

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15. 03. 01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Вал быстроходный»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ван Цзякан		06.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Ефременков Е.А.	К. Т. Н.		06.06.2022

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М. А.	Д. Э. Н.		06.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	Д. Т. Н.		06.06.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	К. Т. Н.		06.06.2022

Томск – 2022г.

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 Отделение машиностроения

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	Ван Цзякан

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Вал быстроходный»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.2022г №34-77/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали «Вал быстроходный», годовая программа выпуска 11000шт.
--------------------------	--

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, А1×3 4.Чертеж приспособления. А1×1
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Ефременков Е.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов М.А.
Социальная ответственность	Сечин А.И.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2021
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Ефременков Е.А.	к.т.н		16.12.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А81	Ван Цзякан		16.12.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 143 страниц пояснительной записки и 10 страниц приложения, 9 таблиц, 15 рисунка, 8 источников, 6 листов графического материала формата А1, 1 лист графического материала формата А3 и 2 листа графического материала формата А4.

Ключевые слова: Вал быстроходный, технологический процесс обработки, размерный анализ, режимы резания, приспособление.

Цели и задачи исследования: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Вал быстроходный» и конструирование приспособления.

Актуальность работы определяется необходимостью разработки технологического процесса изготовления конкретной детали «Вал быстроходный», который обеспечивает требуемую точность.

Объектом исследования является деталь «Вал быстроходный».

THE REPORT

The final qualifying work (Diploma Thesis) contains 143 pages of explanatory notes and 10 pages of appendix, 9 tables, 15 figures, 9 references, 6 sheets of graphic material in A1 format, 1 sheet of graphic material in A3 format and 2 sheets of graphic material in A4 format.

Key words: High-speed shaft, master schedule of machining, dimensional analysis, cutting mode, calculation of attachment.

Goals and objectives of the research: designing the technological process of manufacturing the part " High-speed shaft ".

The relevance of the work is determined by the need to have a technological process for manufacturing a specific part " High-speed shaft" in production using a device designed in the work.

The object of research is the detail " High-speed shaft ".

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИ	10
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	12
1.1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	12
1.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА	13
1.3. НАЗНАЧЕНИЕ И КОНСТРУКЦИЯ ДЕТАЛИ	18
1.4. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ	19
1.5. ВЫБОР ТИПА ЗАГОТОВКИ.....	22
1.6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАРШРУТА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «ВАЛ БЫСТРОХОДНЫЙ»	26
1.7. РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	28
1.8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСКОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ	29
1.8.1. <i>Определение допусков на диаметральные размеры.....</i>	<i>30</i>
1.8.2. <i>Определение допусков на осевые размеры</i>	<i>31</i>
1.8.3. <i>Расчет технологических размеров</i>	<i>32</i>
1.9. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАСТКИ.....	38
1.10. РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ	41
1.11. РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ВРЕМЕНИ	76
1.12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШТУЧНО-КАЛЬКУЛЯЦИОННОГО ВРЕМЕНИ	80
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	84
2.1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	84
2.2. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ И КОМПОНОВКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	86
2.3. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАБОТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	88
2.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ СИЛЫ ЗАЖИМА	90
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	94
ВВЕДЕНИЕ.....	94
3.1. ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ.....	95
ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ	95
3.1.1. <i>Анализ конкурентных технических решений.....</i>	<i>95</i>
3.1.2. <i>SWOT-анализ.....</i>	<i>97</i>
3.2. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	101
3.2.1. <i>Структура работ в рамках научного исследования.....</i>	<i>101</i>
3.2.2. <i>Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....</i>	<i>102</i>
3.3. БЮДЖЕТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	107
3.4. РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	108
3.5. РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	109
3.6. ОСНОВНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ТЕМЫ	110
3.7. ОТЧИСЛЕНИЯ ВО ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ (СТРАХОВЫЕ ОТЧИСЛЕНИЯ)	113
3.8. НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ.....	114

3.9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСНОЙ (РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ), ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ	116
Выводы ПО РАЗДЕЛУ	120
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	125
ВВЕДЕНИЕ.....	125
4.1. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	127
4.2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	129
4.2.1. Метеоусловия	129
4.2.2. Вредные вещества	131
4.2.3. Производственный шум.....	132
4.2.4. Освещенность	133
4.2.5. Электробезопасность	136
4.3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	138
4.4. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	140
Выводы	142
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	143
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	144
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	146
ПРИЛОЖЕНИЕ В	149
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	153

Введени

Целью данной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали «Быстроходный вал» для последующего изготовления этой детали в серийном производстве. Опора подшипника - это плоская деталь с поверхностями вращения, имеющая равномерно расположенные отверстия.

Целью данной работы является разработка необходимых документов и выполнение расчётов для организации производства по изготовлению детали.

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

выполнения каждой операции.

В конструкторской части работы выполнен расчёт усилия для закрепления заготовки и спроектировано механизированное приспособление с пневмоприводом.

Для выполнения поставленных задач выпускная квалификационная работа содержит следующие основные разделы:

1. Технологический;
2. Конструкторский;
3. Финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
4. Социальной ответственности.

Область применения – машиностроение.

1.2. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [1, стр. 19]:

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{cp}} \quad (1.1)$$

где T_{cp} - среднее штучно–калькуляционное время;

t_B - такт выпуска детали, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле [1, стр. 21]:

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} \quad (1.2)$$

Где F_r -годовой фонд времени работы оборудования, мин;

N_r - годовая программа выпуска деталей.

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

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{11000} = 22,0 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время для выполнения операция процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n} \quad (1.3)$$

где; i - ой основной операции, мин;

n – количество основных операций;

$T_{ш.к i}$ - штучно – калькуляционное время.

Штучно-калькуляционное время [3, с. 147]

$$T_{ш-к} = \varphi_K T_0 \cdot 10^{-3}$$

где T_0 - основное технологическое время, мин.

φ_K - коэффициент i -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства.

Расчёт:

1. Токарная операция :

Переход 1: отрезать заготовку;

$$T_{шт.0} = 0,19 * D^2 = 0,19 * 40^2 * 10^{-3} = 0,304 \text{ мин}$$

Для первой операции(токарная) $\varphi_{K0} = 1,98$.

$$T_{шт-K0} = \varphi_K T_0 = 1,98 * 0,304 = 0,602 \text{ мин}$$

2. Токарная операция :

переход 1: подрезать торец ;

$$\begin{aligned} T_{шт.1,1} &= 0,037(D^2 - d^2) = 0,037 * (40^2 - 0) * 10^{-3} \\ &= 0,059 \text{ мин} \end{aligned}$$

переход 2: точить поверхность;

$$T_{шт.1,2} = 0,19 * d * l = 0,19 * 105 * 30 * 10^{-3} = 0,315 \text{ мин}$$

переход 3: точить поверхность;

$$T_{шт.1,3} = 0,1 * d * l = 0,1 * 25 * 43 * 10^{-3} = 0,108 \text{ мин}$$

переход 4: точить поверхность;

$$\begin{aligned} T_{шт.1,4} &= 0,1 * d * l = 0,1 * 19 * 24 * 10^{-3} + 0,17 * 24 * 2 * 10^{-3} \\ &= 0,054 \text{ мин} \end{aligned}$$

переход 5: точить поверхность;

$$T_{шт.1,5} = 0,1 * d * l = 0,1 * 3 * 30 * 10^{-3} = 0,009 \text{ мин}$$

переход 6: подрезать торец ;

$$T_{шт.1,6} = 0,037(D^2 - d^2) = 0,037(40^2 - 0) * 10^{-3} \\ = 0.0592 \text{мин}$$

переход 7: точить поверхность;

$$T_{шт.1,7} = 0,1 * d * l = 0,1 * 85 * 35 * 10^{-3} = 0,298 \text{ мин}$$

переход 8: точить поверхность;

$$T_{шт.1,8} = 0,1 * d * l = 0,1 * 26 * 66 * 10^{-3} = 0,172 \text{ мин}$$

переход 9: точить поверхность;

$$T_{шт.1,9} = 0,1 * d * l = 0,1 * 36 * 25 * 10^{-3} = 0,090 \text{ мин}$$

переход 10: точить поверхность;

$$T_{шт.1,10} = 0,1 * d * l = 0,1 * 18 * 22 * 10^{-3} + 0,17 * 22 * 2 * 10^{-3} \\ = 0,047 \text{ мин}$$

переход 11: точить поверхность;

$$T_{шт.1,11} = 0,1 * d * l = 0,1 * 26 * 3 * 10^{-3} = 0,008 \text{ мин}$$

Для второй операции(токарная) $\varphi_{к1} = 1,98$.

$$T_{01} = 0.059 + 0,315 + 0,108 + 0,054 + 0,009 + 0.059 \\ + 0,298 + 0,172 + 0,09 + 0,047 + 0,008 \\ = 1,219 \text{ мин}$$

$$T_{ш-к1} = \varphi_{к1} T_{01} = 1,98 * 1,219 = 2,414 \text{ мин}$$

3. Фрезерная операция :

переход 1:Фрезеровать поверхность;

$$T_{шт.2} = 2 * 6 * l = 12 * 30 * 10^{-3} + 12 * 18 * 10^{-3}$$

$$= 0,576 \text{ мин}$$

Для третьей операции(фрезерная) $\varphi_{к2} = 1,84$.

$$T_{шт-к2} = \varphi_{к2} T_{02} = 1,84 * 0,576 = 1,060 \text{ мин}$$

4. Шлифовальная операция :

переход 1: шлифовать торец;

$$T_{шт.3,1} = 2,5 * l = 2,5 * 35 * 10^{-3} + 2,5 * 40 * 10^{-3} = 0,188 \text{ мин}$$

переход 2: шлифовать поверхность;

$$T_{шт.3,2} = 0,1 * d * l$$

$$= 0,1 * 26 * 30 * 10^{-3} + 0,1 * 30 * 59 * 10^{-3}$$

$$= 0,255 \text{ мин}$$

переход 3: шлифовать поверхность;

$$T_{шт.3,3} = 0,1 * d * l$$

$$= 0,1 * 25 * 20 * 10^{-3} + 0,1 * 24 * 25 * 10^{-3}$$

$$= 0,110 \text{ мин}$$

Для четвертой операции(шлифовальная) $\varphi_{к3} = 2,10$.

$$T_{03} = 0,188 + 0,255 + 0,110 = 0,553 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к3} = \varphi_{к3} T_{03} = 2,10 * 0,553 = 1,161 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время для выполнения
операция процесса определяем по формуле (3):

$$T_{ср} = \frac{\sum T_{штi}}{n} = \frac{0,602 + 2,414 + 1,060 + 1,161}{4} = 1,309 \text{ мин}$$

Тип производства рассчитаем по формуле (1):

$$K_{3.0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{22,0}{1,309} = 16,807$$

По ГОСТ 3.1121-84 приняты следующие коэффициенты закрепления операций $K_{3.0}$:

- массовое производство – $k_{з.о} = 1$;
- крупносерийное – $k_{з.о.} = 2 \dots 10$;
- среднесерийное – $k_{з.о.} = 10 \dots 20$;
- мелкосерийное – $k_{з.о.} = 20 \dots 40$;
- единичное – $k_{з.о.} > 10$.

Полученный коэффициент закрепления операций находится в пределах от 10 до 20; Следовательно, производство детали «Вал быстроходный» будет среднесерийным.

1.3. Назначение и конструкция детали

Деталь «Вал быстроходный» является телом вращения и относится к деталям типа Вал. Рассматриваемая деталь является ступенчатым валом жесткой конструкции, предназначена для передачи крутящего момента. Твердость поверхности катания в пределах HB 260-285. Неуказанные предельные отклонения размеров IT14/2.

Деталь изготовлена из стали Сталь 45 ГОСТ 1050-88. Сталь является легированной конструкционной особой прочности. Сталь 45 относится к конструкционным углеродистым качественным сталям. Благодаря высокой выносливости и терпимости к значительным перепадам температуры, сталь 45 применяется при производстве валов.

Таблица 1.1. Химический состав в % материала стали 45.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	До 0,3	До 0,4	до 0,035	до 0,25	до 0,3	до 0,08

1.4. Анализ технологичности конструкции детали

В соответствии с исходными данными вал будет выполнен из конструкционной легированной стали 45.

Деталь имеет форму цилиндра, что дает возможность применения универсальной оснастки.

При выборе маршрута механической обработки следует учитывать способ получения и технологичность изготовления детали. Для разработки технологического процесса обработки детали требуется предварительно изучить её конструкцию и функции. Разрабатываемый технологический процесс детали обеспечивает повышение производительности труда и качество детали, сокращение материальных и трудовых затрат на его реализацию, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду. Технологический процесс обработки детали типа “валы” включает в себя несколько этапов обработки наружных поверхностей при установке на необработанные и предварительно обработанные поверхности, получение базовых поверхностей (центровые отверстия) используемых в дальнейшем на других операциях. При разработке технологического процесса обработки детали следует придерживаться следующих правил:

1.обрабатывать наибольшее количество поверхностей данной детали за одну установку; использовать по возможности стандартный

режущий инструмент;

2. не проектировать обработку на универсальных станках
применение универсальных и дорогостоящих станков должно быть
технологически и экономически оправдано;

3. с целью экономии труда и времени технологические подготовки
производства использовать типовые.

Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем
обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.
Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть
использованы в качестве технологических баз. С учетом
вышесказанного конструкция детали является технологичной.

Деталь - вал быстроходный, который изготовлен из стали 45.
Деталь в основном обрабатывается на токарном станке с ЧПУ,
фрезерном станке и шлифовальном станке.

Конструкция деталей включает в себя минимальное число
поверхностей сложной геометрической формы. Шероховатость
поверхностей имеет параметр $Ra_{6,3}$. но шероховатость в диаметре
 $\varnothing 30n6$ и $\varnothing 26n6$ составляет $Ra_{1,6}$, в диаметре $\varnothing 25k6$ составляет $Ra_{0,8}$,
в шпоночном пазе 8P9 составляет $Ra_{3,2}$. Шпоночный паз необходимо
обработать долбежным резцом для достижения требуемой
точности. Помимо вышеуказанных поверхностей, другие
поверхности не требуют вторичной чистовой обработки.

Можно использовать универсальные измерительные приборы для контрольных размеров.

1.5. Выбор типа заготовки

Главным при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при ее минимальной себестоимости. Себестоимость детали определяется суммированием себестоимости заготовки по калькуляции заготовительного цеха и себестоимости ее последующей обработки до достижения заданных требований качества по чертежу. Выбор заготовки зависит от формы детали и ее размеров, исходного материала, типа и вида производства, наличия необходимого оборудования.

Анализируя чертеж, приходим к выводу, что наиболее выгодный способ получения заготовки - штамповка. При использовании штамповки в качестве заготовки ее форма и размеры будут достаточно близки к форме и размерам готовой детали. Но, учитывая тип производства (мелкосерийное), изготовление дорогостоящей оснастки (штамп) и использование сложного оборудования (вертикально – радиально ковочная машина) использование в качестве заготовки штамповки экономически необоснованно.

Известно, что в себестоимости машиностроительной продукции наибольшую долю составляют затраты на материалы. Для их снижения стремятся в максимальной степени приблизить размеры и форму заготовок к габаритам и форме готовых деталей. Поэтому в современном производстве одним из основных направлений развития

технологии механической обработки является использование заготовок с экономичными конструктивными формами, обеспечивающими обработку с наибольшей производительностью и наименьшими отходами материалов.

Для изготовления детали рассмотрим два способа получения заготовок: периодический прокат и многоручьевая штамповка.

Преимущество штамповки заключается в том, что можно получить заготовку, максимально приближенную по форме к детали.

Для обоих случаев рассчитываем коэффициент использования материала:

$$\text{КИМ} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}},$$

где $m_{\text{дет}}$ – масса готовой детали, кг

$m_{\text{заг}}$ – масса заготовки, кг.

Найдем массу заготовки из прутка:

$$m = \frac{G}{10},$$

$$G = V \cdot \rho \cdot g,$$

V – объём заготовки, м^3 ;

ρ – плотность заготовки (сталь 45), $\rho = 7826 \text{ кг/м}^3$;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot l}{4},$$

D – наибольший диаметр заготовки, м;

l – длина заготовки, м;

$$V = \frac{3,14 \cdot 0,040^2 \cdot 0,232}{4} = 0,000525392 \text{ м}^3;$$

$$G = 0,000525392 \cdot 7826 \cdot 9,8 = 40,3 \text{ Н},$$

Следовательно,

$$m = \frac{40,3}{10} = 4,03 \text{ кг};$$

КИМ при обработке из прутка равен:

$$\text{КИМ} = \frac{2,26}{4,03} = 0,56$$

Найдем массу заготовки из штамповки:

$$V = 0,000339 \text{ м}^3$$

$$G = 0,000339 \cdot 7826 \cdot 9,8 = 26,0 \text{ Н}$$

Следовательно,

$$m = \frac{26,0}{10} = 2,60 \text{ кг};$$

КИМ при обработке из штамповки равен:

$$\text{КИМ} = \frac{2,26}{2,60} = 0,87$$

Таким образом, в качестве заготовки принимаем штамповку.

