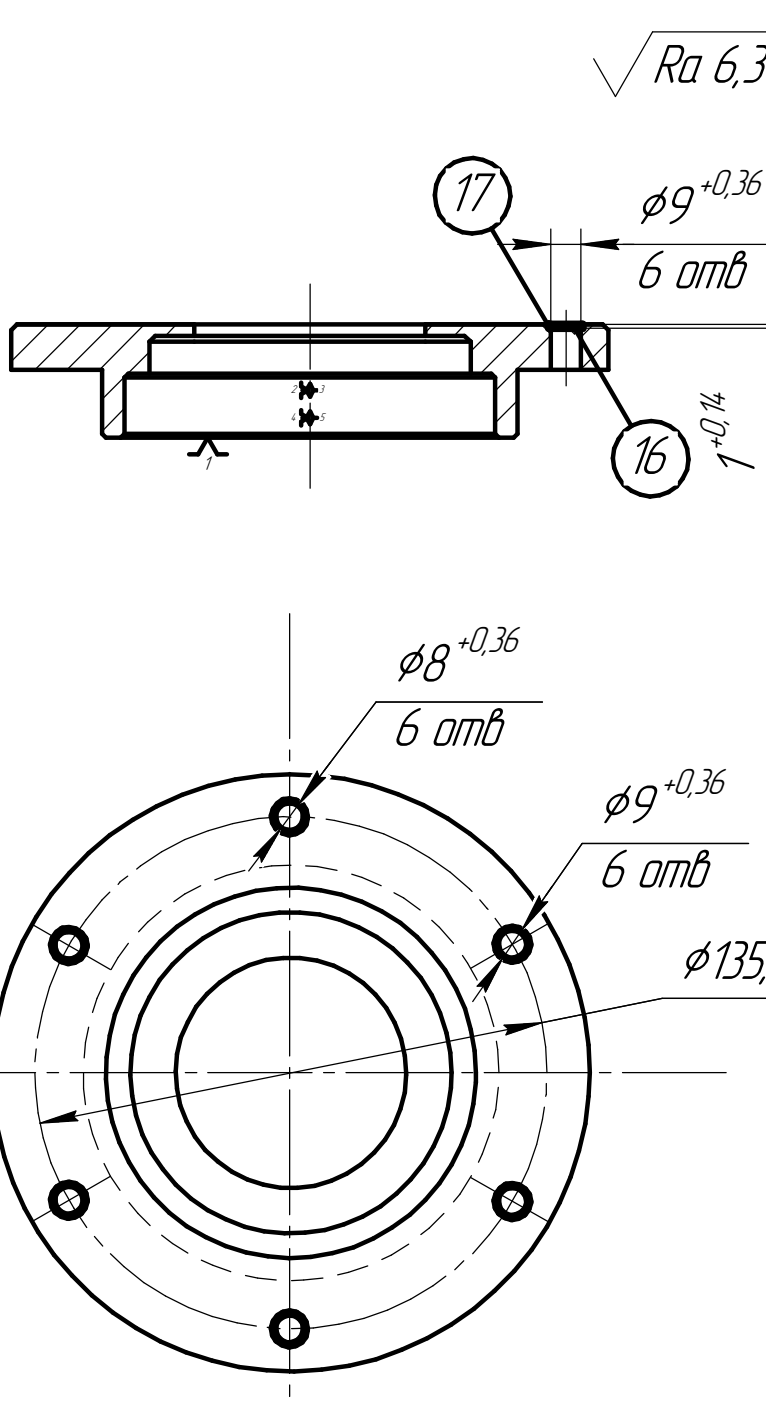
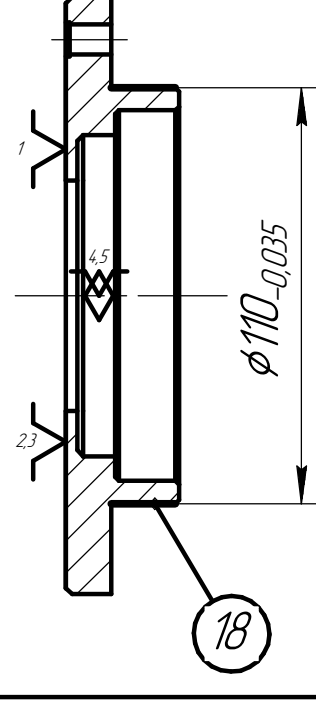
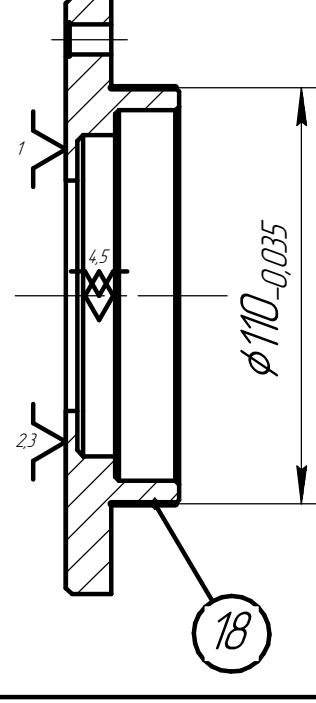
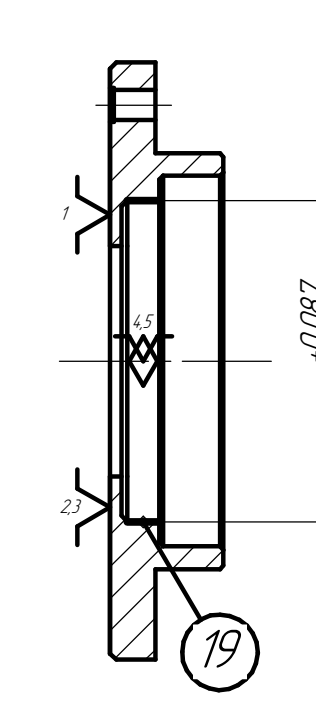
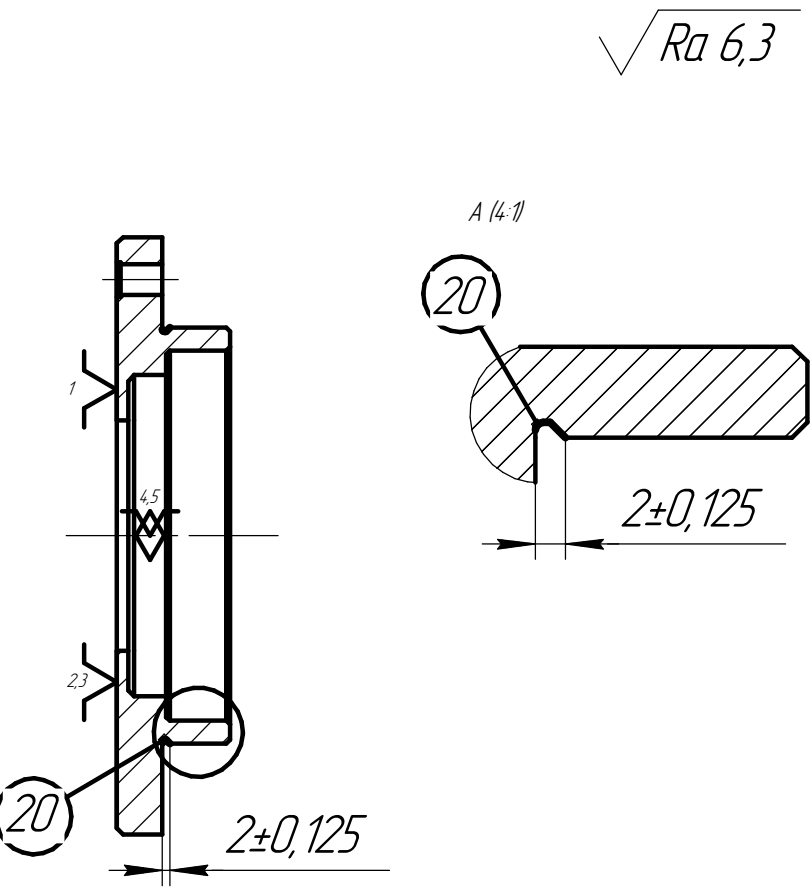
ИЗМ. № 01/2017 Учредитель ООО "АРОН-Системы автоматизации" Россия Все права защищены
Изд. № 01/2017 Вид № 01/2017 Подп. и дата
Изд. № 01/2017 Вид № 01/2017 Подп. и дата