С учетом выше изложенного, технологических свойств материала, её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства выбираем в качестве исходной заготовки –штамповка (сталь 45 ГОСТ 1050-88). Эскиз заготовки на рисунке 1.2.

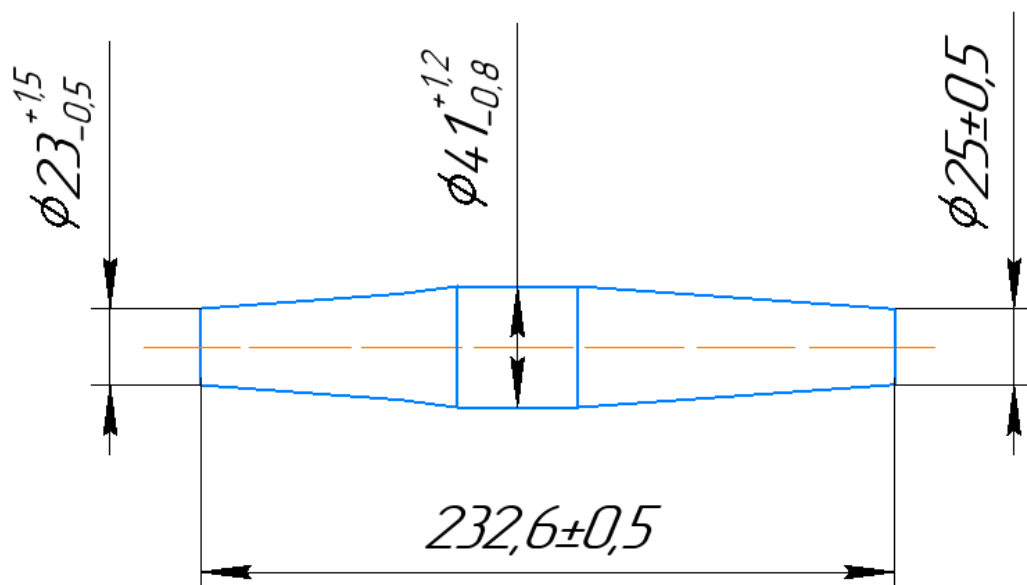


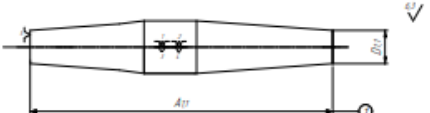
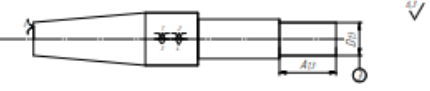
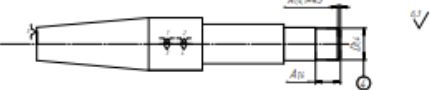
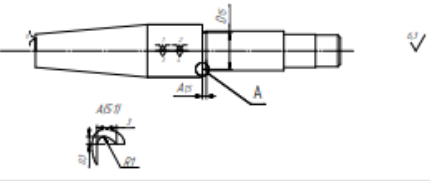
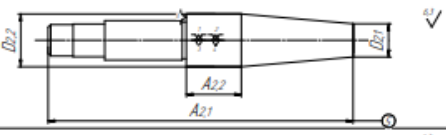
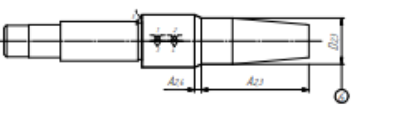
Рис.1.2. Эскиз штампованной заготовки.

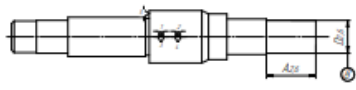
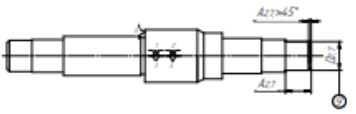
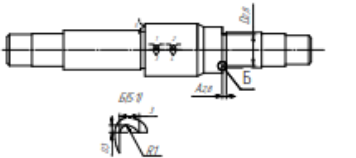
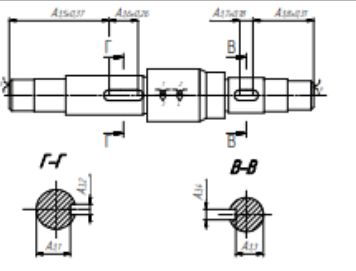
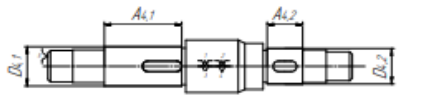
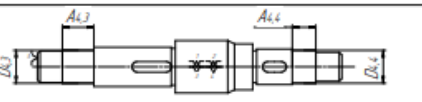
1.6. Проектирование маршрута технологии изготовления

детали «Вал быстроходный»

Таблице 1.2. Маршрут технологии изготовления детали

«Вал быстроходный»

номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	переход		
000	1	Заготовительная Штамповать заготовку согласно чертежу.	
005	1	Токарная с ЧПУ Подрезать парез, выдержав размер A11	
	2	Токарная с ЧПУ Точить поверхность, выдержав D12 и A12	
	3	Токарная Точить поверхность, выдержав D13 и A13	
	4	Токарная Точить поверхность, выдержав размер A14, A14, 45° и D14	
	5	Токарная Точить поверхность, выдержав размер A16 и D16	
	6	Токарная с ЧПУ 1. Подрезать парез, выдержав размер A21, A22, D21 и D22.	
	7	Токарная Точить поверхность, выдержав размер A23, A24 и D23	

	9	Токарная Точить поверхность , выдержав размер $A_{2,6}$ и $D_{2,6}$	
	10	Токарная Точить поверхность , выдержав размер $A_{2,7}$ $A_{2,7,45^\circ}$ и $D_{2,7}$	
	11	Токарная Точить поверхность , выдержав размер $A_{2,8}$ и $D_{2,8}$	
010	1	Фрезерная Фрезеровать поверхность , выдержав размер $A_{3,1}$ $A_{3,2}$ $A_{3,3}$ $A_{3,4}$ $A_{3,5}$ $A_{3,6}$ $A_{3,7}$ и $A_{3,8}$	
015	1	Слесарная	
020	1	Проверить размеры по эскизу	
025	1	Контрольная	
030	1	Термическая Закалить и отпустить до HB 260...285	
035	1	Шлифовальная Шлифовать поверхность , выдержав размер $A_{4,1}$, $A_{4,2}$ $D_{4,1}$ и $D_{4,2}$	
	2	Шлифовальная Шлифовать поверхность , выдержав размер $A_{4,3}$ $A_{4,4}$ $D_{4,3}$ и $D_{4,4}$	
040	1	Слесарная	
045	1	Маячная машина	
050	1	Контрольная	

1.7. Размерный анализ технологического процесса

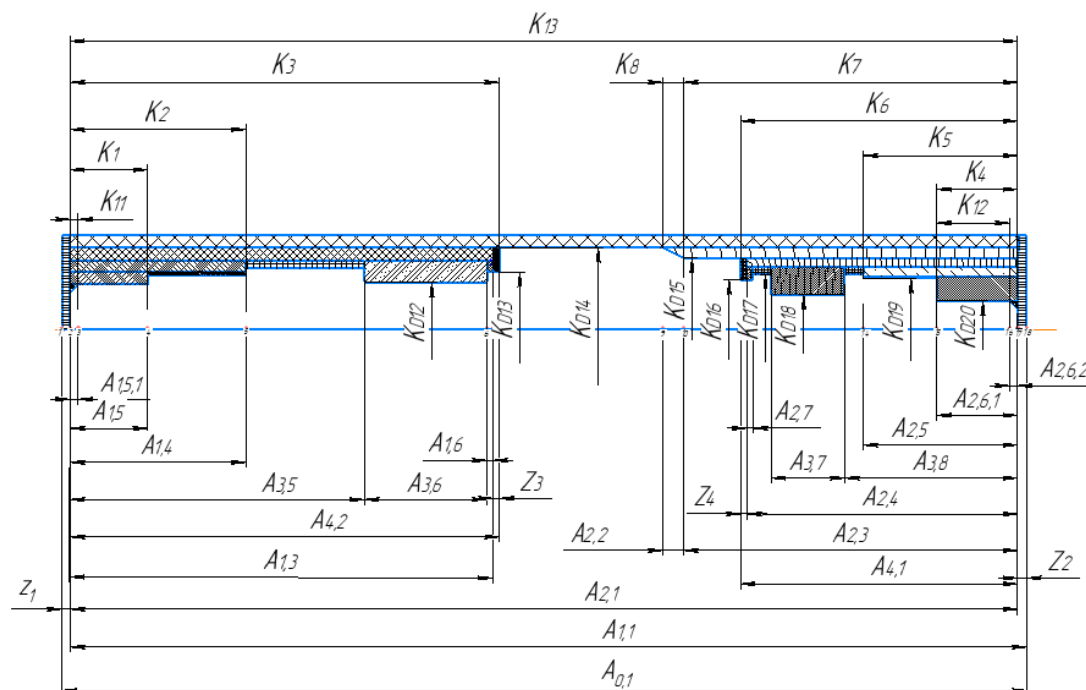


Рисунок 1.3. Размерная схема

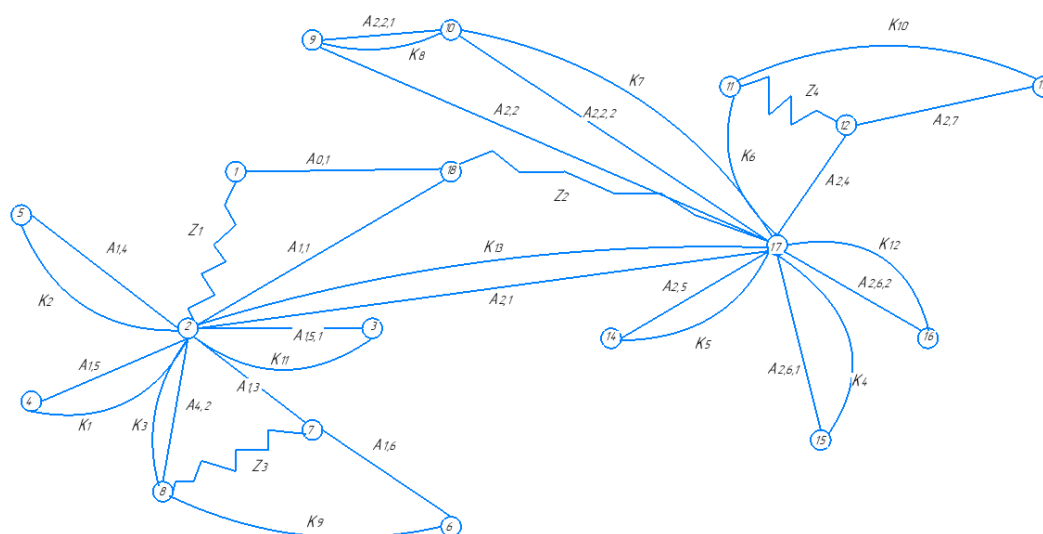


Рисунок 1.4. Граф технологических размерных цепей

Здесь: $T=18$, $A=17$, $K=13$, $Z=4$.

В соответствии с формулой: $T=A+1$: $A=K+Z$, следовательно, размерная схема построена верно.

1.8. Определение допусков на технологические размеры

Выписываем допуски на конструкторские размеры:

Размер $K_1 = 19_{-0,52}$. Допуск $TK_1 = 0,52\text{мм}$;

Размер $K_2 = 43_{-0,62}$. Допуск $TK_2 = 0,62\text{мм}$;

Размер $K_3 = 105_{-0,87}$. Допуск $TK_3 = 0,87\text{мм}$;

Размер $K_4 = 18_{-0,43}$. Допуск $TK_4 = 0,43\text{мм}$;

Размер $K_5 = 36_{-0,62}$. Допуск $TK_5 = 0,62\text{мм}$;

Размер $K_6 = 66_{-0,74}$. Допуск $TK_6 = 0,74\text{мм}$;

Размер $K_7 = 80_{-0,74}$. Допуск $TK_7 = 0,74\text{мм}$;

Размер $K_8 = 5_{-0,3}$. Допуск $TK_8 = 0,3\text{мм}$;

Размер $K_{11} = 2^{+0,2}_{-0,2}$. Допуск $TK_{11} = 0,4\text{мм}$;

Размер $K_{12} = 2^{+0,2}_{-0,2}$. Допуск $TK_{12} = 0,4\text{мм}$;

Размер $K_{13} = 230_{-1,15}$. Допуск $TK_{13} = 1,15\text{мм}$;

Размер $K_{D1} = 24_{-0,52}$. Допуск $TK_{D1} = 0,52\text{мм}$

Размер $K_{D2} = 25^{+0,015}_{+0,002}$. Допуск $TK_{D2} = 0,013\text{мм}$

Размер $K_{D3} = 30^{+0,028}_{+0,015}$. Допуск $TK_{D3} = 0,013\text{мм}$

Размер $K_{D4} = 40_{-0,62}$. Допуск $TK_{D4} = 0,62\text{мм}$

Размер $K_{D5} = 35_{-0,62}$. Допуск $TK_{D5} = 0,62\text{ мм}$

Размер $K_{D6} = 21_{-0,11}$. Допуск $TK_{D6} = 0,11\text{мм}$

Размер $K_{D7} = 25^{+0,015}_{+0,002}$. Допуск $TK_{D7} = 0,013\text{мм}$

Размер $K_{D8} = 22_{-0,52}$. Допуск $TK_{D8} = 0,52\text{мм}$

1.8.1. Определение допусков на диаметральные размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности [2, стр. 38]:

$$TD_i = \omega_{ci}, \quad (1.4)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

$$TD_{1.4} = 0,20\text{мм}$$

$$TD_{2.5} = 0,20\text{мм}$$

$$TD_{2.4} = 0,20\text{мм}$$

$$TD_{1.3} = 0,20\text{мм}$$

Когда назначаем допуски, руководствуясь [2, стр. 64 П1]:

Допуск $TD_{0.1} = 0,20\text{мм} < TK_{D4} = 0,62\text{мм}$. Принимаем $K_{D4} =$
 $D_{0.1} = 40^{+0,62}_{-0,62}\text{мм}$

Допуск $TD_{1.5} = 0,20\text{мм} < TK_{D1} = 0,52\text{мм}$. Принимаем $K_{D1} =$
 $D_{1.5} = 24_{-0,52}\text{мм}$

Допуск $TD_{4.5} = 0\text{мм} < TK_{D2} = 0,013\text{мм}$. Принимаем $K_{D2} =$
 $D_{4.5} = 25^{+0,015}_{+0,002}\text{мм}$

Допуск $TD_{4.3} = 0\text{мм} < TK_{D3} = 0,013\text{мм}$. Принимаем $K_{D3} =$
 $D_{4.3} = 30^{+0,028}_{+0,015}\text{мм}$

Допуск $TD_{2.3} = 0,20\text{мм} < TK_{D5} = 0,62\text{мм}$. Принимаем $K_{D5} =$
 $D_{2.3} = 30_{-0,62}\text{мм}$

Допуск $TD_{4.4} = 0\text{мм} < TK_{D6} = 0,11\text{мм}$. Принимаем $K_{D6} =$
 $D_{4.4} = 21_{-0,11}\text{мм}$

Допуск $TD_{4.6} = 0\text{мм} < TK_{D7} = 0,013\text{мм}$. Принимаем $K_{D7} =$
 $D_{4.6} = 25^{+0,015}_{+0,002}\text{мм}$

Допуск $TD_{2.6} = 0,20\text{мм} < TK_{D8} = 0,52\text{мм}$. Принимаем $K_{D8} =$
 $D_{2.6} = 22_{-0,52}\text{мм}$

1.8.2. Определение допусков на осевые размеры

Допуски на осевые технологические размеры определяются по формуле [2. стр. 38]

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u.i-1} + \varepsilon_{\delta i} \quad (1.5)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