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Режим обработки					Нормы времени, мин					Разряд работы	ВКР.154.А81.005						
операции	перехода					режущий	измерительный	Поддача		Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	Т ₀	Т _{вс}	Т _{пз}	Т _{шт}	Т _{шт.к}									
1	2	3	4	5	6	7	8	мм/об	мм/мин								14	15	16	17	18	19	20	21	22
	7	Расточить поверхность 8 с подрезкой торца 9, выдерживая размеры 8±0,15 и φ98±0,4.				Резец, расточной токарный ВК6 ГОСТ 18883-73	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89			1	3	95,5	18	125	0,4	224	530	156,89	0,18	0,63					
	8	Точить фаску 10, выдерживая размер 1,0±0,075×45°.				Резец проходной отогнутый ВК6 2102-1097 ГОСТ 18877-73	Шаблон фасочный			1	98	98	1	1	0,8	312	390	118,76	0,032						
	9(1)	Точить фаску 11, выдерживая размер 1,0±0,075×45°.				Резец проходной отогнутый ВК6 2102-1097 ГОСТ 18877-73	Шаблон фасочный			1	1116	1116	1	1	0,8	272	340	118,76	0,037						
	9(2)	Точить фаску 11, выдерживая размер 1,0±0,075×45°.				Резец проходной отогнутый ВК6 2102-1097 ГОСТ 18877-73	Шаблон фасочный			1	98	98	1	1	0,8	312	390	118,76	0,032						
	10	Подрезать торец поверхности 12 в размер 30±0,25.				Подрезной резец 2112-0101 ВК6 ГОСТ 18880-73	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05 ГОСТ 166-89			1	165	165	82,5	0,8	0,9	207	230	116,46	0,45						
	11	Точить поверхности 13 на проход, выдерживая размер 158±0,2.				Резец проходной упорный 2103-0009 ВК6 ГОСТ 18879-93	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89			1	158	158	12	3,5	0,7	140	200	104,51	0,16						
	12	Точить фаску 14, выдерживая размер 1,6±0,075×45°.				Резец проходной отогнутый ВК6 2102-1097 ГОСТ 18877-73	Шаблон фасочный			1	158	158	16	16	0,8	184	230	110,67	0,061						