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

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

$$TA_{0.1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 3,5 + 0 = 3,6 \text{ мм}$$

$$TA_{1.1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 1,5 + 0 = 1,6 \text{ мм}$$

$$TA_{1.3} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.4} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{1.5} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{1.4} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{4.2} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,08 + 0 + 0 = 0,08 \text{ мм}$$

$$TA_{2.6.1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.5} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{4.1} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,08 + 0 + 0 = 0,08 \text{ мм}$$

$$TA_{2.2.2} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.2} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{1.5.1} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.6.2} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{1.5} < TK_1, \text{ Принимаем } K_1 = A_{1.5} = 19_{-0,52} \text{ мм}$$

$$TA_{1.4} < TK_2, \text{ Принимаем } K_2 = A_{1.4} = 43_{-0,62} \text{ мм}$$

$$TA_{4.2} < TK_3, \text{ Принимаем } K_3 = A_{4.2} = 105_{-0,87} \text{ мм}$$

$$TA_{2.6.1} < TK_4, \text{ Принимаем } K_4 = A_{2.6.1} = 18_{-0,43} \text{ мм}$$

$$TA_{2.5} < TK_5, \text{ Принимаем } K_5 = A_{2.5} = 36_{-0,62} \text{ мм}$$

$$TA_{4.1} < TK_6, \text{ Принимаем } K_6 = A_{4.1} = 66_{-0,74} \text{ мм}$$

$$TA_{2.2.2} < TK_7, \text{ Принимаем } K_7 = A_{2.2.2} = 80_{-0,74} \text{ мм}$$

$$TA_{2.2} < TK_8, \text{ Принимаем } K_8 = A_{2.2} = 5_{-0,3} \text{ мм}$$

$$TA_{1.5.1} < TK_{11}, \text{ Принимаем } K_{11} = A_{1.5.1} = 2_{-0,2}^{+0,2} \text{ мм}$$

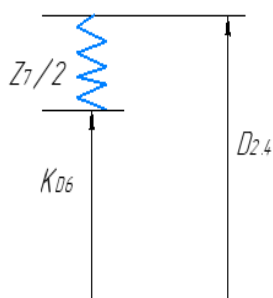
$$TA_{2.6.2} < TK_{12}, \text{ Принимаем } K_{12} = A_{2.6.2} = 2_{-0,2}^{+0,2} \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} < TK_{13}, \text{ Принимаем } K_{13} = A_{2.1} = 230_{-1,15} \text{ мм}$$

1.8.3. Расчет технологических размеров

Расчет радиальных технологических размеров:

Технологический размер $D_{2,4}$:



$$\begin{aligned} Z_{7\text{cp}} &= \frac{TK_{D6} + TD_{2,4}}{2} + Z_{7\text{мин}} \\ &= \frac{0,11 + 0,20}{2} + 0,231 \\ &= 0,2705 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$K_{D6\text{cp}} = 20,945 \text{ мм}$$

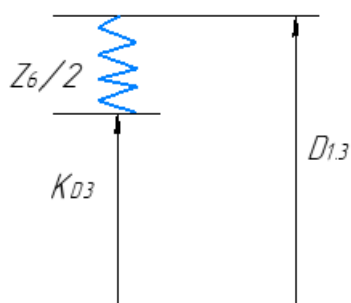
$$D_{2,4\text{cp}} = 20,945 + 0,2705 = 21,21 \text{ мм}$$

$$D_{2,4} = 21,21 \pm 0,1 = 21,22_{-0,2} \text{ мм}$$

$$Z_7 = D_{2,4} - K_{D6} = 21,22_{-0,2} - 21_{-0,11} = 0,22_{-0,2}^{+0,11} \text{ мм}$$

$$\frac{Z_7}{2} = 0,11_{-0,1}^{+0,055} \text{ мм}$$

Технологический размер $D_{1,3}$:



$$\begin{aligned} Z_{6\text{cp}} &= \frac{TK_{D3} + TD_{1,3}}{2} + Z_{6\text{мин}} \\ &= \frac{0,013 + 0,20}{2} + 0,231 \\ &= 0,3375 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$K_{D3\text{cp}} = 30,0215 \text{ мм}$$

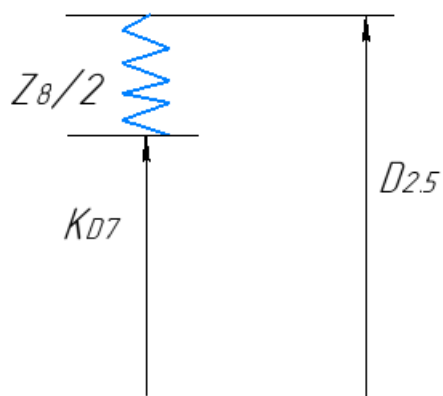
$$D_{1,3\text{cp}} = 30,0215 + 0,3375 = 30,36 \text{ мм}$$

$$D_{1,3} = 30,36 \pm 0,1 = 30,26_{-0,2} \text{ мм}$$

$$Z_6 = D_{1,3} - K_{D3} = 30,26 - 30,22_{+0,015}^{+0,028} = 0,26_{-0,028}^{-0,015} \text{ мм}$$

$$\frac{Z_6}{2} = 0,13_{-0,014}^{+0,0075} \text{ мм}$$

Технологический размер $D_{2,5}$:



$$\begin{aligned} Z_{8cp} &= \frac{TK_{D7} + TD_{2,5}}{2} + Z_{8min} \\ &= \frac{0,013 + 0,20}{2} + 0,231 \\ &= 0,3375 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$K_{D7cp} = 25,0085 \text{ мм}$$

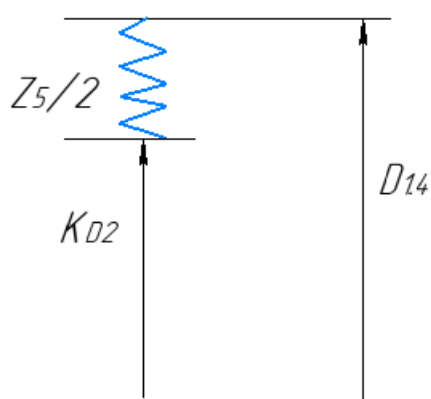
$$\begin{aligned} D_{2,5cp} &= 25,0085 + 0,3375 \\ &= 25,346 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$D_{2,5} = 25,346 \pm 0,1 = 25,356_{-0,2} \text{ мм}$$

$$Z_8 = D_{2,5} - K_{D7} = 25,356_{-0,2} - 25^{+0,015}_{+0,002} = 0,365_{-0,185}^{-0,002} \text{ мм}$$

$$\frac{Z_8}{2} = 0,1825_{-0,0925}^{-0,001} \text{ мм}$$

Технологический размер $D_{1,4}$:



$$\begin{aligned} Z_{5cp} &= \frac{TK_{D2} + TD_{1,4}}{2} + Z_{5min} \\ &= \frac{0,013 + 0,20}{2} + 0,231 \\ &= 0,3375 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$K_{D2cp} = 25,0085 \text{ мм}$$

$$D_{1,4cp} = 25,0085 + 0,3375 = 25,346 \text{ мм}$$

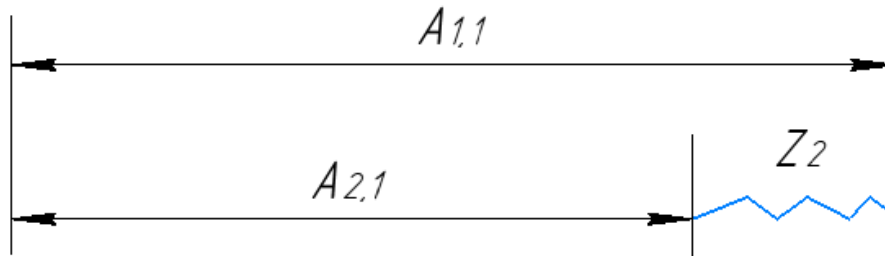
$$D_{1,4} = 25,346 \pm 0,1 = 25,356_{-0,2} \text{ мм}$$

$$Z_5 = D_{1,4} - K_{D2} = 25,356_{-0,2} - 25^{+0,015}_{+0,002} = 0,365_{-0,185}^{-0,002} \text{ мм}$$

$$\frac{Z_5}{2} = 0,1825_{-0,0925}^{-0,001} \text{ мм}$$

Расчет осевых технологических размеров:

Технологический размер $A_{0,1}$.



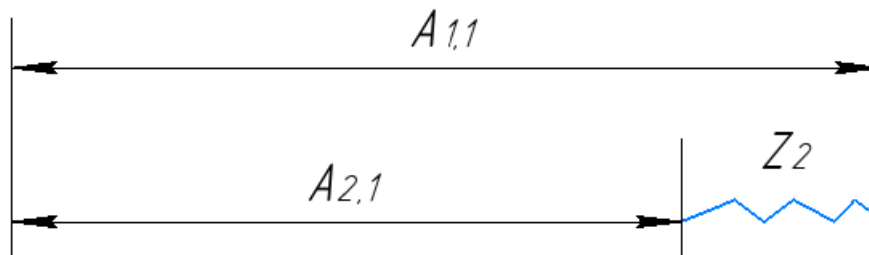
$$Z_{1cp} = \frac{TA_{0,2} + TA_{1,1}}{2} + Z_{1мин} = \frac{3,6 + 1,6}{2} + 0,155 = 2,755 \text{ мм.}$$

$$A_{0,1cp} = 230,43 + 2,755 = 233,185 \text{ мм}$$

$$A_{0,1} = 233,185 \pm 1,8 \text{ мм}$$

$$Z_1 = A_{0,1} - A_{1,1} = 233,185 \pm 1,8 - 230,43 \pm 0,8 = 2,755^{+2,6}_{-2,6} \text{ мм}$$

Технологический размер $A_{1,1}$.



$$Z_{2cp} = \frac{TA_{2,1} + TA_{1,1}}{2} + Z_{2мин} = \frac{0,1 + 1,6}{2} + 0,155 = 1,005 \text{ мм.}$$

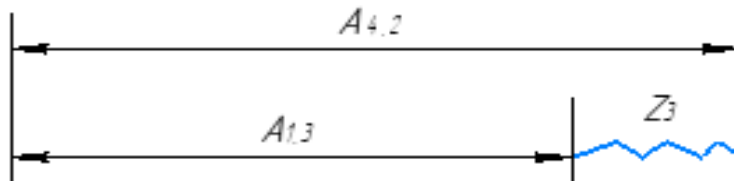
$$A_{2,1cp} = 229,425 \text{ мм}$$

$$A_{1,1cp} = 229,425 + 1,005 = 230,43 \text{ мм}$$

$$A_{1,1} = 230,43 \pm 0,8\text{мм}$$

$$Z_2 = A_{1,1} - A_{2,1} = 230,43 \pm 0,8\text{мм} - 230_{-1,15} = 0,43^{+1,95}_{+0,35}\text{мм}$$

Технологический размер $A_{4,2}$.



$$Z_{3\text{cp}} = \frac{TA_{4,2} + TA_{1,3}}{2} + Z_{3\text{мин}} = \frac{0,1 + 0,87}{2} + 0,043 = 0,528 \text{ мм.}$$

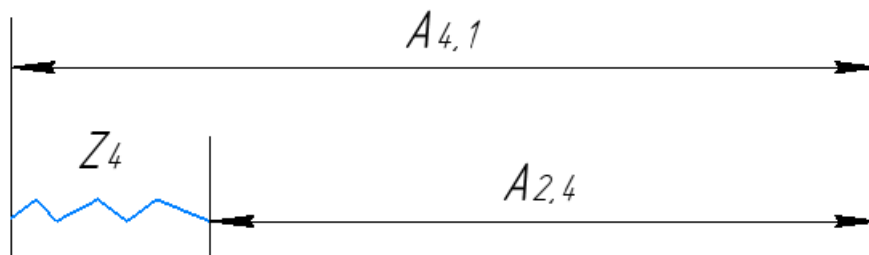
$$A_{4,2\text{cp}} = 104,565\text{мм}$$

$$A_{1,3\text{cp}} = 104,565 - 0,528 = 104,037\text{мм}$$

$$A_{1,3} = 104,037 \pm 0,05\text{мм}$$

$$Z_3 = A_{4,2} - A_{1,3} = 105_{-0,87} - 104,037 \pm 0,05\text{мм} = 0,963_{-0,92}^{-0,82}\text{мм}$$

Технологический размер $A_{4,1}$.



$$Z_{4\text{cp}} = \frac{TA_{4,1} + TA_{2,4}}{2} + Z_{4\text{мин}} = \frac{0,1 + 0,74}{2} + 0,043 = 0,463 \text{ мм.}$$

$$A_{4,1\text{cp}} = 65,63\text{мм}$$

$$A_{2,4\text{cp}} = 65,63 - 0,463 = 65,167\text{мм}$$

$$A_{2,4} = 65,167 \pm 0,05\text{mm}$$

$$Z_4 = A_{4,1} - A_{2,4} = 66_{-0,74} - 65,167 \pm 0,05\text{mm} =$$

$$0,833_{-0,79}^{+0,69}\text{mm}$$

1.9. Выбор технологического оборудования и технологической оснастки



*Рис.1,5. Горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway
серии GA-2000*

Таблица 17- Горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway серии GA-2000 [6].

Вес, кг	3500
Диаметр патрона	8
Количество позиций в револьверной головке, шт	12 (10-опц.)
Максимальная длина точения, мм	До 624
Максимальный диаметр прутка, мм	До 51
Максимальный диаметр точения, мм	350
Мощность двигателя шпинделя (номинал / 30 мин.), кВт	11 / 15/ 18 (15 / 18,5 / 22 / опц.)
Повторяемость, мм	0.003
Система ЧПУ,	Fanuc 0i-TD (31i - опц.)
Скорость быстрого перемещения по оси X, м/мин	20
Скорость быстрого перемещения по оси Z, м/мин	24
Скорость вращения шпинделя, об/мин	48 / 4800
Тип направляющих,	Скольжения
Точность позиционирования, мм	0,005



Рис.1.7. Вертикально-фрезерный станок 6K825Г

Таблица 19- Вертикально-фрезерный станок 6K825Г [7].

Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	25
Рабочая поверхность стола, мм	400×450
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	700
Вылет шпинделя, мм	250
Наибольший ход шпинделя, мм	200
Наибольшее вертикальное перемещение: -сверлильной головки, мм -стола, мм	170 270
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45-2000
Число подач шпинделя	9
Подача шпинделя, мм/об	0,1 – 1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	2,2
Габаритные размеры:	915x785x2350
Масса, кг	880



Рис.1.8. Станок Круглошлифовальный ОШ-600Ф3.

Таблица 20- Станок Круглошлифовальный ОШ-600Ф3 [8].

Наименование параметров	Значение
Предельные размеры обрабатываемой поверхности: диаметр x длина, мм	10...300x870
Наибольшая величина подъема шлифуемого кулачка, мм	145
Наибольшая масса устанавливаемой заготовки, кг	25
Скорость установочных перемещений, м/мин: - шлифовальной бабки (продольная, (поперечная) - механизма непрерывной правки	5 0,8
Размеры шлифовального круга, устанавливаемого на станке: D x dx h, мм	500x203x25
Габаритные размеры станка с приставным оборудованием: длина x ширина x высота, мм	4440x3800x2460
Мощность привода главного движения, кВт	15
Масса, кг	6400

1.10. Расчет режимов резания

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования. Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. глубина резания;
2. подача;
3. скорость резания.

Далее рассчитываются:

1. число оборотов;
2. фактическая скорость резания;
3. главная составляющая силы резания;
4. мощность резания;
5. мощность главного привода движения;
6. проверка по мощности.

● Подрезать торец (Переход A_{1,1}).

Режущий инструмент: резец Т15К6 2102-1117 ГОСТ 18877-73.

1. Глубина резания: $t=1,5\text{ мм}$.
2. Подачу s назначаем по таблице 14. [3. ст.366]: $s=0,4\text{ мм/об}$.
3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^{m_1} \cdot t^{x_1} \cdot s^{y_1}} \cdot K_V, \quad (1.10)$$

Коэффициент: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, по табл. 17 [3, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (1.11)$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

K_{PV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

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

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}. \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{IV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,45}} \cdot 0,9 = 167,27 \text{ м/мин};$$

4, Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 167,27}{\pi \cdot 25} = 1331,76 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1250 \text{ об/мин}$$

5. Фактическая скорость резания

$$v_{\phi} = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 25 \times 1250}{1000} = 98,1 \text{ м/мин}$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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

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

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

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

K_{mp} -определяется по формуле [3, с. 362]

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

где $\sigma_B = 750 \text{ МПа}$ - фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

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

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

$$K_{fp} = 1; K_{\gamma p} = 1,1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1 \times 1 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 1,1$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 1,5^1 \times 0,7^{0,75} \times$$

$$98,1^{-0,15} \times 1,1 = 1597,8 \text{ Н}$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1597,8 \cdot 98,1}{1020 \cdot 60} = 2,6 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,6}{0,75} = 3,5 \text{ кВт};$$

● **Точить поверхность (Переход D_{1,2}).**

Режущий инструмент: резец Т15К6 2101-0059 ГОСТ 18879-73.

1. Глубина резания: $t=3\text{мм}$.