Токарный станок 16Б16

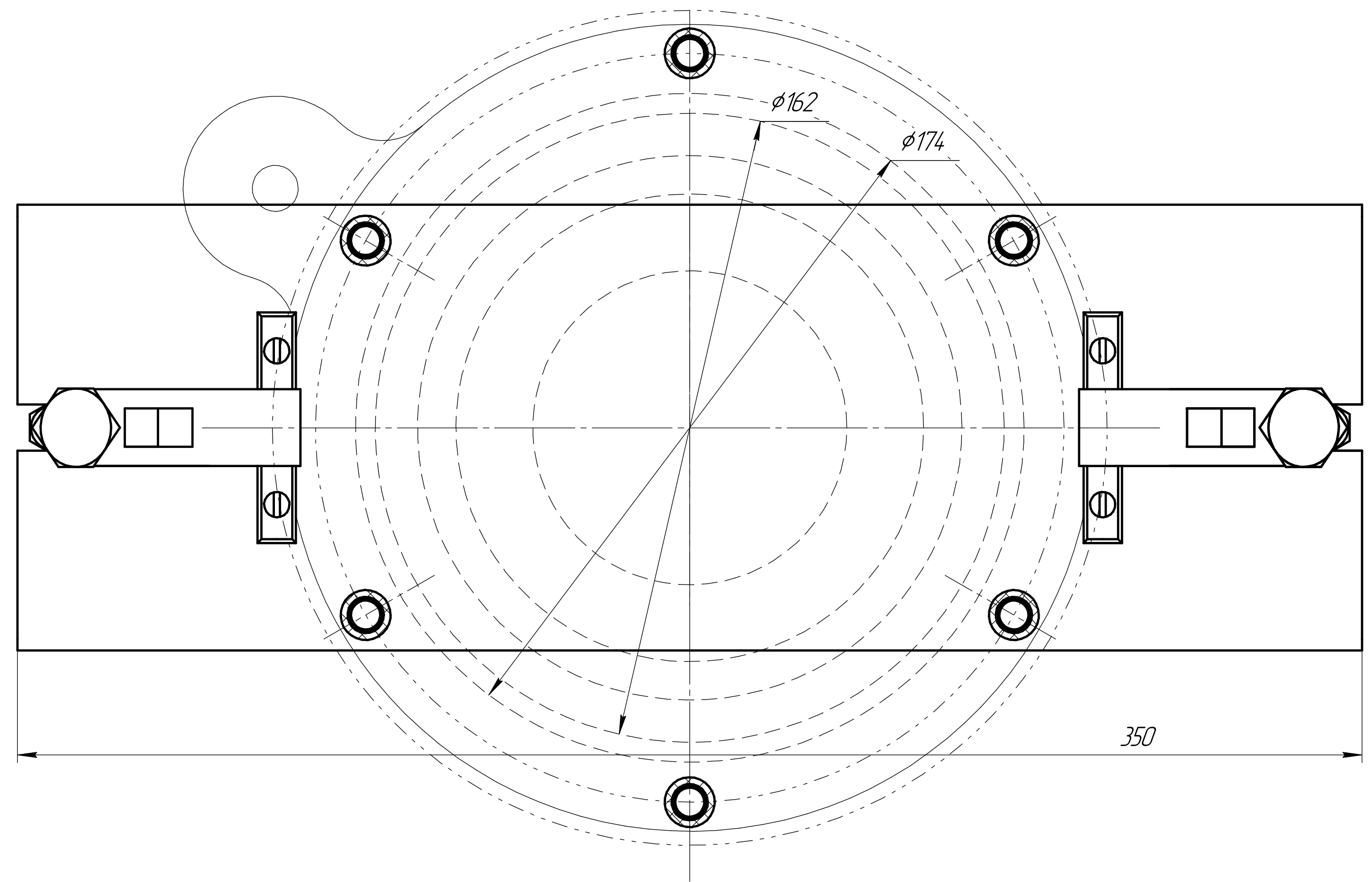
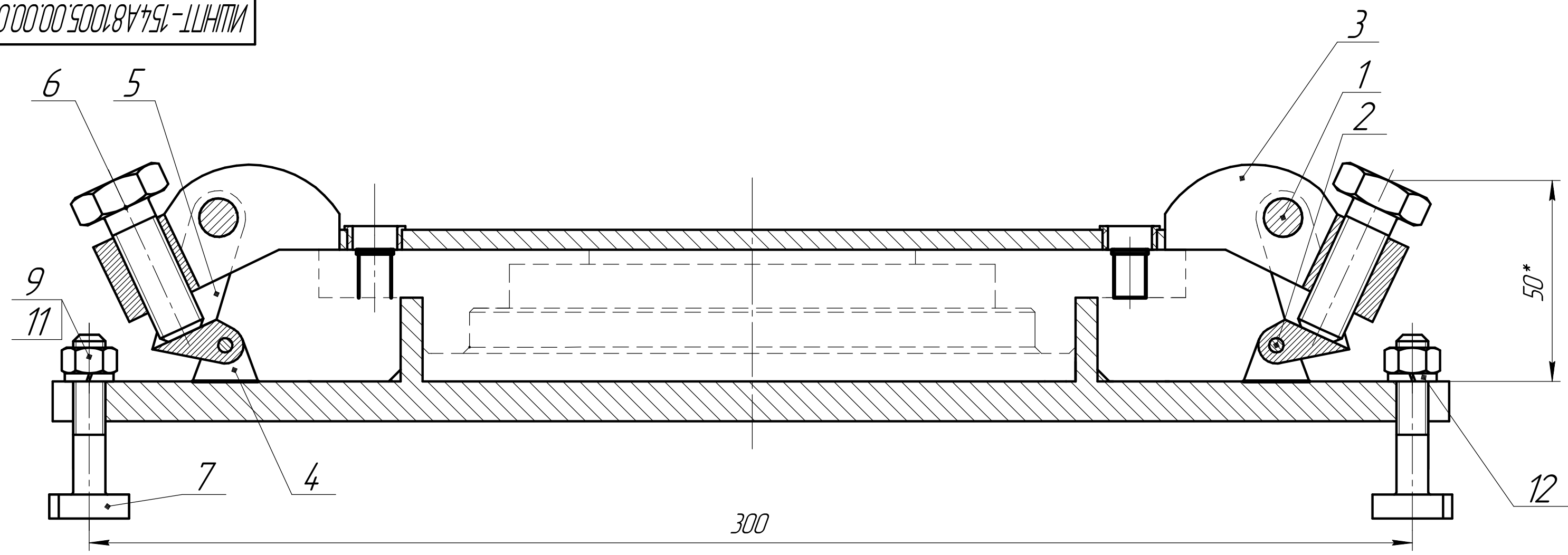
Патрон самоцентрирующий трехлапчатый ГОСТ 2675-80