2. Подачу s назначаем по таблице 14. [3. ст.366]: $s=0,4\text{мм/об}$.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,75} \cdot s^y} \cdot K_V, \quad (1.10)$$

Коэффициент: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, по табл. 17

[3, с.367].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (1.11)$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

K_{PV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

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

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}. \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_V = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,4^{0,45}} \cdot 0,9 = 115,72 \text{ м/мин};$$

4, Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 115,72}{\pi \cdot 41} = 921,34 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1000 \text{ об/мин}$$

5. Фактическая скорость резания

$$v_{\Phi} = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 41 \times 1000}{1000} = 125,6 \text{ м/мин}$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_P$$

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

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{rp}$$

K_{mp} -определяется по формуле [3, с. 362]

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

где $\sigma_B = 750$ МПа - фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

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

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

$K_{фp} = 0,89$; $K_{γp} = 1,1$; $K_{λp} = 1$; $K_{rp} = 1$.

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 0,979$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,72^{0,75} \times 125,6^{-0,15} \times 0,979 = 3407,2 \text{ Н}$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3407,2 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 7,0 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{7,0}{0,75} = 9,3 \text{ кВт};$$

● Точить поверхность (Переход D_{1,3}).

Режущий инструмент: резец Т15К6 2101-0059 ГОСТ 18879-73.

1. Глубина резания: $t = 1,5$ мм.

2. Подачу s назначаем по таблице 14. [3. ст. 366]: $s = 0,4$ мм/об.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T_m \cdot t_x^{0,15} \cdot S_y^{0,45}} \cdot K_v, \quad (1.10)$$

Коэффициент: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, по табл. 17 [3, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (1.11)$$

где $K_{ИВ}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$K_{ПВ}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

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

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}. \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИВ} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

$$v = \frac{C_v}{T_m \cdot t_x^{0,15} \cdot S_y^{0,45}} K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,45}} \cdot 0,9 = 115,72 \text{ м/мин};$$

4, Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 115,72}{\pi \cdot 40} = 921,34 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1000 \text{ об/мин}$$

5. Фактическая скорость резания

$$v_\phi = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 40 \times 1000}{1000} = 125,6 \text{ м/мин}$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

K_{mp} - определяется по формуле [3, с. 362]

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

где $\sigma_B = 750 \text{ МПа}$ - фактический параметр

$n = 0,75$ - определены по табл. 9 [3, с. 362]

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

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

$$K_{fp} = 0,89; K_{yp} = 1,1; K_{lp} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 0,979$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 1,5^1 \times 0,72^{0,75} \times 125,6^{-0,15} \times 0,979 = 3407,2 \text{ Н}$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3407,2 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 7,0 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{7,0}{0,75} = 9,3 \text{ кВт};$$

● **Точить поверхность (Переход D_{1,4}).**

Режущий инструмент: резец Т15К6 2101-0059 ГОСТ 18879-73.

1. Глубина резания: $t = 0,5 \text{ мм}$.

2. Подачу s назначаем по таблице 14. [3, ст. 366]: $s = 0,4 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{t^m \cdot s^x \cdot y} \cdot K_v, \quad (1.10)$$

Коэффициент: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, по табл. 17 [3, с. 367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (1.11)$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

K_{PV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

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

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359] : $K_{\Gamma} = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361] : $n_V = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,45}} \cdot 0,9 = 115,72 \text{ м/мин};$$

4, Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 115,72}{\pi \cdot 25} = 1197,34 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1250 \text{ об/мин}$$

5. Фактическая скорость резания

$$v_{\phi} = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 25 \times 1250}{1000} = 117,8 \text{ м/мин}$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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

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

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

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

K_{mp} -определяется по формуле [3, с. 362]

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

где $\sigma_B=750$ МПа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

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

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

$$K_{\phi p}=0,89; K_{\gamma p}=1,1; K_{\lambda p}=1; K_{rp}=1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 0,979$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,5^1 \times 0,72^{0,75} \times 117,8^{-0,15} \times 0,979 = 3567,2 \text{ Н}$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3567,2 \cdot 117,8}{1020 \cdot 60} = 6,9 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{6,9}{0,75} = 9,2 \text{ кВт};$$

- **Точить канавки (Переход А_{1,6}).**

Режущий инструмент: резец Т15К6 2102-1117 ГОСТ 18877-73.

1.Глубина резания: $t=0,3\text{мм}$.

2.Падача резания по табл. 16 [3. ст.367]: $s=0,04\text{мм}$.

3.Скорость резание:

$$V = \frac{C_V}{T^{m \cdot s^x}} \cdot K_V, \quad (1.10)$$

Коэффициент: $C_V = 47$; $m = 0,2$; $x = 0,8$, по табл. 17 [3, с.367].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (1.11)$$

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 табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}. \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,0$;

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

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

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{47}{45^{0,2} \cdot 0,04^{0,8}} \cdot 1 = 288,28 \text{ м/мин};$$

4, Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 288,28}{\pi \cdot 30} = 3058,75 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 2000 \text{ об/мин}$$

5. Фактическая скорость резания

$$v_\phi = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 30 \times 2000}{1000} = 188,5 \text{ м/мин}$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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

$$C_p = 408 \quad x = 0,72 \quad y = 0,8 \quad n = 0,75$$

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

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

K_{mp} - определяется по формуле [3, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 750 \text{ Мпа}$ - фактический параметр

$n = 0,75$ - определены по табл. 9 [3, с. 362]

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

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

$$K_{\phi p} = 1,08; K_{\gamma p} = 1,1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1 \times 1,08 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 1,188$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 0,3^{0,72} \times 0,04^{0,8} \times 188,5^{0,75} \times 1,188 = 7891,1 \text{ Н}$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{7891,1 \cdot 188,5}{1020 \cdot 60} = 24,3 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{24,3}{0,75} = 32,4 \text{ кВт};$$

● **Подрезать торец (Переход А_{2,1}).**

Режущий инструмент: резец Т15К6 2102-1117 ГОСТ 18877-73.

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

2. Подачу s назначаем по таблице 14. [3. ст. 366]: $s = 0,4 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_v, \quad (1.10)$$

Коэффициент: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, по табл. 17 [3, с. 367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (1.11)$$

Где K_{iv} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

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

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}. \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_V = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,72^{0,45}} \cdot 0,9 = 167,27 \text{ м/мин};$$

4, Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 167,27}{\pi \cdot 23} = 1331,76 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1250 \text{ об/мин}$$

5. Фактическая скорость резания

$$v_{\phi} = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 23 \times 1250}{1000} = 90,3 \text{ м/мин}$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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

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

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

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

K_{mp} -определяется по формуле [3, с. 362]

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

где $\sigma_B = 750$ МПа - фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

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

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

$$K_{фp} = 1; K_{yp} = 1,1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 1 \times 1 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 1,1$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 1,5^1 \times 0,7^{0,75} \times 90,3^{-0,15} \times 1,1 = 1963,8 \text{ Н}$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1963,8 \cdot 90,3}{1020 \cdot 60} = 2,9 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,9}{0,75} = 3,9 \text{ кВт};$$

● **Точить поверхность (Переход D_{2,2}).**

Режущий инструмент: резец Т15К6 2101-0059 ГОСТ 18879-73.

1.Глубина резания: $t=0,5\text{мм}$.

2.Подачу s назначаем по таблице 14. [3. ст.366]: $s=0,4\text{мм/об}$.

3.Скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot s^{0,75} \cdot y} \cdot K_V, \quad (1.10)$$

Коэффициент: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, по табл. 17 [3, с.367].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (1.11)$$

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 табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}. \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_V = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,45}} \cdot 0,9 = 369,52 \text{ м/мин};$$

4, Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 369,52}{\pi \cdot 41} = 1106,38 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1000 \text{ об/мин}$$

5. Фактическая скорость резания

$$v_\phi = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 41 \times 1000}{1000} = 122,54 \text{ м/мин}$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

K_{mp} - определяется по формуле [3, с. 362]

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

где $\sigma_B = 750 \text{ МПа}$ - фактический параметр

$n = 0,75$ - определены по табл. 9 [3, с. 362]

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

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

$$K_{фp}=0,89; K_{γp}=1,1; K_{λp}=1; K_{rp}=1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 0,979$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,72^{0,75} \times 122,54^{-0,15} \times 0,979 = 3462,3 \text{ Н}$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3462,3 \cdot 122,4}{1020 \cdot 60} = 6,9 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{6,9}{0,75} = 9,2 \text{ кВт};$$

● Точить поверхность (Переход D_{2,3}).

Режущий инструмент: резец Т15К6 2101-0059 ГОСТ 18879-73.

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

2. Подачу s назначаем по таблице 14. [3. ст. 366]: $s=0,4 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T_m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (1.10)$$

Коэффициент: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, по табл. 17

[3, с. 367].

Коэффициент K_v :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (1.11)$$

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 табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}. \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,72^{0,45}} \cdot 0,9 = 115,72 \text{ м/мин};$$

4, Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 115,72}{\pi \cdot 40} = 921,34 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1000 \text{ об/мин}$$

5. Фактическая скорость резания

$$v_{\phi} = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 40 \times 1000}{1000} = 125,6 \text{ м/об/мин}$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

K_{mp} -определяется по формуле [3, с. 362]

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

где $\sigma_B = 750 \text{ МПа}$ - фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

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

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

$$K_{fp} = 0,89; K_{yp} = 1,1; K_{lp} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 0,979$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 1,5^1 \times 0,72^{0,75} \times$$

$$125,6^{-0,15} \times 0,979 = 3407,2 \text{ Н}$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3407,2 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 7,0 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{7,0}{0,75} = 9,3 \text{ кВт};$$

● **Точить поверхность (Переход D_{2,4}).**

Режущий инструмент: резец Т15К6 2101-0059 ГОСТ 18879-73.

1.Глубина резания: $t=1,5\text{мм}$.

2.Подачу s назначаем по таблице 14. [3. ст.366]: $s=0,4\text{мм/об}$.

3.Скорость резание:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot s^{0,15} \cdot t^{0,45}} \cdot K_V, \quad (1.10)$$

Коэффициент: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, по табл. 17 [3, с.367].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (1.11)$$

где $K_{ИВ}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$K_{ПВ}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

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

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}. \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361] : $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ив} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,45}} \cdot 0,9 = 115,72 \text{ м/мин};$$

4, Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 115,72}{\pi \cdot 35} = 1052,74 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1000 \text{ об/мин}$$

5. Фактическая скорость резания

$$v_\phi = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 35 \times 1000}{1000} = 110,2 \text{ м/мин}$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{rp}$$

K_{mp} - определяется по формуле [3, с. 362]

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

где $\sigma_B=750\text{Мпа}$ - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1$$

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

$K_{\text{фр}}=0,89$; $K_{\gamma p}=1,1$; $K_{\lambda p}=1$; $K_{\text{гp}}=1$.

$K_p=K_{\text{мр}}K_{\text{фр}}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{\text{гp}}=1 \times 0,89 \times 1,1 \times 1 \times 1=0,979$

Сила резания:

$$P_z=10C_p t^x s^y v^n K_p=10 \times 300 \times 1,5^1 \times 0,72^{0,75} \times \\ 110,2^{-0,15} \times 0,979=3682,3\text{Н}$$

7.Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3682,3 \cdot 110,2}{1020 \cdot 60} = 6,6\text{кВт}$$

8.Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{6,6}{0,75} = 8,8\text{ кВт};$$

● Точить поверхность (Переход D_{2,5}).

Режущий инструмент: резец Т15К6 2101-0059 ГОСТ 18879-73.

1.Глубина резания: $t=0,5\text{мм}$.

2.Подачу s назначаем по таблице 14. [3. ст.366]: $s=0,4\text{мм/об}$.

3.Скорость резание:

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_v, \quad (1.10)$$

Коэффициент: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, по табл. 17

[3, с.367].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (1.11)$$

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 табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}. \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,45}} \cdot 0,9 = 198,24 \text{ м/мин};$$

4, Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 198,24}{\pi \cdot 26} = 1246,28 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1250 \text{ об/мин}$$

5. Фактическая скорость резания

$$v_{\phi} = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 26 \times 1250}{1000} = 102,1 \text{ м/мин}$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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

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

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

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

K_{mp} - определяется по формуле [3, с. 362]

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

где $\sigma_B = 750 \text{ МПа}$ - фактический параметр

$n = 0,75$ - определены по табл. 9 [3, с. 362]

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

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

$$K_{\phi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 0,979$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,5^1 \times 0,72^{0,75} \times 102,1^{-0,15} \times 0,979 = 3037,4 \text{ Н}$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3037,4 \cdot 102,1}{1020 \cdot 60} = 5,1 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{5,1}{0,75} = 6,8 \text{ кВт};$$

● **Точить поверхность (Переход D_{2,6}).**

Режущий инструмент: резец Т15К6 2101-0059 ГОСТ 18879-73.

1. Глубина резания: $t=0,5 \text{ мм}$.

2. Подачу s назначаем по таблице 14. [3. ст.366]: $s=0,4 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (1.10)$$

Коэффициент: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, по табл. 17 [3, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (1.11)$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

K_{PV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

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

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}. \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359] : $K_{\Gamma} = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361] : $n_V = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,45}} \cdot 0,9 = 263,24 \text{ м/мин};$$

4, Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 115,72}{\pi \cdot 25} = 1261,24 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1250 \text{ об/мин}$$

5. Фактическая скорость резания

$$v_{\phi} = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 25 \times 1250}{1000} = 98,1 \text{ м/мин}$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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

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

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

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

$K_{\text{мр}}$ -определяется по формуле[3,с. 362]

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_{\text{в}}}{750} \right)^n$$

где $\sigma_{\text{в}}=750\text{Мпа}$ - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_{\text{в}}}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1$$

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

$K_{\text{фр}}=0,89$; $K_{\text{γр}}=1,1$; $K_{\text{λр}}=1$; $K_{\text{гр}}=1$.

$K_{\text{р}}=K_{\text{мр}}K_{\text{фр}}K_{\text{γр}}K_{\text{λр}}K_{\text{гр}}=1 \times 0,89 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 0,979$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_{\text{рт}} t^x s^y v^n K_{\text{р}} = 10 \times 300 \times 0,5^1 \times 0,72^{0,75} \times$$

$$98,1^{-0,15} \times 0,979 = 2057,2 \text{ Н}$$

7.Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2057,2 \cdot 98,1}{1020 \cdot 60} = 3,3 \text{ кВт}$$

8.Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_{\text{е}}}{\eta} = \frac{3,3}{0,75} = 4,4 \text{ кВт};$$

● Точить канавки (Переход А2,7).

Режущий инструмент: резец Т15К6 2102-1117 ГОСТ 18877-73.

1.Глубина резания: $t=0,3\text{мм}$.

2.Падача резания по табл. 16 [3. ст.367]: $s=0,04\text{мм}$.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot s^x} \cdot K_v, \quad (1.10)$$

Коэффициент: $C_v = 47$; $m = 0,2$; $x = 0,8$, по табл. 17 [3, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (1.11)$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

K_{PV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

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

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}. \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,0$;

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

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

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot s^x} K_v = \frac{47}{45^{0,2} \cdot 0,04^{0,8}} \cdot 1 = 288,28 \text{ м/мин};$$

4, Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 288,28}{\pi \cdot 30} = 3058,75 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 2000 \text{ об/мин}$$

5. Фактическая скорость резания

$$v_\phi = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 30 \times 2000}{1000} = 188,5$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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

$$C_p = 408 \quad x = 0,72 \quad y = 0,8 \quad n = 0,75$$

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

K_{mp} - определяется по формуле [3, с. 362]

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

где $\sigma_B = 750 \text{ МПа}$ - фактический параметр

$n = 0,75$ - определены по табл. 9 [3, с. 362]

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

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

$$K_{fp} = 1,08; K_{yp} = 1,1; K_{lp} = 1; K_{rp} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1 \times 1,08 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 1,188$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 0,3^{0,72} \times 0,04^{0,8} \times 188,5^{0,75} \times 1,188 = 7891,1 \text{ Н}$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{7891,1 \cdot 188,5}{1020 \cdot 60} = 24,3 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{24,3}{0,75} = 32,4 \text{ кВт};$$

● **Фрезеровать паза (Переход Аз,1).**

Шпоночная фреза Р6М5 $D_{\text{ф}}=8\text{мм}$, $z = 16$, $B = 0,75 \text{ мм}$. $T = 90 \text{ мин}$

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 4 \text{ мм} \quad B = 8 \text{ мм}.$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб}.$$

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z_p} \cdot K_v$$

Значения коэффициентов:

$$C_v = 74; q = 0,25; x = 0,3; m = 0,2; y = 0,2; u = 0,2; p = 0,1$$

Коэффициент K_v определяется:

$$K_{MV} = 1,25; K_{PV} = 0,9; K_{IV} = 1,0.$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z_p} \cdot K_V = \frac{74 \cdot 35^{0,25}}{90^{0,2} \cdot 4 \cdot 0,06^{0,2} \cdot 8^{0,2} \cdot 16^{0,1}} \cdot 1,125$$

$$= 71,58 \text{ м/мин}$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 71,58}{\pi \cdot 30} = 759,87 \text{ об/мин};$$

5.Главная составляющая силы резания, окружная сила [3, с. 587]:

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

Значения коэффициентов: $C_p = 261$; $x = 0,9$; $y = 0,8$; $u = 1,1$; $q = 1,1$;

$w = 0,1$ – определены по таблице 42 [3, с.385].

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

6.Окружная сила, формула:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{n^w \cdot D^q} \cdot k_{mp} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 5^{0,9} \cdot 4^{0,8} \cdot 8^{1,1} \cdot 16}{35^{1,1} \cdot 759,87^{0,2}} \cdot 1 = 72,49 \text{ Н}$$

7.Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{72,49 \cdot 71,58}{1020 \cdot 60} = 0,085 \text{ кВт}$$

8.Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,085}{0,75} = 0,11 \text{ кВт}$$

● Фрезеровать паза (Переход Аз,2).

Шпоночная фреза Р6М5 $D_{ф}=8\text{мм}$, $z = 16$, $B = 0,75 \text{ мм}$. $T = 90 \text{ мин}$

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 5 \text{ мм} \quad B = 8 \text{ мм}.$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб.}$$

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z_p} \cdot K_v$$

Значения коэффициентов:

$$C_v = 74; q = 0,25; x = 0,3; m = 0,2; y = 0,2; u = 0,2; p = 0,1$$

Коэффициент K_v определяется:

$$K_{MV} = 1,25; K_{PV} = 0,9; K_{IV} = 1,0.$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z_p} \cdot K_v = \frac{74 \cdot 35^{0,25}}{90^{0,2} \cdot 5^{0,3} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 8^{0,2} \cdot 16^{0,1}} \cdot 1,125$$

$$= 64,15 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 64,15}{\pi \cdot 26} = 785,77 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила [3, с. 587]:

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

Значения коэффициентов: $C_p = 261; x = 0,9; y = 0,8; u = 1,1; q = 1,1; w = 0,1$ – определены по таблице 42 [3, с.385].

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

Окружная сила, формула:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{n^w \cdot D^q} \cdot k_{mp} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 5^{0,9} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 0,75^{1,1} \cdot 16}{26^{1,1} \cdot 785,77^{0,2}} \cdot 1 = 69,44 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{69,44 \cdot 64,15}{1020 \cdot 60} = 0,073 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,073}{0,75} = 0,1 \text{ кВт}$$

● **Шлифовать поверхность (Пререход D_{4,1} и D_{4,2}).**

Режущий инструмент: шлифовальный круг: ПВ 100×32×20 25А

F30 CM1 6 K5 A3.

1. Выбираем глубину резания по таблице 130 [3, с.440]: $t = 0,01 \text{ мм}$.

Падача резания по табл. 16 [3. ст.367]: $s=8 \text{ мм}$.

2. Скорость заготовки $v_z = 3 \text{ м/мин}$, скорость круга $v_k = 27 \text{ м/с}$, по таблице 130 [3, с.440].

3. Ширина шлифования $b_1 = 59 \text{ мм}, b_2 = 27 \text{ мм}$

4. Число оборотов: $n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 27}{\pi \cdot 30} = 286,62 \text{ об/мин}$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 27}{\pi \cdot 26} = 330,72 \text{ об/мин}$$

5. Эффективная мощность: $N = C_N \times v_{zr} \times t_x \times b_z$.

Коэффициент: $C_N = 1,9$; $r = 0,5$, $x = 0,5$, $z = 0,6$, по табл. 131 [3, с.441].

$$N = 1,9 \cdot 3^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 30^{0,6} = 2,53 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,53}{0,75} = 3,38 \text{ кВт}$$

● **Шлифовать поверхность (Пререход D_{4,3} и D_{4,4}).**

Режущий инструмент: шлифовальный круг: ПВ 100×32×20 25А

F30 CM1 6 K5 A3.

2. Выбираем глубину резания по таблице 130 [3, с.440]: $t = 0,01\text{мм}$.

Подача резания по табл. 16 [3. ст.367]: $s=8\text{мм}$.

2.Скорость заготовки $v_z = 3\text{м/мин}$, скорость круга $v_k = 27\text{м/с}$, по таблице 130 [3, с.440].

3.Ширина шлифования $b_3 = 59\text{мм}, b_4=27\text{мм}$

4.Число оборотов: $n_3 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 27}{\pi \cdot 25} = 343,94 \text{ об/мин}$

$$n_4 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 27}{\pi \cdot 25} = 343,94 \text{ об/мин}$$

5.Эффективная мощность: $N = C_N \times v_{gr} \times t_x \times b_z$.

Коэффициент: $C_N=1,9$; $r = 0,5$, $x = 0,5$, $z = 0,6$, по табл. 131 [3, с.441].

$$N = 1,9 \cdot 3^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 30^{0,6} = 2,53 \text{ кВт}$$

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,53}{0,75} = 3,38 \text{ кВт}$$

1.11. Расчет основного времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, стр. 603]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.18)$$

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:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1.19)$$

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: $l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (1.20)$$

где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}} \right) \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.21)$$

● Токарная операция с ЧПУ 005:

Переход 1: подрезать торец:

$$T_o = \frac{(40 + 1 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 1250} = 0,11 \text{ мин}$$

Переход 2: точить поверхность:

$$T_o = \frac{(105 + 1 + 1) \cdot 2}{0,4 \cdot 1000} = 0,54_{\text{мин}}$$

Переход 3: точить поверхность:

$$T_o = \frac{(43 + 1 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 1000} = 0,46_{\text{мин}}$$

Переход 4: точить поверхность:

$$T_o = \frac{(19 + 1 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 1000} = 0,16_{\text{мин}}$$

Переход 5: точить поверхность:

$$T_o = \frac{(0,3 + 1 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 2000} = 0,12_{\text{мин}}$$

Переход 6: точить поверхность:

$$T_o = \frac{(40 + 1 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 1250} = 0,11_{\text{мин}}$$

Переход 7: точить поверхность:

$$T_o = \frac{(85 + 1 + 1) \cdot 2}{0,4 \cdot 1000} = 0,43_{\text{мин}}$$

Переход 8: точить поверхность:

$$T_o = \frac{(66 + 1 + 1) \cdot 3}{0,4 \cdot 1000} = 0,31_{\text{мин}}$$

Переход 9: точить поверхность:

$$T_o = \frac{(36 + 1 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 1250} = 0,264_{\text{мин}}$$

Переход 10: точить поверхность:

$$T_o = \frac{(18 + 1 + 1) \cdot 3}{0,4 \cdot 1250} = 0,2_{\text{мин}}$$

Переход 11: точить поверхность:

$$T_o = \frac{(0,3 + 1 + 1) \cdot 1}{0,04 \cdot 2000} = 0,13_{\text{мин}}$$

● **Фрезерная операция 010:**

Переход :шлифовать поверхность:

$$T_o = \frac{(22 + 1 + 1) \cdot 3}{0,06 \cdot 800} = 1,5_{\text{мин}}$$

Переход 2:шлифовать поверхность:

$$T_o = \frac{(10 + 1 + 1) \cdot 2}{0,06 \cdot 800} = 0,5_{\text{мин}}$$

● **Шлифовальная операция 035:**

Переход 1: шлифовать поверхность:

$$T_o = \frac{(92 + 1 + 1) \cdot 24}{8 \cdot 315} = 0,9_{\text{мин}}$$

Переход 2: шлифовать поверхность:

$$T_o = \frac{(42 + 1 + 1) \cdot 13}{8 \cdot 315} = 0,23_{\text{мин}}$$

1.12. Определение штучно-калькуляционного времени

Вспомогательное время рассчитаем по следующей формуле:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} \quad (1.22)$$

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;

Оперативное время рассчитаем по следующей формуле:

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп.}} \quad (1.23)$$

Время на обслуживание и отдых рассчитаем по следующей формуле:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} \quad (1.24)$$

Штучное время рассчитаем по следующей формуле:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о.}} \quad (1.25)$$

Подготовительно заключительное время определяем Штучно-калькуляционное время рассчитаем по следующей формуле:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right). \quad (1.26)$$

n - количество деталей в настроечной партии,

$$n = 11000 \text{ шт};$$

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

● **Токарная операция 005:**

$$T_0 = 2,176 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{уп} = 0,25 \text{ мин}; T_{у.с} + T_{з.о} = 0,18 \text{ мин}; T_{изм} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,18 + 0,25 + 0,15 =$$

$$0,58 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_0 + T_{всп} = 2,176 + 0,58 = 2,756 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 2,756 = 0,413 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_0 + T_{всп} + T_{о.о.} = 2,176 + 0,58 + 0,413 = 3,17 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.1} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 3,17 + \frac{2}{11000} \approx 3,17 \text{ мин};$$

● **Фрезерная операция 010:**

$$T_0 = 2 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{уп} = 0,25 \text{ мин}; T_{у.с} + T_{з.о} = 0,18 \text{ мин}; T_{изм} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,18 + 0,25 + 0,15 =$$

0,58 мин;

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 2 + 0,58 = 2,558 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 2,58 = 0,387 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{o.o.}} = 2 + 0,58 + 0,387 = 2,967 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.1}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 2,967 + \frac{3}{11000} \approx 2,967 \text{ мин};$$

● Шлифовальная операция 035:

$T_o = 2,26$ мин;

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{уп}} = 0,11 \text{ мин}; T_{\text{у.с}} = 0,04; T_{\text{з.о}} = 0,2 \text{ мин}; T_{\text{изм}} = 0,1 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,11 + 0,04 + 0,2 + 0,1 =$$

0,45 мин;

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 2,26 + 0,45 = 2,71 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 2,71 = 0,41 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{o.o.}} = 2,26 + 0,45 + 0,41 = 3,12 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.1}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 3,12 + \frac{2}{11000} \approx 3,12 \text{ мин}$$

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Анализ исходных данных

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001- 73 [5, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1.- Техническое задание на проектирование специального Приспособления.

Раздел	Содержание раздела
<i>Наименование и область применения</i>	<i>Приспособление для установки и закрепления детали «оправка для шнеков» на вертикально-фрезерный станке 6K82Г.</i>
<i>Основание для разработки</i>	<i>Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «вал».</i>
<i>Цель и назначение разработки</i>	<i>Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «оправка для шнеков» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.</i>
<i>Технические (тактико-технические) требования</i>	<i>Тип производства – среднесерийный Программа выпуска - 11000 шт. в год. Входные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию: диаметр заготовки 26 – 0,11 мм, длина 30–0,10 мм Ra = 6,3 мкм.</i>

<i>Документация, подлежащая разработке</i>	<i>Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.</i>
---	---

2.2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (Рисунок 2.2.). Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (Рисунок 2.2.).

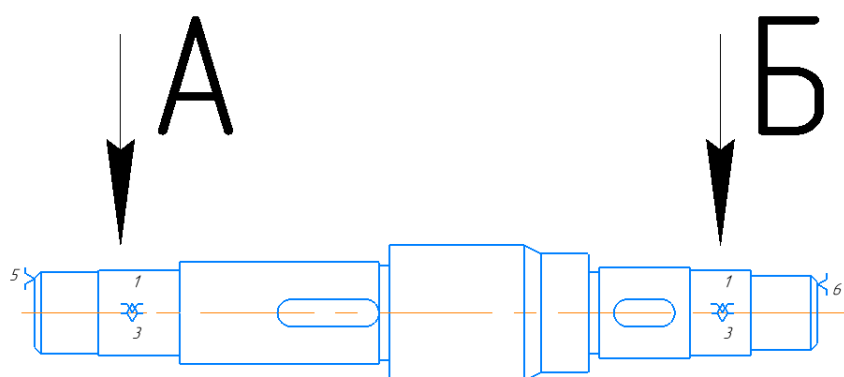


Рис.2.1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

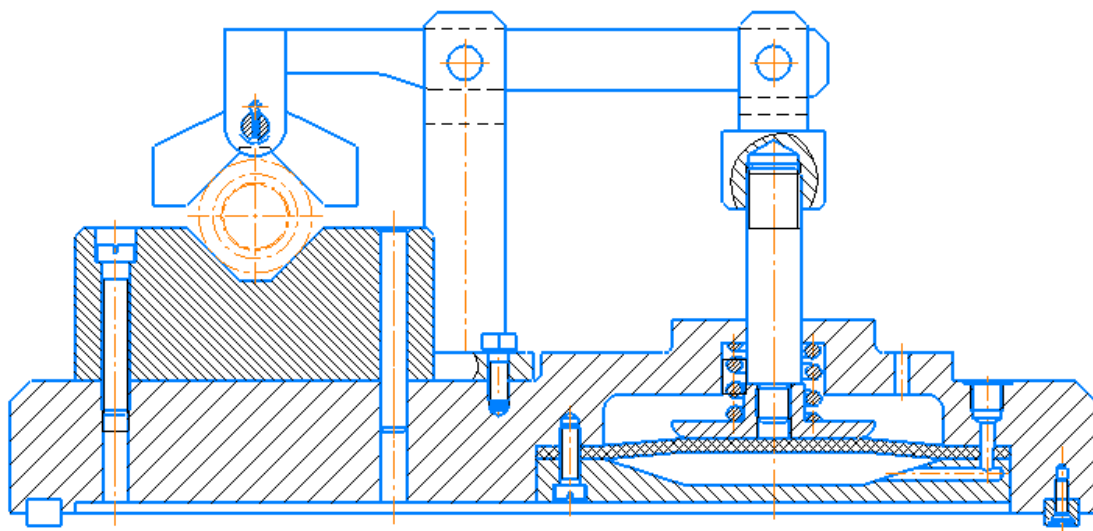


Рис.2.2. Компоновка (общий вид) приспособления показан на чертеже

2.3. Описание конструкции и работы приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «Шпоночный паз» при ее обработке на вертикально фрезерном станке. Компоновка приспособления приведена на рисунке 2.3. Сборочный чертеж приспособления приведен на формате А1.

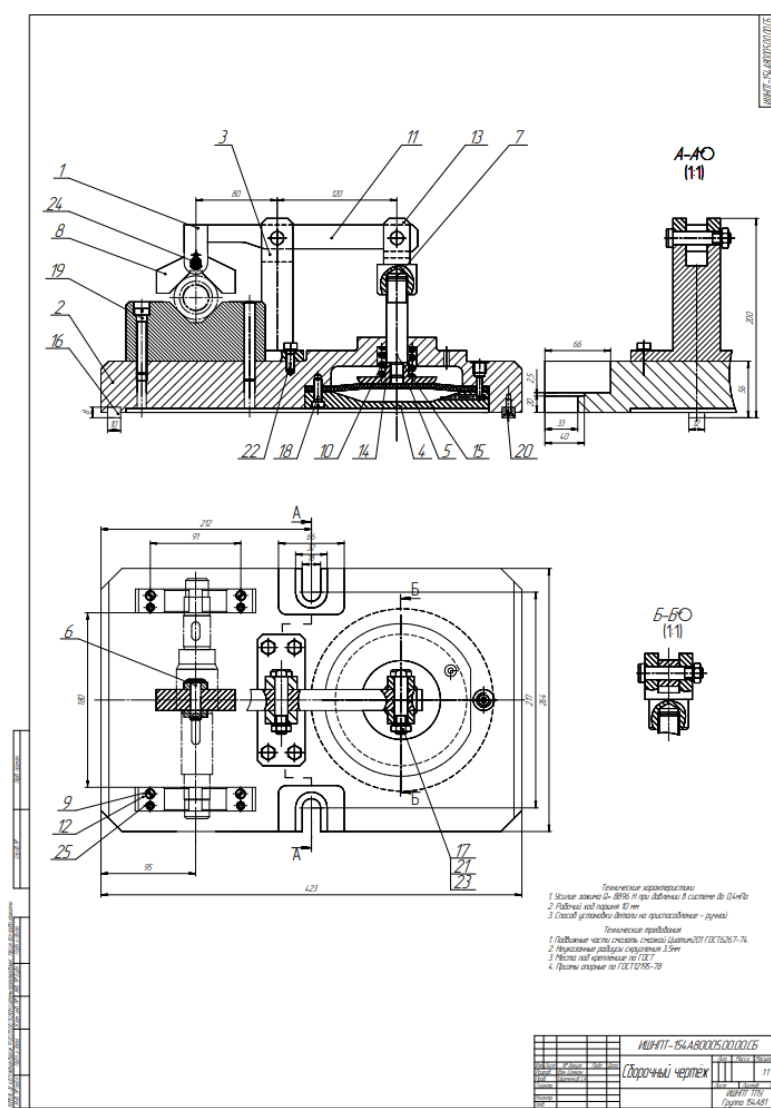


Рис.2.3. Сборочный чертеж приспособления приведен на формате А1

Основой приспособления служит корпус 2 в котором крепятся остальные элементы. Заготовка устанавливается на призме 7 и базируется в осевом направлении с помощью упор 8 Призматический прижим 4 служит для закрепление заготовки. Мембранный пневмотормоз 1-ом родством рычага 9, установлено на кронштейне 3, создает усилие закрепления заготовки. Приспособление крепится на рабочем столе станка с помощью Т-образных болтов.