ИЗМ. № 01
ИЗМ. № 02
ИЗМ. № 03
ИЗМ. № 04
ИЗМ. № 05
ИЗМ. № 06
ИЗМ. № 07
ИЗМ. № 08
ИЗМ. № 09
ИЗМ. № 10
ИЗМ. № 11
ИЗМ. № 12
ИЗМ. № 13
ИЗМ. № 14
ИЗМ. № 15
ИЗМ. № 16
ИЗМ. № 17
ИЗМ. № 18
ИЗМ. № 19
ИЗМ. № 20
ИЗМ. № 21
ИЗМ. № 22
ИЗМ. № 23
ИЗМ. № 24
ИЗМ. № 25
ИЗМ. № 26
ИЗМ. № 27
ИЗМ. № 28
ИЗМ. № 29
ИЗМ. № 30
ИЗМ. № 31
ИЗМ. № 32
ИЗМ. № 33
ИЗМ. № 34
ИЗМ. № 35
ИЗМ. № 36
ИЗМ. № 37
ИЗМ. № 38
ИЗМ. № 39
ИЗМ. № 40
ИЗМ. № 41
ИЗМ. № 42
ИЗМ. № 43
ИЗМ. № 44
ИЗМ. № 45
ИЗМ. № 46
ИЗМ. № 47
ИЗМ. № 48
ИЗМ. № 49
ИЗМ. № 50

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие адаптированных деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы	ВКР.154.А81.005		
операции	перехода					режущий	измерительный						Поддача		Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T ₀	T _{вс}	T _{пз}			T _{шт}	T _{шт.к}
													мм/об	мм/мин									
015	1	Сверлить 6 отв. 15 размером $\phi 135,5$, выдерживая размер $\phi 8 \pm 0,15$, 60° .		Радиально-сверлильный станок Р60У	Приспособление специальное	Сверло спиральное Р6М5 $\phi 8$ ГОСТ 4010-77	Калибр пробака $\phi 8$ -ПР, -НЕ 8133-0917 ГОСТ 14810-69	6	8	15	4	0,2	222	1110	27,89	0,99							
	2	Зенковать 6 отв. 16, выдерживая размеры с подрезкой торца 17, выдерживая размеры $1 \pm 0,075$ и $\phi 9 \pm 0,15$, 60° .				Зенкер 2323-0504 ВК6 $\phi 9$ ГОСТ 12489-67	Калибр пробака $\phi 9$ -ПР, -НЕ 8133-0917 ГОСТ 14810-69	6	9	1	4,5	0,2	208	104,0	29,23	0,396		0,28	13	3,06	3,06		
020	1	Чистовая Токарная Установить и снять деталь.		Токарный станок 16Б16	Патрон самоцентрирующий трехшлицевой ГОСТ 2675-80	Резец проходной угарный 2103-0009 ВК6 ГОСТ 18879-93	Профилометр ГОСТ 19300-86 Индикатор ИИ 25 кл. 1 ГОСТ 577-68 Набор концевых мер 1-Н2 ГОСТ 9038-90	1	1116	18	0,8	0,7	266	380	130,4	0,071							
	2	Точить поверхность 18, выдерживая размер $\phi 110 \pm 0,035$.				Резец расточной токарный ВК6 ГОСТ 18883-73	Профилометр ГОСТ 19300-86 Индикатор ИИ 25 кл. 1 ГОСТ 577-68 Набор концевых мер 1-Н2 ГОСТ 9038-90	2	83,5	8,4	0,75	0,4	260	650	169,4	0,15	0,58	13	0,92	0,92			
	3	Расточить поверхность 19, выдерживая размер $\phi 85 \pm 0,087$.																					
025	1	Токарная Установить и снять деталь.		Токарный станок 16Б16	Патрон самоцентрирующий трехшлицевой ГОСТ 2675-80	Резец для обработки канавок ВК8 ГОСТ 18885-73	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89	1	110	1	2	0,8	248	310	107,03	0,016	0,58	13	0,69	0,69			
	2	Проточить канавку 19, выдерживая размеры $2 \pm 0,125$.																					
030	1	Контрольная Контролировать размеры, допуски формы и взаимного расположения поверхностей, параметры шероховатости согласно чертежу изделия.																					