2.4. Определение необходимой силы зажима

1. Сила зажима по формуле [5,стр.241]:

$$Q = 0.785(D^2 - d^2)p\eta$$

где Q – сила зажима;

D – диаметр цилиндра; [5, стр.205, табл IV.1]

d – диаметр штока; [5, стр.205, табл IV.1]

p – давление сжатого воздуха в кгс/см²;

η – к.п.д цилиндра.

D = 100мм; d = 35мм; p = 4кгс/см²; η=0,85

$$Q = 0,785(100^2 - 35^2) \cdot 4 \cdot 0,85 = 2342\text{Н}$$

Усилие разжима на штоке:

$$Q_{\text{расч}} = 0,785 \cdot 100^2 \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 2669\text{Н}$$

Силь зажимающая заготовку:

$$W = \frac{Q}{k \cdot \operatorname{tg}(\varphi - \alpha) \cdot \eta} = \frac{2669}{1,4 \cdot \operatorname{tg}(25 - 9) \cdot 0,85} = 8896\text{Н}$$

где φ – угол трения

k – коэффициент запаса.

α – угол конуса уанги.

Очевидно, что данного усилия хватит с избытком для надежного фиксирования детали. Окончательно принимаем диаметр поршня 100 мм.

Задачей данной работы являлась разработка и конструкторская

проработка приспособления. Закрепили навыки нахождения конструктивных решений на поставленные задачи. Была проделана следующая работа: разработано техническое задание на проектирование специального станочного приспособления (таблица 2); разработана принципиальная схема и компоновка приспособления; расчет исполнительных размеров элементов приспособления; составлена расчетная схема и определена сила зажима; расчет точности приспособления.

С учетом того, что приспособление устанавливается на вертикально- фрезерный станке 6K82Г, конструктивно проработали компоновку приспособления. Зажим осуществляем с помощью прижима, имеющего пневмопривод.

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

Студенту:

Группа	ФИО
154A81	Ван Цзякан

Школа	И ШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Машиностроения
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение 15.03.01

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска</i> <i>Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>1.Анализ конкурентных технических решений 2.SWOT-анализ</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>1. Планирование работ 2.Разработка графика Ганта 3.Формирование бюджета затрат</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой,</i>	<i>Оценка потенциального эффекта</i>

бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	
---	--

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М.А.	докт.экон.наук		26.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ван Цзякан		26.02.2022

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:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

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

3.1.1. 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		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	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

Продолжение таблицы 3.1

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

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (3.1)$$

Где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_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.

3.1.2. SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Низкая цена исходного сырья.	Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.
С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.	Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.
С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.	Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.
С4. Экологичность технологии.	Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.
С5. Квалифицированный персонал.	Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности	Угрозы
В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ.	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
В3. Внедрение передовых технологий.	
В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие

оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

Соотношения параметров представлены в таблицах 3.3–3.6.

Таблица 3.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	+	-	-
	B3	-	+	-	+	-
	B4	+	+	-	-	-

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	+	+	+
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

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

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и

слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта С1. Низкая цена исходного сырья. С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции. С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта. С4. Экологичность технологии С5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований. Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования. Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию. Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности. Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН. В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	Направления развития В2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки.	Сдерживающие факторы В1Сл3Сл4Сл5. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.

Продолжение таблицы 3.7

В3. Внедрение технологии в аэрокосмической области В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	В4С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.	
Угрозы У1. Снижение стоимости разработок конкурентов. У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.	Угрозы развития У1С2. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше перспектив развития. У2С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.	Уязвимости: У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.

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.

3.2. Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование	Инженер Научный руководитель

		выполнения ВКР	
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

Продолжение таблицы 3.8

	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер Научный руководитель
	10	Составление пояснительной записки	Инженер

3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (3.2)$$

где $t_{ож\ i}$ – 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.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож } i}}{Ч_i}, \quad (3.3)$$

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:

$$T_{ki.\text{инж}} = T_{pi} \times K_{kal} \quad (3.4)$$

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

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

K_{kal} – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$K_{kal.инж.} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (3.5)$$

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

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

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

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож\ i}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		

Продолжение таблицы 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
Итого:	7	59	15	84	10,2	69	68,5	102

Примечание: Исп. 1 – Научный руководитель, Исп. 2 –Инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп.	T_{ki} кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4												
3	Обзор научной литературы	Исп2	11												
4	Выбор методов исследования	Исп2	6												
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7			 									
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9												
7	Проведение эксперимента	Исп2	25												
8	Обработка полученных данных	Исп2	18												
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5								 				
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13												

Примечание:



– Исп. 1 (научный руководитель),



– Исп. 2 (инженер)

3.3. Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

3.4. Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Таблица 3.11 материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество, ед.	Сумма, руб.
Комплекс канцелярских принадлежностей	340	5	1700
Картридж для лазерного принтера	3 490	2	6980
Итого:			8680

3.5. Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n} \quad (3.6)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \times И}{12} \times м \quad (3.7)$$

где $и$ – итоговая сумма, тыс. Руб.; $м$ – время использования, мес.

Таблица 3.12 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. Руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.	М.в.из. мес.	H_A %	$A_{амо.}$.руб.
1	ПЭВМ	1	3	50	50	0,6	33	4167
2	ПРИНТОР	2	4	15	30	0,7	25	1875
3	КСЕРОКС	1	7	32	32	0,7	14	1143
Итого								7185

3.6. Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (3.8)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{60000 \times 10,3}{246} = 2512 \text{ руб.}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \times M}{F_{\text{д}}} = \frac{35000 \times 11,2}{246} = 1593 \text{ руб.}$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$\begin{aligned} Z_{\text{м}} &= Z_{\text{мс}} \times (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \times K_{\text{р}} = 31000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 \\ &= 60450 \end{aligned}$$

– для инженера:

$$\begin{aligned} Z_{\text{м}} &= Z_{\text{мс}} \times (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \times K_{\text{р}} = 18000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 \\ &= 35100 \end{aligned}$$

где $Z_{\text{мс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;
 $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3; $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 3.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48/5	24/10
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 3.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{мс} \cdot \text{руб.}$	k_{np}	k_{∂}	k_p	$Z_{м.} \cdot \text{руб}$	$Z_{дн.} \cdot \text{руб}$	$T_p \cdot \text{раб. дн.}$	$Z_{осн.} \cdot \text{руб}$
Руководитель	31000	0,3	0,2	1,3	50700	2512	13,5	33912
Инженер	18000	0,3	0,2	1,3	31200	1593	68,5	109120.5
Итого:								143032.5

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = K_{доп} \times Z_{осн} = 0,15 \times 33912 = 5086.8 \text{руб}$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = K_{доп} \times Z_{осн} = 0,15 \times 109120.5 = 16368.1 \text{руб}$$

где $k_{дон}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

3.7. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$\begin{aligned} Z_{\text{внеб}} &= K_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \times (33912 + 5086.8) \\ &= 11699.6 \text{руб} \end{aligned}$$

– для инженера:

$$\begin{aligned} Z_{\text{внеб}} &= K_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \times (109120.5 + 16368.1) \\ &= 37646.6 \text{руб} \end{aligned}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

3.8. Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}},$$

Величина накладных расходов определяется по формуле

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента принимается равной 0,2.

Таблица 3.15 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		Т е к у щ и й Проект	Исп.2	Исп.3
1	Материальные затраты НИР	8680	6214	15964
2	Затраты на специальное оборудование	7185	163826	188055

Продолжение таблицы 3.15

3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	143032,5	143032,5	143032,5
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	21454,9	21454,9	21454,9
5	Отчисления во внебюджетные фонды	49346,2	49346,2	49346,2
6	Накладные расходы	36751,8	14099,8	14099,8
Бюджет затрат НИР		266450,4	397973,4	431952,4

3.9. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (3.9)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 388963,4$ руб; $\Phi_{\text{исп.2}} = 397973,4$ руб; $\Phi_{\text{исп.3}} = 431952,4$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тех.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тех.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{266450,4}{431952,4} = 0,61$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{397973,4}{431952,4} = 0,92$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{431952,4}{431952,4} = 1$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4

Продолжение таблицы 3.16

2. Стабильность работы	0,2	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,3	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	4	5
ИТОГО	1	4,65	3,8	4,05

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^5 K_{вес.} \times T_{\frac{np}{ис}} \quad (3.10)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр}^{исп.i}} \quad (3.11)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{0,90} = 5,2 \quad I_{исп.1} = \frac{3,8}{0,92} = 4,1 \quad I_{исп.1} = \frac{4,05}{1} = 4,05$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,61	0,92	1

Продолжение таблицы 3.17

2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,8	4,05
3	Интегральный показатель эффективности	5,2	4,1	4,05
4	Сравнительная эффективность	1	0,81	0,78

	вариантов исполнения			
--	----------------------	--	--	--

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 266450.4 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,61, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 3,8 и 4,05;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,3, по сравнению с 4,2 и 4,05, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A81	Ван Цзякан

ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	Машиностроения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Тема дипломной работы: «Вал быстроходный»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Приводится перечень НТД, используемой в данном разделе.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность Анализ показателей шума и вибрации - установление соответствие показателей нормативному требованию; Анализ показателей микроклимата - показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности. Анализ освещенности рабочей зоны - типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности; - при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету. Анализ электробезопасности - наличие электроисточников, характер их опасности; - установление класса электроопасности помещения, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления. - при расчете заземления указать схему размещения заземлителя согласно проведенному расчету. Анализ пожарной безопасности - присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности.	Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указать ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений: - перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты; - привести классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления, - категорию пожароопасности помещения, - марки огнетушителей, их назначение.

- категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение. - Разработать схему эвакуации при пожаре.	При отклонении показателя предложить мероприятия.
2. Экологическая безопасность: - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов. Наличие радиоактивных отходов также требует разработки их утилизации.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Рассматриваются 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой; 2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии). Предусмотреть мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Приведены: - перечень НТД, используемых в данном разделе, - схема эвакуации при пожаре,

	схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.
--	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	д.т.н.		26.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ван Цзякан		26.02.2022

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Задачей данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда Технолога, и разработка мер защиты от них, оценка условий труда микроклимата рабочей среды. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов в среде обитания, таких как свет, звук, излучения, природные явления.

При определенной величине факторы могут причинить ущерб здоровью, т.е. быть причиной заболеваний и травм различной тяжести.

Длительная работа на компьютере может отрицательно воздействовать на здоровье человека. Монитор персонального компьютера, является источником электростатического поля; слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (2Гц...400 кГц); рентгеновского излучения; ультрафиолетового излучения; инфракрасного излучения; излучения

ВИДИМОГО ДИАПАЗОНА.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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 (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
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 Р 12.1.019-2009. 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. Производственная безопасность

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения

Таблица 4.1 -Вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
2.Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

4.2.1. Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;

3) скорость движения воздуха.

Повышенная влажность воздуха ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 4.2 - 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

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

4.2.2. Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний.Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда,

респиратор.

4.2.3. Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных 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.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

4.2.4. Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 10$ м, ширина $B = 8$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м.

Площадь помещения: $S = A \times B$,

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 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,2$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

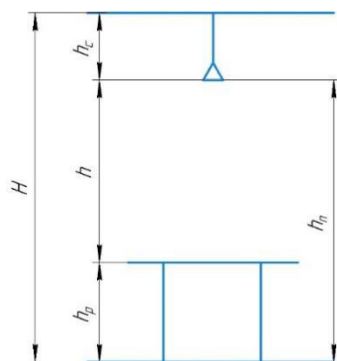


Рисунок 4.1 Основные расчетные параметры

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$h = h_n - h_p$, 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: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.} \quad (4.1)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м} \quad (4.2)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,3 \approx 3 \quad (4.3)$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = \frac{A}{L} = \frac{10}{2,4} = 4,16 \approx 4 \quad (4.4)$$

Общее число светильников:

$$N = N_a \cdot N_b = 3 \cdot 4 = 12 \quad (4.5)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м} \quad (4.6)$$

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97 \quad (4.7)$$

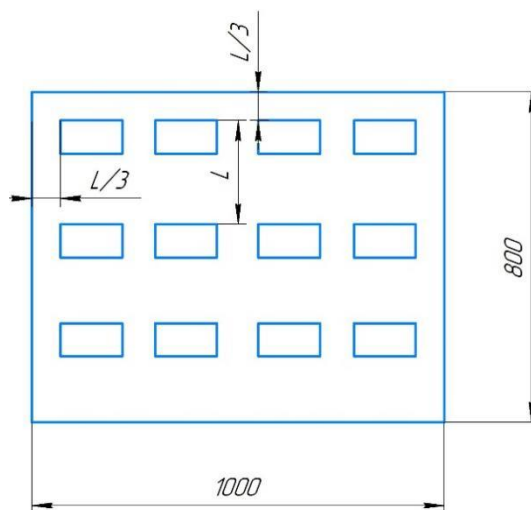


Рисунок 4.2 План размещения светильников

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 4061 \text{ лм} \quad (4.8)$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%. \quad (4.9)$$

Таким образом: $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$, необходимый световой поток.

4.2.5. 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.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

Основными электрозащитными средствами в

электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

4.3. Экологическая безопасность

Защита атмосферы

Для защиты от загрязнения атмосферного воздуха на экологическое время применение следующих мер защиты:

- экологизацию технологических процессов;
- очистки газа от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
- Приборы санитарно-план строительства защита зоны и т. д.

Очистка газов от вредных примесей. Нынешний технический уровень не позволил добиться всеобъемлющего предупреждению преступности вредных примесей в атмосфере и выбросов газа. В широко различных способ заключается в использовании очистки отработавших газов, аэрозолей (пыли) и токсичных газов и загрязняющих веществ (NO, NO₂, SO₂, SO₃ и др.).

Устройства санитарно-защитных зон и деятельность по планированию строительства.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо

продуваемого ветрами и т. д.

Защита гидросферы

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

Для предотвращения от засорения принимать меры по устранению в водах и реки строительного мусора, твердых отходов, где разработка грунта и других объектов, могут негативно влиять на качество воды, условия обитания рыб и др.

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Природная – сильные морозы зимой;

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), 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 переморозки труб должны быть предусмотрены запасные газовые обогреватели с катализаторами. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В случаи 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 случаи 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.

**Техногенная – исключить несанкционированное
проникновение посторонних на рабочее место**

Производство находится в городе Томске. В этом случае неработающим легко войти в мастерскую и помешать работе. В то же время, эта ситуация также делает людей легко пойманными в неожиданных травмах. В ответ на эту ситуацию предприятия должны быть оснащены системой контроля доступа у двери, персонал должен использовать карту доступа для входа и выхода и камеру у двери, чтобы не допустить насильственного проникновения на завод.

Выводы

Раздел «Социальная ответственность» содержит анализ вредных и опасных факторов производственной среды, рассмотрены также вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Основной целью данного раздела являлось создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

В ходе исследования рабочего места было выявлено соответствие следующий факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности.

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.
6. <https://weber.ru/device/gorizontalnie-tokarnie-stanki-chpu/754/>.
7. <https://rustan.ru/stanki/frezernye/pometallu/vertikalnye/bolgaria/fv401> .
8. <https://invest-garant.com/19-shlifovalnye-stanki/21-krugloshlifovalnye-stanki/180-krugloshlifovalnye-stanki-osh-600f3-osh-600f31.html> .

Приложение А

Чертёж деталь

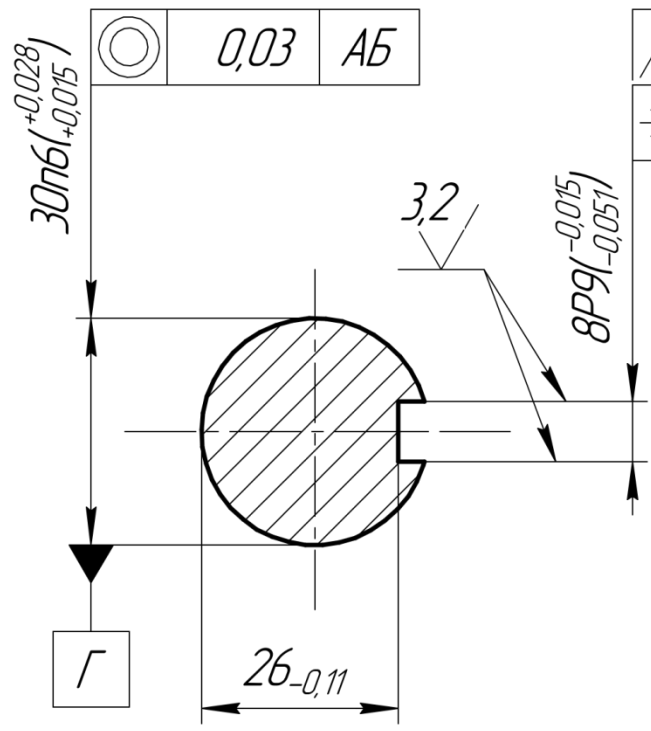
КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Спроб. №	Перв. примен.
Изм. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Спроб. №	Перв. примен.