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Специальное приспособление



- 1 Необходимое зажимное усилие на ключе 15,2 Н.
- 2 Перед началом эксплуатации и во время технического обслуживания обязательно обработать резьбовые соединения смазкой типа Литол-М/Ли 412/3 ГОСТ 21150-87.
- 3 Периодичность контроля работоспособности приспособления - каждые 6 месяцев.
- 4 Конструкция приспособления соответствует требованиям безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.2029-88.
- 5 Маркеровать номер приспособления и клеймо завода изготовителя.
- 6 Массу приспособления определить взвешиванием.
- 7 * Размеры для справок.

ИШНПТ-154А81005.00.00.04						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление сверлильное (кулачок с откидывающимся рычагом)	Лит. Масса Масштаб
Разраб.	Ли	Мицзе				1:1
Проб.	Ли	Степовых	О.С.			Лист Листов 1
Т.контр.						ТТУ ИШНПТ Группа 154А81
Н.контр.						Формат А2
Утв.						Копировал

КОМПАС-3D v20 Учредитель: ООО "АНОС-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Имя, № подл. Подп. и дата. Имя, № подл. Подп. и дата. Имя, № подл. Подп. и дата.

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
					ИШНПТ 154А81.СБ	Кулачок с откидывающимся рычагом	1	
					ИШНПТ 154А81.СБ	Пояснительная записка	1	
						<u>Детали</u>		
				1	ИШНПТ 154А81.001	Ось большая	2	
				2	ИШНПТ 154А81.002	Ось малая	2	
				3	ИШНПТ 154А81.003	Плита	1	
				4	ИШНПТ 154А81.004	Кулачек	2	
				5	ИШНПТ 154А81.005	Стойка несущая	2	
				6	ИШНПТ 154А81.006	Рычаг	2	
						<u>Стандартные изделия</u>		
				7	ИШНПТ 154А81.007	Болт Hexagon head ISO7411-M12x35	2	
				8	ИШНПТ 154А81.008	Болт 7002-0352 ГОСТ 12201-66	2	
				9	ИШНПТ 154А81.009	Винт Set screw ISO4766-M1.2x2	2	
				10	ИШНПТ 154А81.010	Гайка М8-6Н ГОСТ 15521-70	2	
				11	ИШНПТ 154А81.011	Пластина опорная 74034-0457 ГОСТ 4743-68	2	
				12	ИШНПТ 154А81.012	Шайба 8-6Н ГОСТ 6402-70	2	

ИШНПТ 154А81005.00.00.04					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.	Ли Минцзе				
Пров.	Пустовых О.С.				
Н.контр.					
Утв.					
Инв. № подл. Разработано в: ТПУ ИШНПТ Группа 154А81			Лит.	Лист	Листов
					1