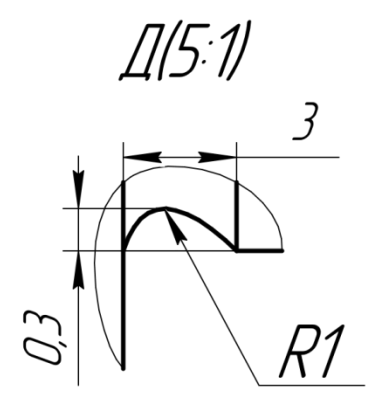
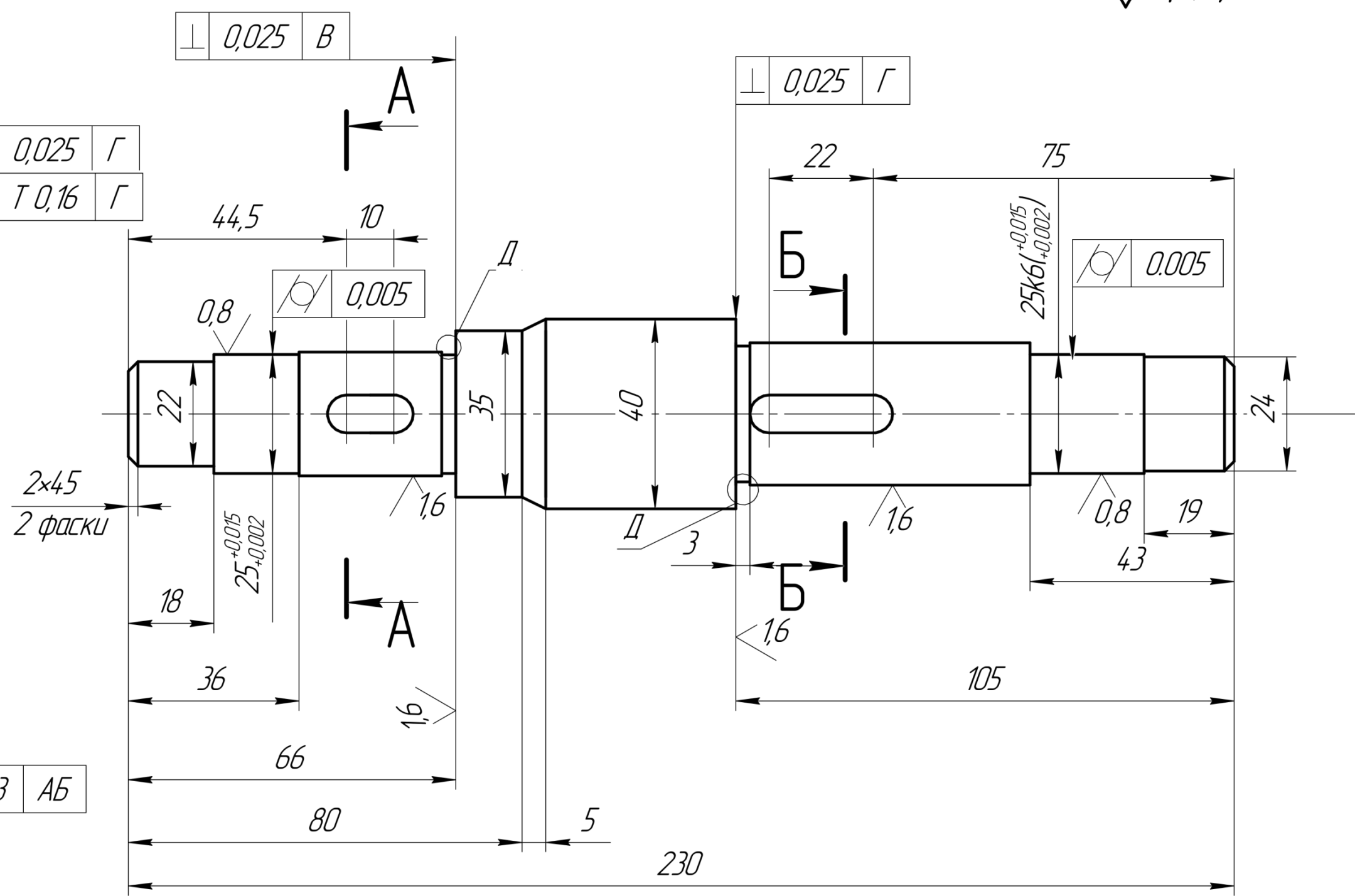
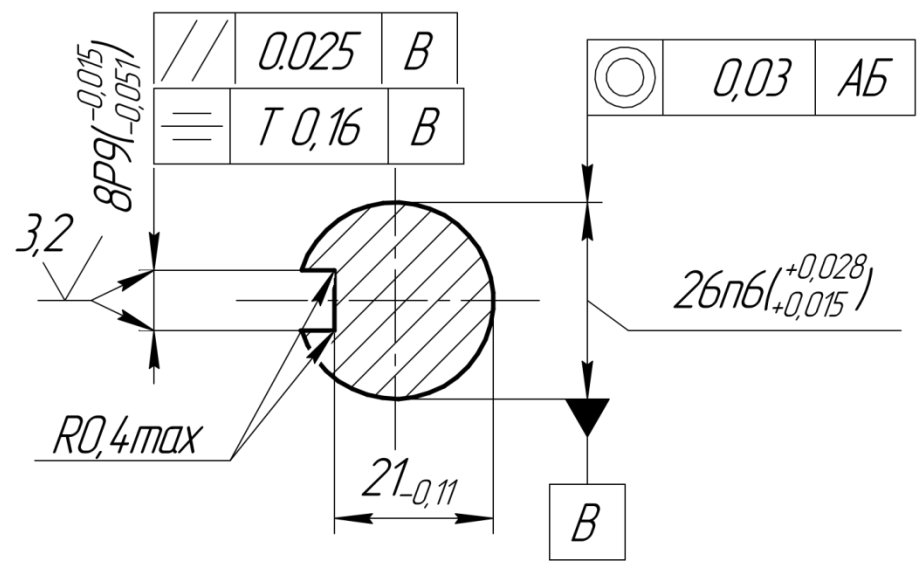
ИШНПТ-154А80005.00.00.00

6,3
✓ (✓)

Б-Б



А-А



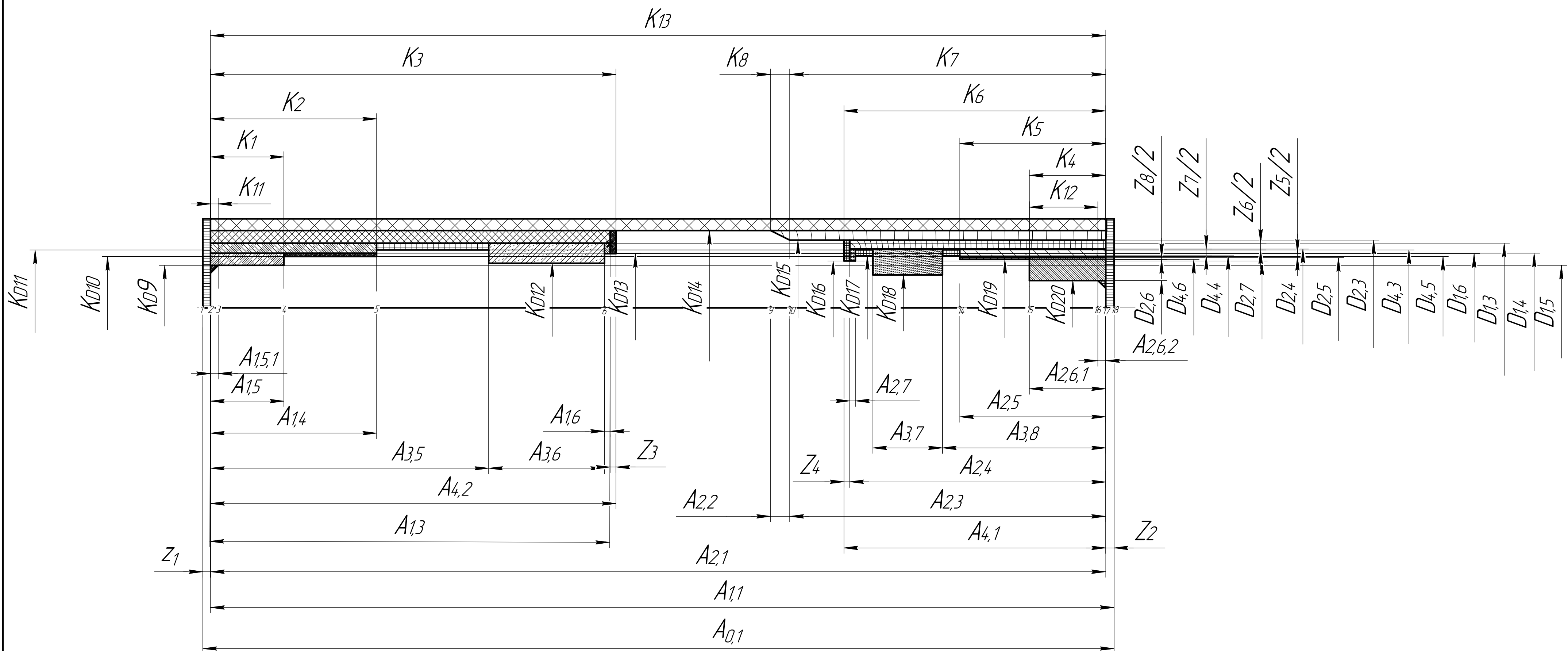
- 1. НВ 260...285
- 2. Неуказанные предельные отклонения отверстий Н14, валов
- h14, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$

ИШНПТ-154А80005.00.00.00				Лист	Масса	Масштаб
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вал быстроходный		
Разраб.	Ван Цзякан					
Пров.	Ефременков Е.А.			Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Т.контр.						
Н.контр.				Группа 154А81		
Утв.						

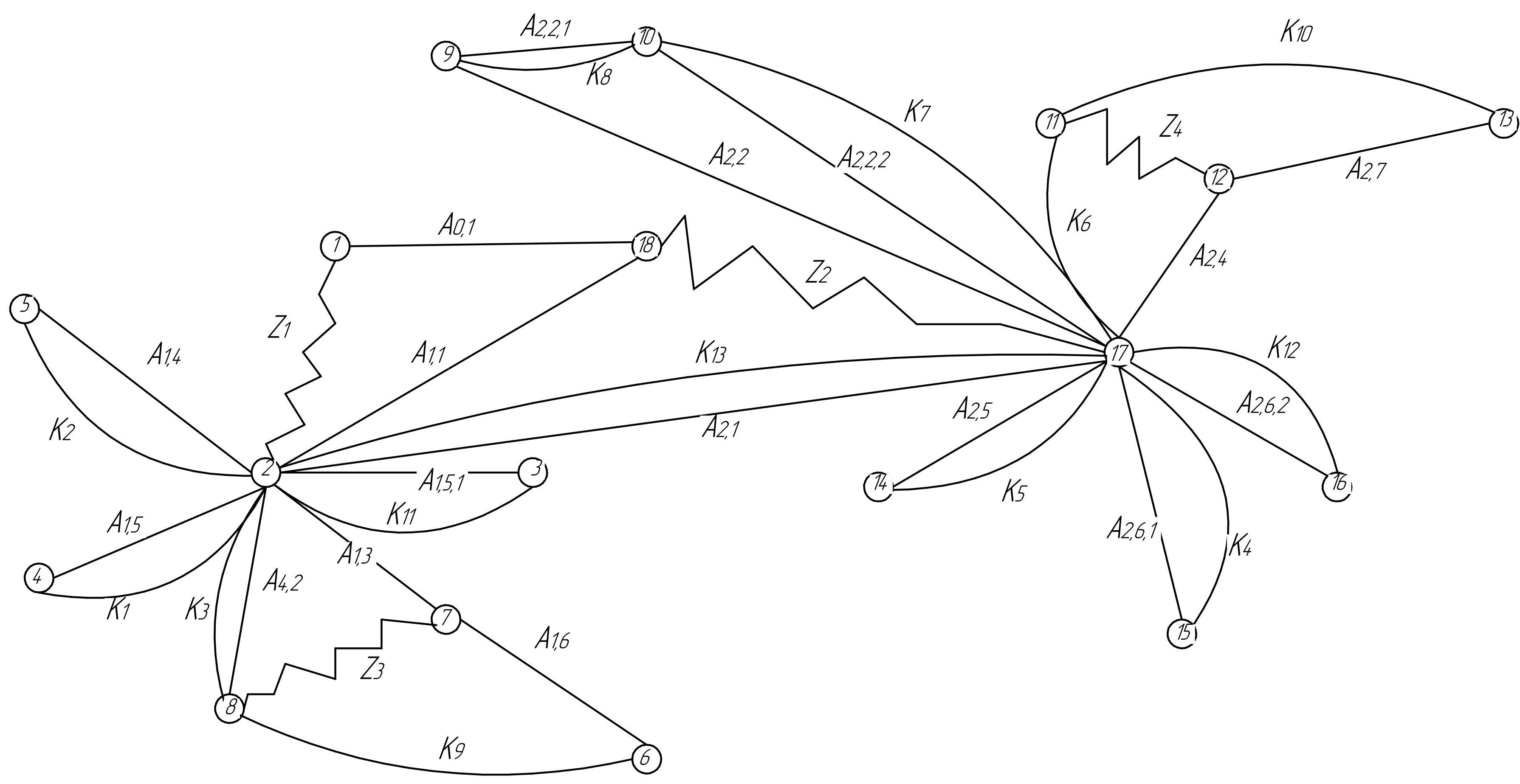
Приложение Б

Размерный анализ

Размерная схема



Граф технологических размерных цепей



ИШНПТ-154А80005.00.00.00				Лит			Масса		
Размерный анализ				Лист 1			Листов 2		
Группа 154А81				Формат А1					

Diagram illustrating the construction of the D14, D25, D24, and D13 codes. Each diagram shows a sequence of operations: a division by 2 ($Z_5/2$, $Z_8/2$, $Z_7/2$, $Z_6/2$), a multiplication by a constant (KD_2 , KD_7 , KD_6 , KD_3), and a division by 2 (D_{14} , D_{25} , D_{24} , D_{13}).

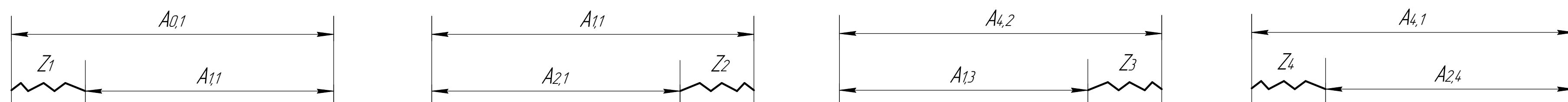
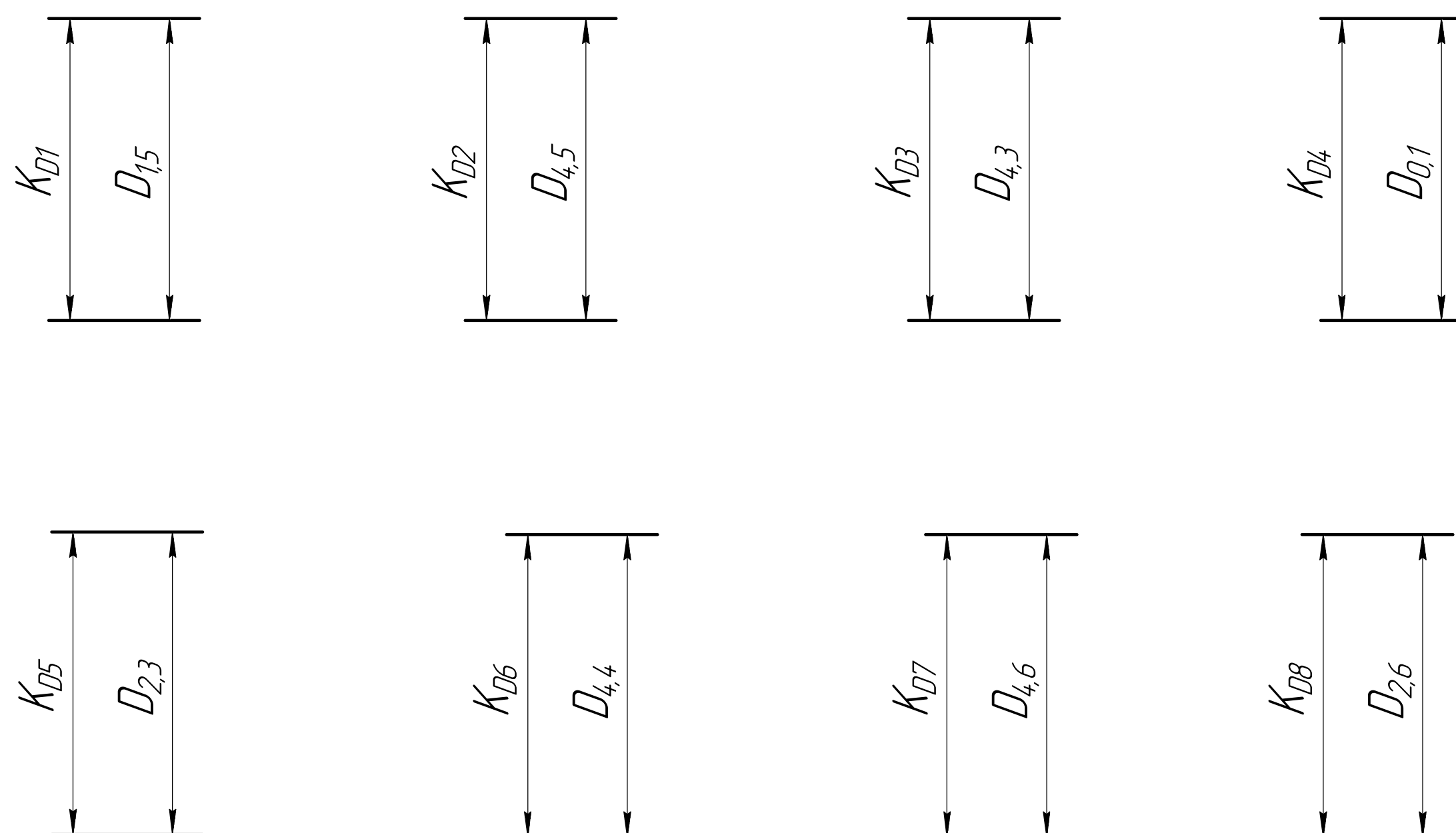
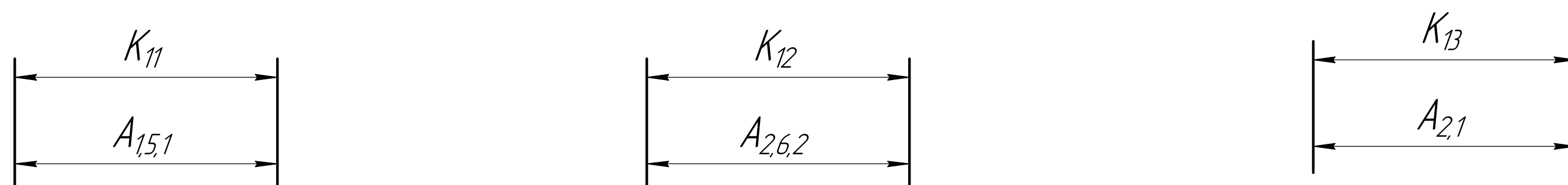


Figure 1 illustrates the decomposition of a 2D tensor A into rank-1 components K and A . The decomposition is shown for eight different cases, labeled K_1 through K_8 . Each case consists of two horizontal double-headed arrows. The top arrow is labeled K_i and the bottom arrow is labeled $A_{i,j}$. The diagrams are arranged in two rows of four.

- Row 1: K_1 and A_{15} ; K_2 and A_{14} ; K_3 and $A_{4,3}$; K_4 and $A_{2,6,1}$.
- Row 2: K_5 and $A_{2,5}$; K_6 and $A_{4,1}$; K_7 and $A_{2,2,2}$; K_8 and $A_{2,2}$.



Приложение В

Техническая карта

КОМПАС-3D 12.0 © 2020 ООО "АКОМ-Системы проектирования". Россия. Все права защищены.

Имя, № докум. Подп. и дата. Имя, № докум. Подп. и дата. Имя, № докум. Подп. и дата.

Стор. №. Перв. примеч.

Чертеж детали представлен на листе				Национальный исследовательский Томский политехнический университет						Кафедра ТАМП						ИШНПТ-154.А80005.00.00.00				
				Карта технологического процесса																
Материал		Код ед величины	Масса де- талей, кг	Заготовка																
Наименование, марка				Код и вид	Профиль Размеры	Кол.	Масса, кг													
Сталь 45 ГОСТ 1050-88			2,26		Штамповка	11000	2,60													

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭКСИЗ	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одностор. обработ.	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки		Нормы времени					Разряд работы			
операции	перехода					Подача							Частота об./мин	Скорость резания, м/мин	То	Твс	Тпз	Тшт	Тшт. к				
						мм/об	мм/мин																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
000	1	Заготовительная Штамповать заготовку, выдержав размер 232,6±0,5, φ4 ⁺¹² _{-0,8} , φ25±0,5 и φ23 ⁺¹⁵ _{-0,5}		Горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway серии GA-2000.	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80		Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,5 ГОСТ 166-89.	1															
	1	Токарная Подрезать порез, выдержав размер 231,43±0,8 и φ24,5±0,15.							1	25	0,5	15	0,4		1250	98,1	0,11						
	2	Точить поверхность , выдержав 105±0,05 и φ30,2±0,05				Резец проходной отогнутый Т15К6 2102-0501 ГОСТ 18868-73, Резец проходной угловой Т15К6 ый 2101-0005 ГОСТ 18879-73, Резец канавочный Т15К6 ый 2120-0508 ГОСТ 18874-73.	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,5 ГОСТ 166-89, Фасочный шаблон, Штангенглубиномер ШГЦ-200-0,01, Микромер МК125-1 ГОСТ 6507-90		2	41	105	3	0,4		1000	125,6	0,54						
	3	Точить поверхность , выдержав 43±0,62 и φ25,2±0,05							1	30	43	15	0,4		1000	1125,6	0,46	0,58	2	3,17	3,17		
	4	Точить поверхность, выдержав размер φ24±0,52, 19±0,52 и 2±0,2×45°							1	25	19	0,5	0,4		1000	117,8	0,16						
005	5	Точить поверхность, выдержав канавка размера 3±0,01 и 3.							1	24	2	2	0,4		1250	140	0,16						

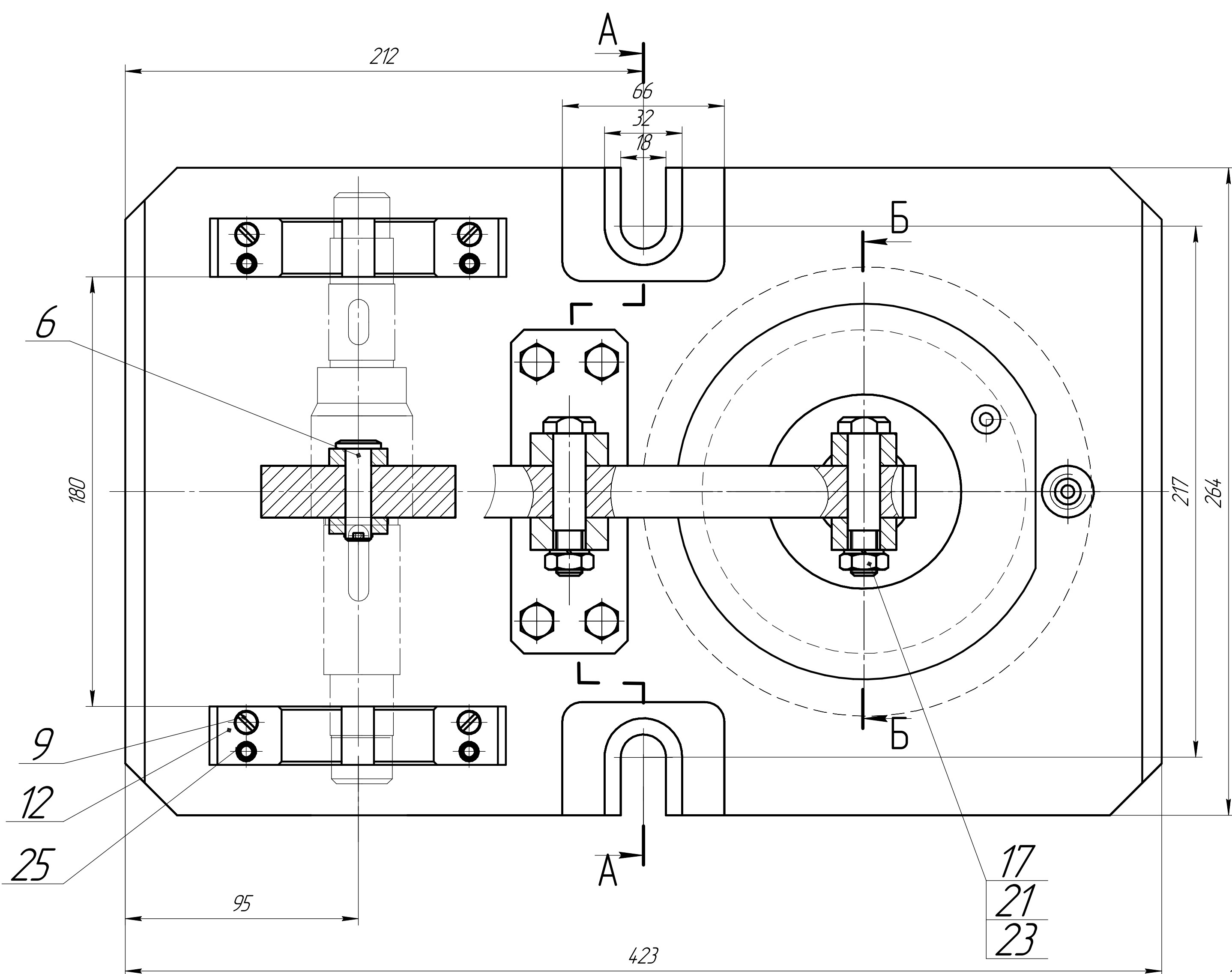
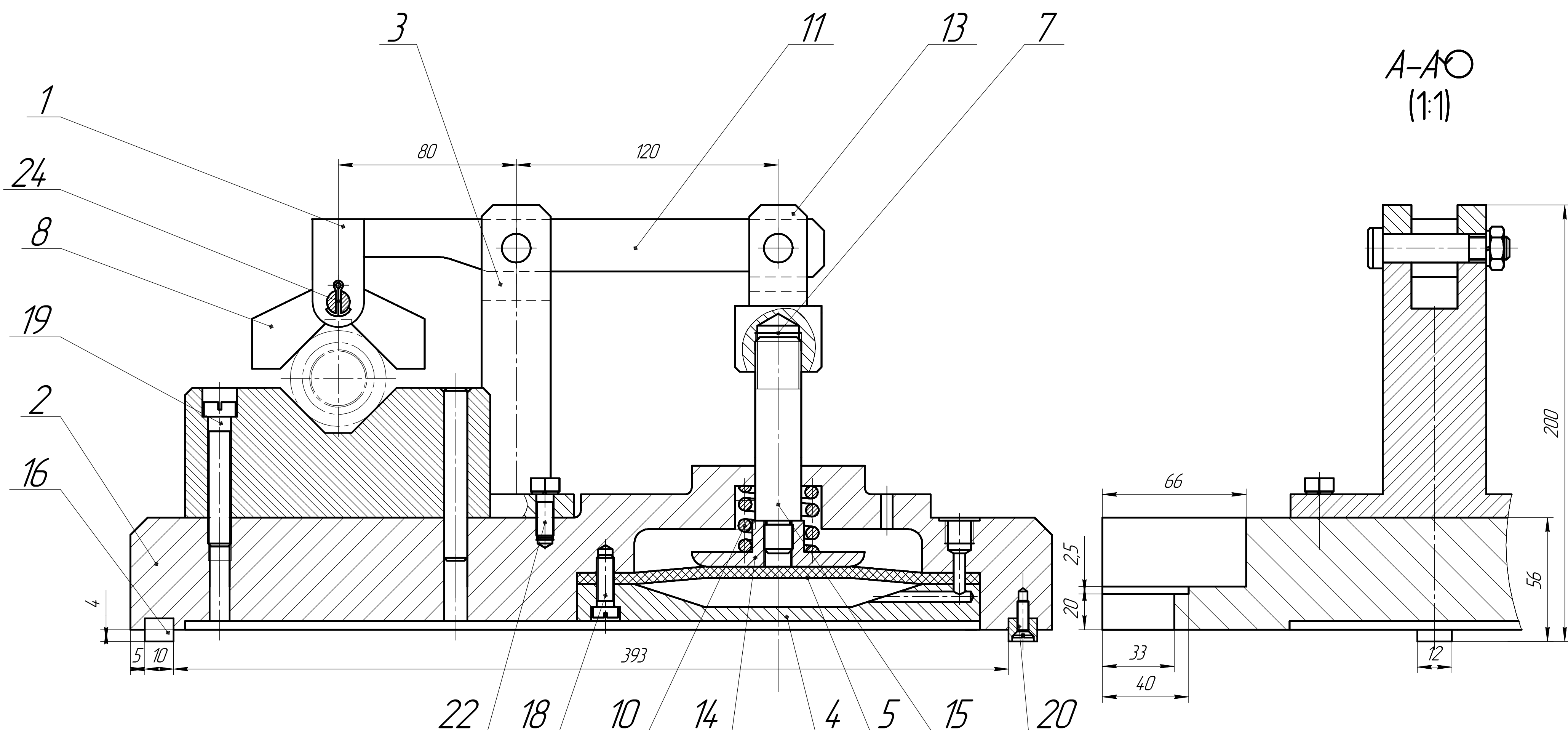
						ИШНПТ-154.А80005.00.00.00						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Техническая карта				Лит.	Масса	Масштаб	
Разраб.	Ван Цзякан											
Проб.	Ефременков Е.А.											
Т.контр.												
И.контр.									Лист	1	Листов	3
Этап									Группа 154.А81			

150

КОНТА-30 v20 4-го года выпуска © 2021 ООО "АКОН-Самары производимый", Россия Все права защищены

Приложение Г

Чертеж приспособления



Технические характеристики

1. Усилие зажима $Q = 8896$ Н при давлении в системе до 0,4 МПа
2. Рабочий ход поршня 10 мм
3. Способ установки детали на приспособление - ручной

Технические требования

1. Подвижные части смазать смазкой Циатим-201 ГОСТ 6267-74.
2. Неуказанные радиусы скругления 3,5 мм
3. Места под крепление по ГОСТ
4. Призмы опорные по ГОСТ 12195-78

				ИШНПТ-154А80005.00.00.СБ		
Изм./Лист	№ док-м	Подп.	Дата	Сборочный чертёж		
Разраб.	Ван. Цзяжан					
Проб.	Еременков Е.А.					
Т.контр.						
И.контр.						
Упр.						
				Лист	Масса	Масштаб
						1:1
				Лист	Листов	1
				ИШНПТ ТПЧ		
				Группа 154А81		
				Формат А1		

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №		A1			ИШНПТ-154А80005.00.00.00.СБ	Сборочный чертёж	1		
							Детали		
			1	ИШНПТ-154А80005.00.00.01	Коромысло	1			
			2	ИШНПТ-154А80005.00.00.02	Корпус	1			
			3	ИШНПТ-154А80005.00.00.03	Кронштейн	1			
			4	ИШНПТ-154А80005.00.00.04	Крышка	1			
			5	ИШНПТ-154А80005.00.00.05	Мембрана	1			
			6	ИШНПТ-154А80005.00.00.06	Палец	1			
			7	ИШНПТ-154А80005.00.00.07	Поршень	1			
			8	ИШНПТ-154А80005.00.00.08	Прижим	1			
			9	ИШНПТ-154А80005.00.00.09	Призма	1			
			10	ИШНПТ-154А80005.00.00.10	Пружина	1			
			11	ИШНПТ-154А80005.00.00.11	Рычаг	1			
			12	ИШНПТ-154А80005.00.00.12	Упор	1			
	13	ИШНПТ-154А80005.00.00.13	Ушко	1					
	14	ИШНПТ-154А80005.00.00.14	Шайба	1					
	15	ИШНПТ-154А80005.00.00.15	Шток	1					
	16	ИШНПТ-154А80005.00.00.16	Шпонка	2					
					Стандартные изделия				
	17			Болт М8х30 ГОСТ 1491-80	4				
	18			Винт М6 х 18 ГОСТ 17473-80	15				
	19			Винт М8х45 ГОСТ 7798-70	6				
Изм. № подл.					ИШНПТ-154А80005.00.00.00				
	Разраб.	Ван Цзякан			Сборочный чертёж	Лит.	Лист	Листов	
	Пров.	Ефременков Е.А.					1	2	
	Н.контр.					Группа 154А81			
Утв.									

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата