

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления распределителя кремового

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Матыскин Денис Игоревич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.пр. ОМШ ИШНПТ	Пустовых О.С.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Клемашева Е.И.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Антоневич О.А.	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

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

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Матыскину Денису Игоревичу

Тема работы:

Разработка технологии изготовления распределителя кремowego	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.2022, №34-76/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Техническое задание:</p> <p>Чертёж детали «Распределитель кремовой»</p> <p>1000 шт./год</p> <p>Д1 ГОСТ 4784-2019</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Технологическая часть: Определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, разработка маршрутного техпроцесса, размерный анализ, расчёт режимов резания, подбор оборудования, расчёт основного времени. Конструкторская часть: расчёт и проектирование оснастки.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ, операционная карта, сборочный чертеж приспособления и спецификация.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологический	Пустовых Ольга Сергеевна
Конструкторский	Пустовых Ольга Сергеевна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Клемашева Елена Игоревна
Социальная ответственность	Антоневич Ольга Алексеевна

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.пр. ОМШ ИШНПТ	Пустовых Ольга Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Матыскин Денис Игоревич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 94 страниц, 15 рисунков, 25 таблицы, 24 источника.

Ключевые слова: технология, распределитель, разработка, изготовление, деталь. Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали «Распределитель кремовый».

Цель дипломной работы: разработка технологического процесса изготовления детали «Распределитель кремовый».

В процессе разработки проводились: построение размерных схем, определение припусков, расчет режимов резания, расчет норм времени, конструирование оснастки, анализ полученных результатов.

В результате проектирования: были определены припуски, подобраны режимы резания и назначены нормы времени, а также сконструирована оснастка для сверления отверстий.

Экономическая эффективность/значимость работы: подобран оптимальный вариант для изготовления данной детали, удовлетворяющий всем требованиям.

Выявлены опасные вредные факторы на рабочем месте, разработаны меры по снижению влияния этих факторов на человека.

Содержание

	Введение	9
1	Технологическая часть	10
1.1	Техническое задание	10
1.2	Определение типа производства	11
1.3	Анализ технологичности конструкции детали	13
1.4	Выбор исходной заготовки	14
1.5	Разработка маршрута технологии изготовления распределителя кремового	15
1.6	Определение минимальных припусков на обработку	21
1.7	Расчет технологических размеров	26
1.7.1	Расчет диаметральных технологических размеров	26
1.7.2	Расчет продольных технологических размеров	28
1.8	Расчёт режимов резания и выбор оборудования	32
1.9	Выбор средств технологического оснащения	40
1.10	Расчет основного времени	43
1.11	Определение норм вспомогательного времени для каждой операции	50
1.12	Определение штучно-калькуляционного времени	51
2	Конструкторская часть	55
2.1	Анализ исходных данных	55
2.2	Принцип работы приспособления, компоновка	56
2.3	Расчет и определение сил закрепления	58
2.4	Расчет приспособления на точность	59
2.5	Расчет экономической эффективности	60
3	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	63
3.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	63
3.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	63
3.1.2	Анализ конкурентных технических решений	64
3.1.3	SWOT – анализ	65
3.2	Планирование научно–исследовательских работ	68
3.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	68
3.2.2	Определение трудоемкости выполняемых работ	69
3.2.3	Разработка графика проведения научного исследования	69
3.3	Бюджет научно–технической разработки	73
3.3.1	Расчет материальных затрат НИИ	73
3.3.2	Расчет амортизационных отчислений	73
3.3.3	Расчет заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды	74
3.3.4	Расчет бюджета проекта	75

3.3.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	75
	Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	78
4	Социальная ответственность	82
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	82
4.2	Производственная безопасность	83
4.3	Анализ опасных и вредных производственных факторов	84
4.3.1	Отклонение показателей микроклимата	84
4.3.2	Превышение уровня вибрации	85
4.3.3	Недостаточная освещенность рабочей зоны	86
4.3.4	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	87
4.3.5	Повышенный уровень шума	88
4.3.6	Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим	89
4.4	Экологическая безопасность	89
4.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	90
	Выводы по разделу «Социальная ответственность»	91
	Заключение	93
	Литература	94
	ПРИЛОЖЕНИЯ	96
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Чертеж детали «Распределитель кремный»	97
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Размерный анализ	99
	ПРИЛОЖЕНИЕ В. Операционная карта	101
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Сборочный чертеж «Приспособление сверлильное»	104

Введение

Целью работы является разработка технологического процесса изготовления распределителя кремового. Это позволит получить навыки разработки технологии изготовления детали и закрепит теоретические знания по дисциплине «Технология машиностроения».

В работе приводится определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, даны рекомендации по выбору исходной заготовки. В работе подробно рассмотрен размерный анализ технологического процесса изготовления распределителя кремового, определены минимальные припуски на обработку, выбраны средства технологического оснащения и рассчитано основное время.

1. Технологическая часть

1.1 Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления распределителя кремового. Чертеж детали представлен на рис. 1.1. Годовая программа выпуска: 1000 шт.

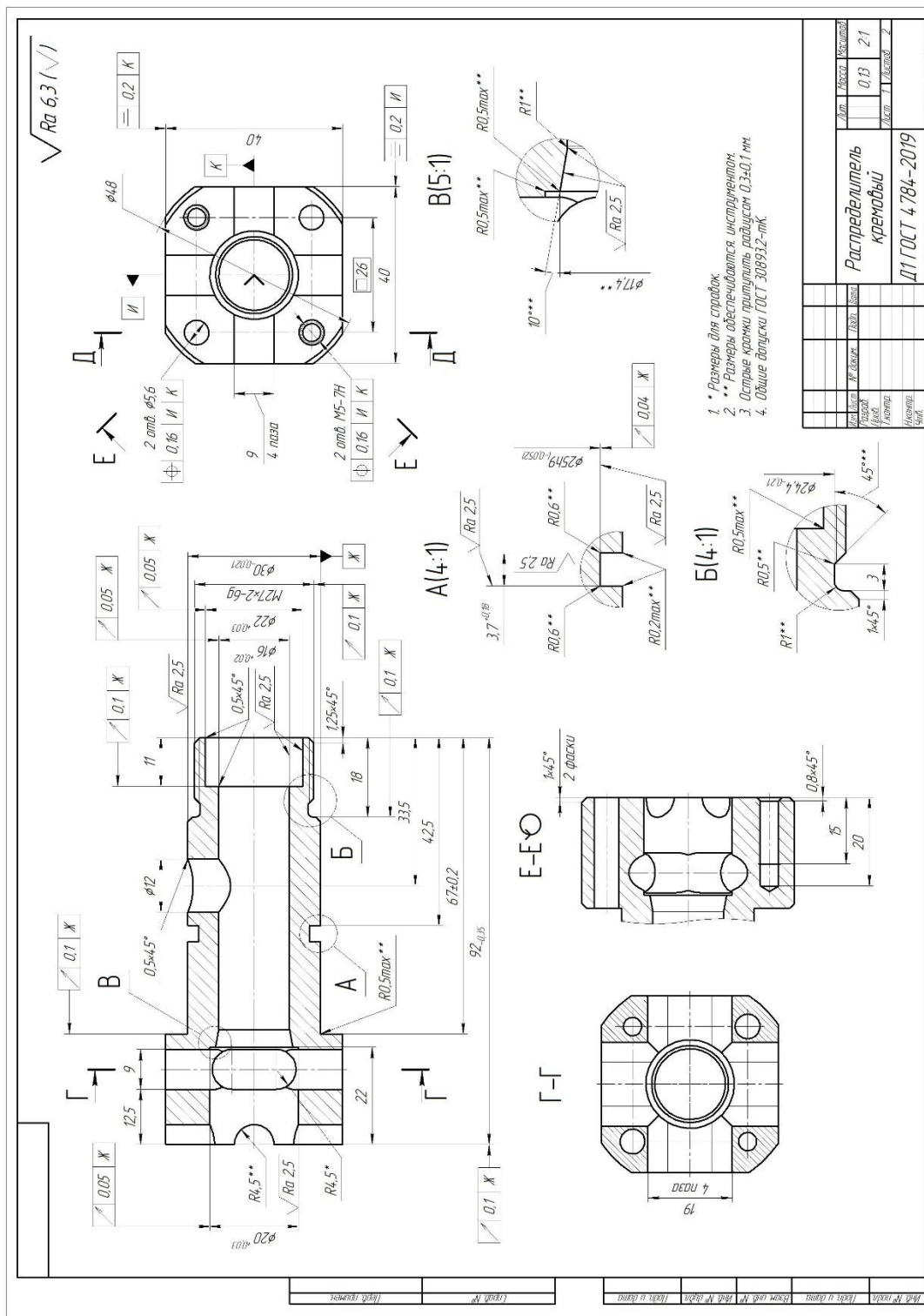


Рис. 1.1. Чертеж детали

1.2 Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

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

где $t_в$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{ср}$ – среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_в = \frac{F_r}{N_2},$$

где F_r – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_2 – годовая программа выпуска деталей.

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

Тогда

$$t_в = \frac{F_r}{N_2} = \frac{4029 \times 60}{1000} = 241,74 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n}, \quad (2)$$

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

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3 операции ($n=3$), (см. операционную карту).

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1, стр. 147]:

$$T_{ш-к i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{о.i}, \quad (3)$$

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

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

Для первых двух операций (токарные): $\varphi_{к.1} = \varphi_{к.2} = 1,98$;

Фрезерная: $\varphi_{к.3} = 1,84$;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [1, стр. 146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой токарной операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов (подрезать торец и сверлить отверстие (см. операционную карту)):

$$T_{о.1} = (0,037 \cdot D^2 + 0,52 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3},$$

где D – диаметр обрабатываемого торца, мм;

d – диаметр обрабатываемого отверстия, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рис.1.

Тогда

$$T_{о.1} = (0,037 \cdot D^2 + 0,52 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3} = (0,037 \cdot 48^2 + 0,52 \cdot 14 \cdot 96) \cdot 10^{-3} = 0,784 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к 1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{о.1} = 1,98 \cdot 0,784 = 1,55 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй токарной операции также определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов (расточивание отверстия (см. операционную карту)):

$$T_{o,2} = (0,31 \cdot d \cdot l + 0,43 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3},$$

d , мм (определенно выше).

Тогда

$$T_{o,2} = (0,31 \cdot d \cdot l + 0,43 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3} = (0,31 \cdot 16 \cdot 92 + 0,43 \cdot 16 \cdot 92) \cdot 10^{-3} = 1,089$$

мин.

Штучно – калькуляционное время данной операции, формула (3):

$$T_{ш.к 2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{o,2} = 1,98 \cdot 1,089 = 2,157 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время фрезерной операции (см. операционную карту):

$$T_{o,3} = 6 \cdot l \cdot 10^{-3} = 6 \cdot (40 + 40 + 40 + 40) \cdot 10^{-3} = 0,96 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции, формула (3):

$$T_{ш.к 3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{o,3} = 1,84 \cdot 0,96 = 1,776 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (2):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n} = \frac{T_{ш.к 1} + T_{ш.к 2} + T_{ш.к 3}}{3} = \frac{1,55 + 2,157 + 1,776}{3} = 1,828 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{з.о} = \frac{t_g}{T_{cp}} = \frac{241,74}{1,828} = 128,6.$$

Так как $K_{з.о} = 128,6 > 40$, то тип производства – «мелкосерийное».

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – распределитель кремный (рис. 1.2) – изготовлена из круглого проката (материал Д1 ГОСТ 4784-2019). При использовании заготовки из круглого проката резко уменьшается коэффициент использования материала. Следовательно, условию минимальной металлоемкости эта деталь не удовлетворяет.

Деталь имеет сложную конструкцию, для ее получения требуется изготовление специальных приспособлений. С другой стороны обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям. Деталь является достаточно жесткой и имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

С учетом вышесказанного можно сделать вывод о том, что деталь является среднетехнологичной.

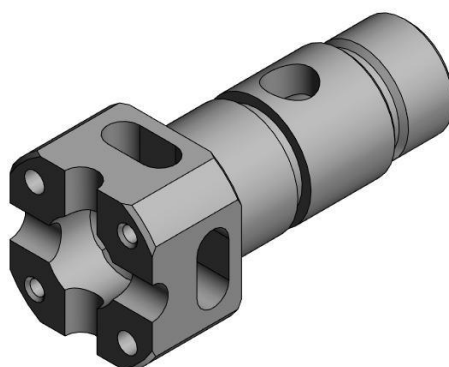


Рис. 1.2. Распределитель кремовый.

1.4 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (материал Д1 ГОСТ 4784-2019 имеет хорошую обрабатываемость резанием), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типа производства (мелкосерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – **прокат**. Диаметр проката определен ниже.

Использование ковальной или штампованной заготовки в условиях мелкосерийного производства нецелесообразно, так как требует дополнительного оборудования (кривошипные прессы, молоты).

Литье в песчаные формы наиболее универсальный метод, однако изготовление форм требует больших затрат времени. Литье в кокиль целесообразно в серийном и массовом производстве. Окончательное решение по выбору заготовки принимается после экономического комплексного расчета себестоимости заготовки и механической обработки в целом.

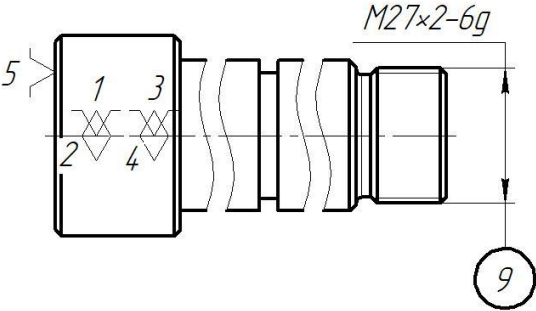
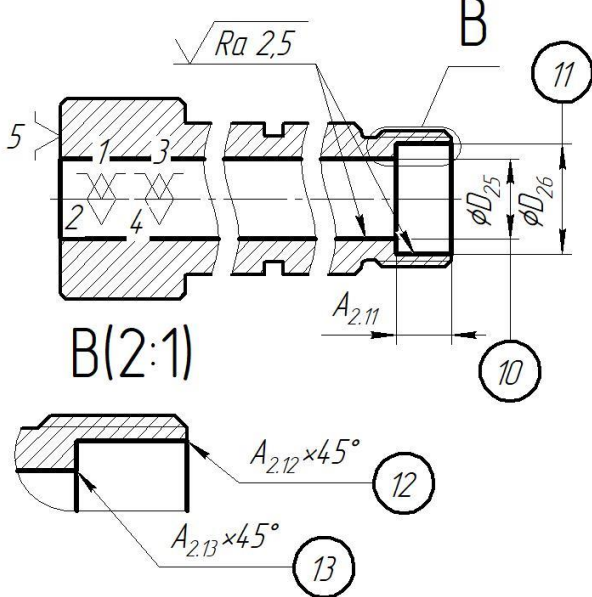
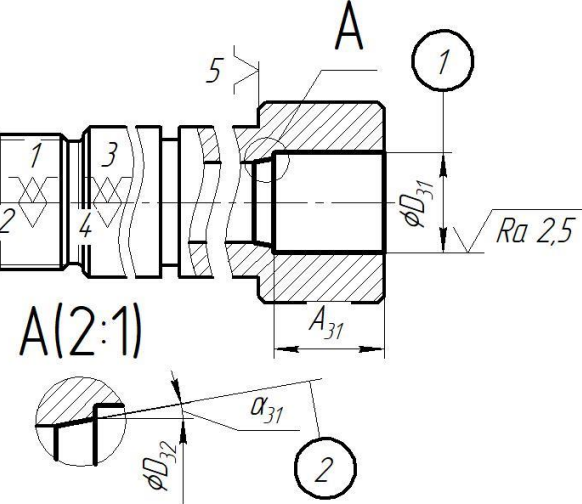
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления распределителя кремового. Выбор технологических баз и применяемого оборудования.

Маршрут технологии изготовления распределителя кремового представлен в виде таблицы 1.1, где также обозначены технологические базы.

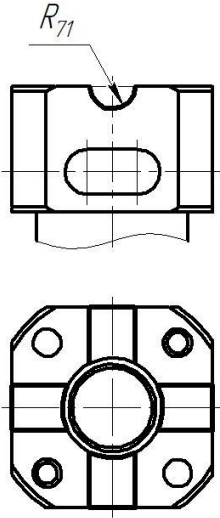
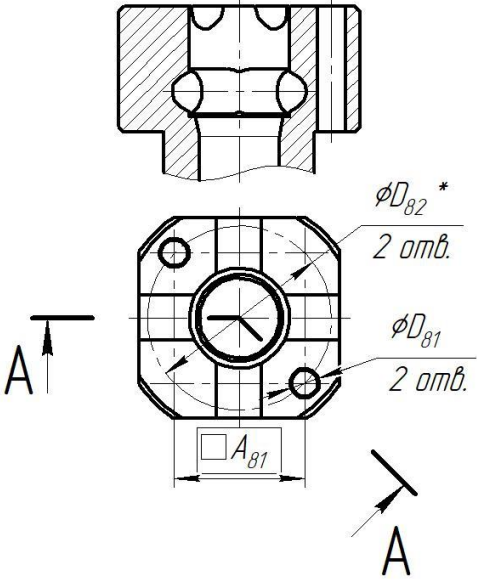
Таблица 1.1

<p>0</p> <p>A</p> <p>1</p>	<p><i>Заготовительная</i></p> <p><i>Выдвинуть прутки до упора и закрепить</i></p> <p><i>Отрезать заготовку, выдерживая размер A_{01}</i></p>	
<p>1</p> <p>A</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>	<p><i>Токарная</i></p> <p><i>Установить и снять деталь</i></p> <p><i>Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{11}</i></p> <p><i>Обточить поверхность 2 диаметром ϕD_{11}, выдерживая размер A_{12}</i></p> <p><i>Точить фаску 3, выдерживая размер $A_{13} \times 45^\circ$</i></p> <p><i>Сверлить центровое отверстие 4 диаметром ϕD_{12}, выдерживая размеры A_{14} и A_{15}</i></p>	
<p>5</p>	<p><i>Сверлить отверстие 5 диаметром ϕD_{14}</i></p>	

<p>2</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	<p><i>Токарная</i></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{21}</p> <p>Обточить поверхность 2 диаметром ϕD_{21}, выдерживая размер A_{22}</p> <p>Обточить поверхность 3 диаметром ϕD_{22}, выдерживая размер A_{23}</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$</p>
<p>4</p> <p>5</p> <p>6</p>	<p>Точить канавку 4 диаметром ϕD_{23}, выдерживая размеры A_{24}, A_{25}, R_{21} и R_{22} и α_{21}</p> <p>Точить канавку 5 диаметром ϕD_{24}, выдерживая размеры A_{26}, A_{27}</p> <p>Точить фаски 6, 7 и 8, выдерживая размеры $A_{28} \times 45^\circ$, $A_{29} \times 45^\circ$ и $A_{2,10} \times 45^\circ$</p>	<p>A(2:1) B(2:1)</p>

7	<p>Нарезать на поверхности 9 резьбу M27×2-6g</p>	
8	<p>Расточить отверстие 10 диаметром $\phi D_{25}^{+0,13}$</p>	
9	<p>Расточить отверстие 11 диаметром ϕD_{26}, выдерживая размер $A_{2,11}$</p>	
10	<p>Точить фаски 12 и 13, выдерживая размеры $A_{2,12} \times 45^\circ$, $A_{2,13} \times 45^\circ$</p>	
3	<p><u>Токарная</u></p>	
A	<p>Установить и снять деталь</p>	
1	<p>Расточить отверстие 11 диаметром ϕD_{31}, выдерживая размер A_{31}</p>	
2	<p>Точить поверхность 2, выдерживая размеры ϕD_{32} и α_{31}</p>	

<p>4</p> <p>A</p> <p>1</p> <p>2</p>	<p><u>Сверлильная</u></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Сверлить отверстие 1 диаметром ϕD_{41}, выдерживая размер A_{41}</p> <p>Зенковать фаску 2, выдерживая размер $A_{42} \times 45^\circ$</p>	
<p>5</p> <p>A</p> <p>1</p>	<p><u>Фрезерная</u></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Фрезеровать поверхности, выдерживая размеры A_{51} и $\square A_{52}$</p>	
<p>6</p> <p>A</p> <p>1</p>	<p><u>Фрезерная</u></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Фрезеровать 4 паза, выдерживая размеры A_{61}, A_{62}, A_{63} и A_{64}</p>	

<p>7</p> <p>A</p> <p>1</p>	<p><u>Фрезерная</u></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Фрезеровать 4 паза, выдерживая размеры A_{71} и R_{71}</p>	
<p>8</p> <p>A</p> <p>1</p>	<p><u>Сверлильная</u></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Сверлить 2 отверстия сквозных ϕD_{41}, выдерживая p-p A_{81}</p>	<p>A-A</p> 

<p>9</p> <p>A</p> <p>1</p> <p>2</p>	<p><u>Сверлильная</u></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Сверлить 2 отверстия ϕD_{91}, выдерживая р-р $\square A_{91}$ и A_{92}</p> <p>Зенковать 2 отверстия, выдерживая р-р $A_{93} \times 45^\circ$</p>	<p>$A_{93} \times 45^\circ$</p> <p>2 фаски</p> <p>A-A</p> <p>A_{92}</p> <p>ϕD_{91}</p> <p>2 отв.</p> <p>ϕD_{92}^*</p> <p>2 отв.</p> <p>A_{91}</p> <p>Б</p>
<p>10</p> <p>A</p> <p>1</p>	<p><u>Резьбонарезная</u></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Нарезать резьбу M5-7H, выдерживая р-р $A_{10.1}$</p>	<p>M5-7H</p> <p>2 отв.</p> <p>A-A</p> <p>$A_{10.1}$</p> <p>А</p> <p>А</p>

Строим размерную схему технологического процесса изготовления распределителя кремowego (рис. 1.2).

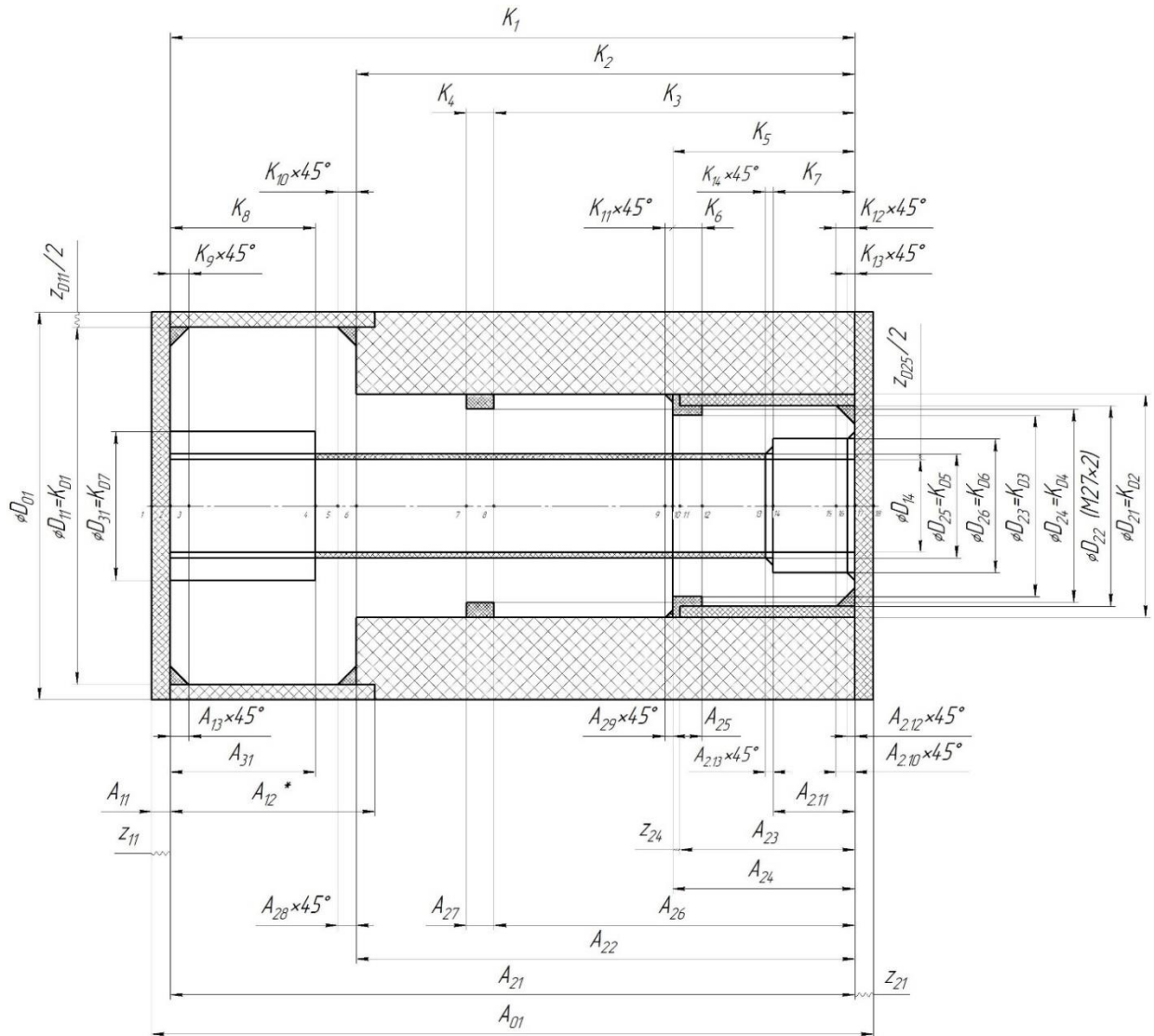


Рис. 1.2. Размерная схема технологического процесса изготовления распределителя кремowego.

1.6 Определение минимальных припусков на обработку

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения определяется по формуле:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}),$$

Минимальный припуск на обработку плоскостей определяется по формуле:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1},$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности, полученная на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм;

ρ_{i-1} – суммарный вектор погрешностей формы и расположения обрабатываемой поверхности, полученных на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм:

$$\text{для поверхностей вращения: } \rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{p i-1}^2}$$

$$\text{для плоскостей: } \rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1} + \rho_{p i-1}$$

ε_{yi} – погрешность установки на выполняемом переходе (для поверхностей вращения), мкм: $\varepsilon_{yi} = \sqrt{\varepsilon_{\phi i}^2 + \varepsilon_{z i}^2}$, где $\varepsilon_{\phi i}$ и $\varepsilon_{z i}$ – соответственно погрешности базирования и закрепления на этом переходе.

Таблица 1.2 Минимальные припуски на обработку поверхностей вращения

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска				Расчетный припуск Z_{\min} , мкм	Допуск T , мкм
	Rz	h	ρ	ε		
Поверхность $\varnothing 48h14_{(-0,62)}$						
Заготовка - прокат повышенной точности	75	115	8	-	-	1600
Обтачивание				500	1380	740
Поверхность $\varnothing 16^{+0,015}$						
Сверление	115	75	85	-	-	330
Растачивание	60	75	85	100	642	210

Все параметры составляющие величину припусков выбираем из соответствующих таблиц [2].

Для поверхности $\varnothing 48h14_{(-0,62)}$:

Согласно П2 [2, стр. 80] шероховатость поверхности и толщина дефектного поверхностного слоя проката составляют (в среднем):

$$Rz_{д01} = 75 \text{ мкм; } h_{д01} = 115 \text{ мкм.}$$

Пространственное отклонение определим по формуле (3.1) [2, стр. 46]. В данном случае сама обрабатываемая поверхность является технологической базой. Поэтому погрешность $\rho_{рД01} = 0$. Следовательно, $\rho_{Д01} = \rho_{фД01}$. Погрешность формы $\rho_{фД01}$ представляет собой изогнутость заготовки. Для ее определения воспользуемся табл. 9 П5 [2, стр. 95], в которой указана кривизна проката Δ_k (мкм/мм).

Изогнутость для данной схемы установки заготовки составит:

$$\rho_{фД01} = \Delta_k \cdot l,$$

где l – вылет заготовки из патрона, $l = 40$ мм.

Для проката повышенной точности $\Delta_k = 0,2$ мкм/мм.

Таким образом получим

$$\rho_{Д01} = \rho_{фД01} = \Delta_k \cdot l = 0,2 \cdot 40 = 8 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки заготовки определим по формуле (3.3) [2, стр. 47]. В данном случае погрешность базирования заготовки в радиальном направлении $\varepsilon_{бД11} = 0$. Значит $\varepsilon_{уД11} = \varepsilon_{зД11}$. Погрешность закрепления заготовки в радиальном направлении найдем по табл. 1 П4 [2, стр. 84]. Она составит 500 мкм, т.е.

$$\varepsilon_{уД11} = \varepsilon_{зД11} = 500 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск на обточку составит:

$$z_{Д11 \text{ min}} = 2 \cdot (Rz_{Д01} + h_{Д01} + \sqrt{\rho_{Д01}^2 + \varepsilon_{Д11}^2}) = 2 \cdot (75 + 115 + \sqrt{8^2 + 500^2}) = 1380$$

мкм

$$z_{Д11 \text{ min}} = 1380 \text{ мкм}$$

Для поверхности $\text{Ø}16^{+0,015}$:

Согласно П2 [2, стр. 80] шероховатость поверхности и толщина дефектного поверхностного слоя составляют (в среднем):

Для сверления: $Rz_{Д14} = 115$ мкм; $h_{Д14} = 75$ мкм.

Для растачивания: $Rz_{Д25} = 60$ мкм; $h_{Д25} = 75$ мкм.

Пространственное отклонение определим по формуле (3.1) [2, стр. 46] .

Погрешности формы и расположения найдем по табл. П3 [2, стр. 81]:

Для сверления: $\rho_{фД14} = 16...40$ мкм; $\rho_{рД14} = 40...120$ мкм.

Для растачивания: $\rho_{фД25} = 16...40$ мкм; $\rho_{рД25} = 40...120$ мкм.

Тогда,

$$\rho_{Д14} = \sqrt{\rho_{фД14}^2 + \rho_{рД14}^2} = \sqrt{80^2 + 28^2} = 85 \text{ мкм};$$

$$\rho_{Д25} = \sqrt{\rho_{фД25}^2 + \rho_{рД25}^2} = \sqrt{80^2 + 28^2} = 85 \text{ мкм};$$

Погрешность установки определим по формуле (3.3) [2, стр. 47]. В данном случае погрешность базирования в радиальном направлении $\varepsilon_{бi} = 0$. Значит $\varepsilon_{yi} = \varepsilon_{zi}$. Погрешность закрепления заготовки в радиальном направлении найдем по табл. 1 П4 [2, стр. 84].

$$\varepsilon_{yД14} = \varepsilon_{бД14} = 500 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_{yД25} = \varepsilon_{бД25} = 100 \text{ мкм}.$$

Минимальный припуск на растачивание составит:

$$z_{Д25 \text{ min}} = 2 \cdot (Rz_{Д14} + h_{Д14} + \sqrt{\rho_{Д14}^2 + \varepsilon_{Д25}^2}) = 2 \cdot (115 + 75 + \sqrt{85^2 + 100^2}) = 642$$

мкм;

Таблица 1.3 Минимальные припуски на обработку плоскостей

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска				Расчетный припуск $2z_{\text{min}}$, мкм	Допуск Т, мкм
	Rz	h	ρ	ε		
Размер 92 _(-0,35)						
Заготовка - прокат повышенной точности	115	75	188	-	-	250
Подрезка торца				-	378	740

Отметим, что указанный торец был сформирован при отрезке предыдущей заготовки.

Согласно П2 [2, стр. 80] шероховатость поверхности и толщина дефектного поверхностного слоя для черного точения составляют (в среднем):

$$Rz_{01} = 115 \text{ мкм}; h_{01} = 75 \text{ мкм}.$$

Пространственное отклонение определим по формуле (3.2) [2, стр. 47]. Из ПЗ [2, стр. 81]:

$$\rho_{\phi 01} = 38 \text{ мкм}; \rho_{p01} = 150 \text{ мкм}.$$

Тогда

$$\rho_{01} = \rho_{\phi 01} + \rho_{p01} = 38 + 150 = 188 \text{ мкм}.$$

Минимальный припуск на подрезку торца определим по формуле (3.5) [2, стр. 47].

$$z_{11 \text{ min}} = z_{21 \text{ min}} = Rz_{01} + h_{01} + \rho_{01} = 115 + 75 + 188 = 378 \text{ мкм};$$

Определение допусков на технологические размеры:

Допуск размера исходной заготовки определим по табл. 1 П5 [2, стр. 90], где указаны предельные отклонения по диаметру сортового круглого проката:

$$es = + 0,3 \text{ мм}; ei = - 1,3 \text{ мм}.$$

$$T_{D_{01}} = 1,6 \text{ мм}.$$

Допуски на технологические размеры определим по таблице точности П1 [2, стр. 73]:

Точение IT12: $T_{D_{11}} = 250 \text{ мкм};$

Сверление IT12: $T_{D_{14}} = 180 \text{ мкм};$

Точение тонкое IT7: $T_{D_{21}} = 21 \text{ мкм};$

Точение IT12: $T_{D_{22}} = 210 \text{ мкм};$

Точение IT12: $T_{D_{23}} = 210 \text{ мкм};$

Точение IT12: $T_{D_{24}} = 210 \text{ мкм};$

Растачивание тонкое IT7: $T_{D_{25}} = 18 \text{ мкм};$

Растачивание тонкое IT7: $T_{D_{26}} = 21 \text{ мкм};$

Растачивание тонкое IT7: $T_{D_{27}} = 21 \text{ мкм};$

Отрезка заготовки: $T_{A_{01}} = 250 \text{ мкм};$

Подрезка торца: $T_{A_{11}} = 250 \text{ мкм}.$

Точение: $T_{A_{12}^*} = 250 \text{ мкм}.$

Подрезка торца: $T_{A_{21}} = 250 \text{ мкм}.$

Точение: $TA_{22} = 250$ мкм.

Точение: $TA_{23} = 250$ мкм.

Точение: $TA_{24} = 250$ мкм.

Точение: $TA_{25} = 250$ мкм.

Точение: $TA_{26} = 250$ мкм.

Точение канавки (обеспечивается инструментом): $TA_{27} = 100$ мкм.

Растачивание: $TA_{2.11} = 250$ мкм.

Растачивание: $TA_{31} = 250$ мкм.

Точение фасок: $TA_{13} = TA_{28} = TA_{29} = TA_{2.10} = TA_{2.12} = TA_{2.13} =$
 $= 300$ мкм.

1.7. Расчет технологических размеров

1.7.1 Расчет диаметральных технологических размеров

Для расчета составляем размерные схемы технологических маршрутов обработки поверхностей вращения распределителя кремowego, показанные на рис.1. 4.

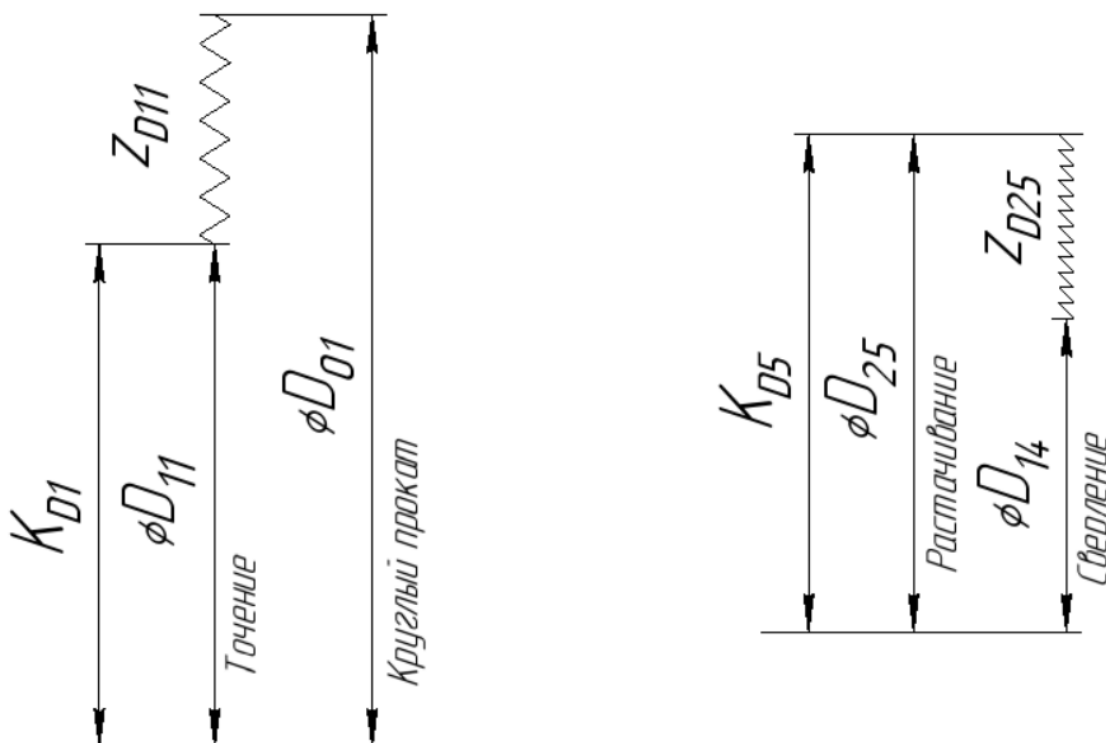


Рис.1.3. Размерные схемы технологических маршрутов обработки поверхностей вращения распределителя кремowego:

а – наружной $\text{Ø}48\text{h}14_{(-0,62)}$; б – отверстия $\text{Ø}16^{+0,015}$.

Расчет диаметра проката (схема а)

Среднее значение звена D_{12} :

$$D_{11}^c = D_{11} + \frac{ВОД_{11} + НОД_{11}}{2} = 48 + \frac{0 - 0,62}{2} = 47,69 \text{ мм}$$

Определяем допуск звена D_{01} :

$$ТD_{01} = ВОД_{01} - НОД_{01} = 0,3 - (-1,3) = 1,6 \text{ мм}$$

Находим среднее значение припуска z_{D12} :

$$2 \cdot z_{D11}^c = 2 \cdot z_{D11\min} + \frac{ТD_{11} + ТD_{01}}{2} = 1,38 + \frac{0,62 + 1,6}{2} = 2,49 \text{ мм}$$

Подсчитываем среднее значение звена D_{01} :

$$D_{01}^c = D_{11}^c + 2 \cdot z_{D11}^c = 47,69 + 2,49 = 50,18 \text{ мм}$$

По формуле (3.6) [2, стр. 53] вычисляем номинальное значение звена D_{01} :

$$D_{01} = D_{01}^c - \frac{ВОД_{01} + НОД_{01}}{2} = 50,18 - \frac{0,3 - 1,3}{2} = 50,68 \text{ мм}$$

Таким образом, расчетное значение этого звена составляет $50^{+0,3}_{-1,3}$ мм.

Выбираем прокат диаметром $D_{01} = 52^{+0,3}_{-1,3}$ мм. Фактическое значение припуска $2 \cdot z_{D12}$ будет

$$2 \cdot z_{D12\phi} = D_{01} - D_{12} = 50^{+0,3}_{-1,3} - 48_{-0,62} = 2^{+0,92}_{-1,3} \text{ мм}$$

Расчет технологических размеров при обработке отверстия $\text{Ø}16^{+0,015}$ (схема б)

Начинаем расчет с рассмотрения размерной цепи D_{14} , D_{25} , $2 \cdot z_{D25}$, в которой $D_{25} = K_{д5}$. Из указанной цепи находим D_{14} . С этой целью подсчитываем

$$D_{25}^c = D_{25} + \frac{ВОД_{25} + НОД_{25}}{2} = 16 + \frac{0,018 + 0}{2} = 16,009 \text{ мм}$$

Определяем

$$2 \cdot z_{D25}^c = z_{D25\min} + \frac{ТD_{25} + ТD_{14}}{2} = 0,642 + \frac{0,018 + 0,180}{2} = 0,741 \text{ мм}$$

и вычисляем

$$D_{14}^c = D_{25}^c - 2 \cdot z_{D25}^c = 16,009 - 0,741 = 15,268 \text{ мм}$$

В итоге имеем $D_{14} = 15,2^{+0,18}$ мм.

Рассчитываем фактические значения припусков $2 \cdot z_{Д22}$, $2 \cdot z_{Д23}$, $2 \cdot z_{Д24}$ и $2 \cdot z_{Д81}$.

$$2 \cdot z_{Д25} = D_{25} - D_{14} = 16^{+0,018} - 15,2^{+0,18} = 0,8^{+0,18}_{-0,18} \text{ мм}$$

На этом расчет диаметральных технологических размеров окончен.

1.7.2 Расчет продольных технологических размеров

Для расчета строится размерная схема технологического процесса изготовления распределителя кремowego в продольном направлении (рис. 5) и граф технологических размерных цепей (рис. 6), облегчающий их выявление. Технологические размерные цепи, формирующиеся при изготовлении распределителя кремowego, показаны на рис. 7.

Как видно из рис. 7, число составляющих звеньев в подавляющем большинстве технологических размеров не превышает двух, и поэтому их расчет будем вести методом максимума-минимума.

Перед началом расчета необходимо проанализировать технологические размерные цепи, замыкающими звеньями которых являются конструкторские размеры, и проверить возможность их обеспечения с требуемой точностью.

$$TK_1 = 0,35 > 0,25 = TA_{21}$$

$$TK_2 = 0,4 > 0,25 = TA_{22}$$

$$TK_3 = 0,62 > 0,25 = TA_{26}$$

$$TK_4 = 0,18 > 0,1 = TA_{27}$$

$$TK_5 = 0,43 > 0,25 = TA_{21}$$

$$TK_6 = 0,35 = 0,25 = TA_{25}$$

$$TK_7 = 0,43 > 0,25 = TA_{2.11}$$

$$TK_8 = 0,52 > 0,25 = TA_{31}$$

Для фасок $TK_9 \dots TK_{14} = 0,4 > 0,25$

Таким образом, убеждаемся, что спроектированный технологический процесс будет обеспечивать требуемую точность всех конструкторских размеров.

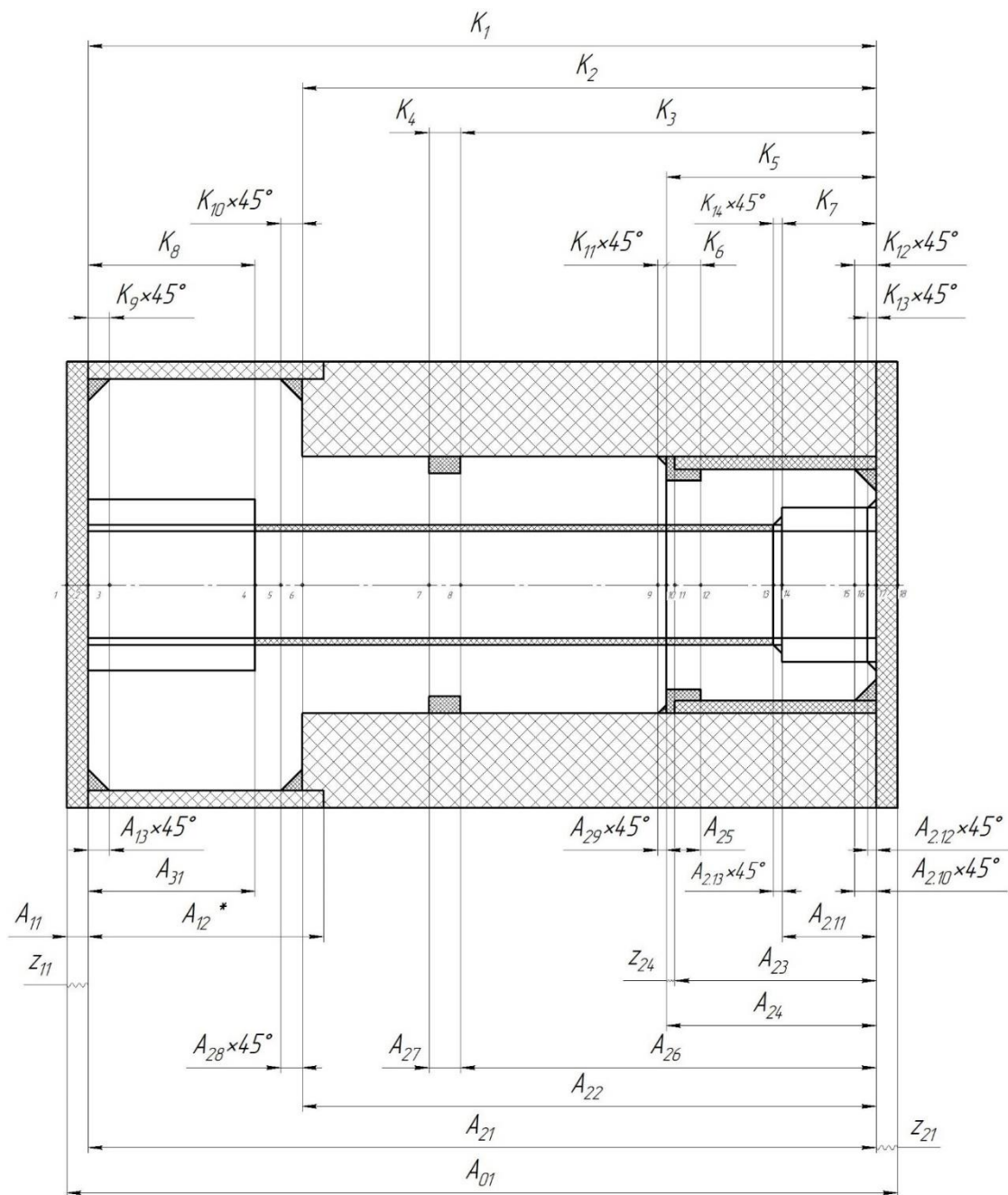


Рис. 1.4. Размерная схема технологического процесса изготовления распределителя кремowego (продольное направление)

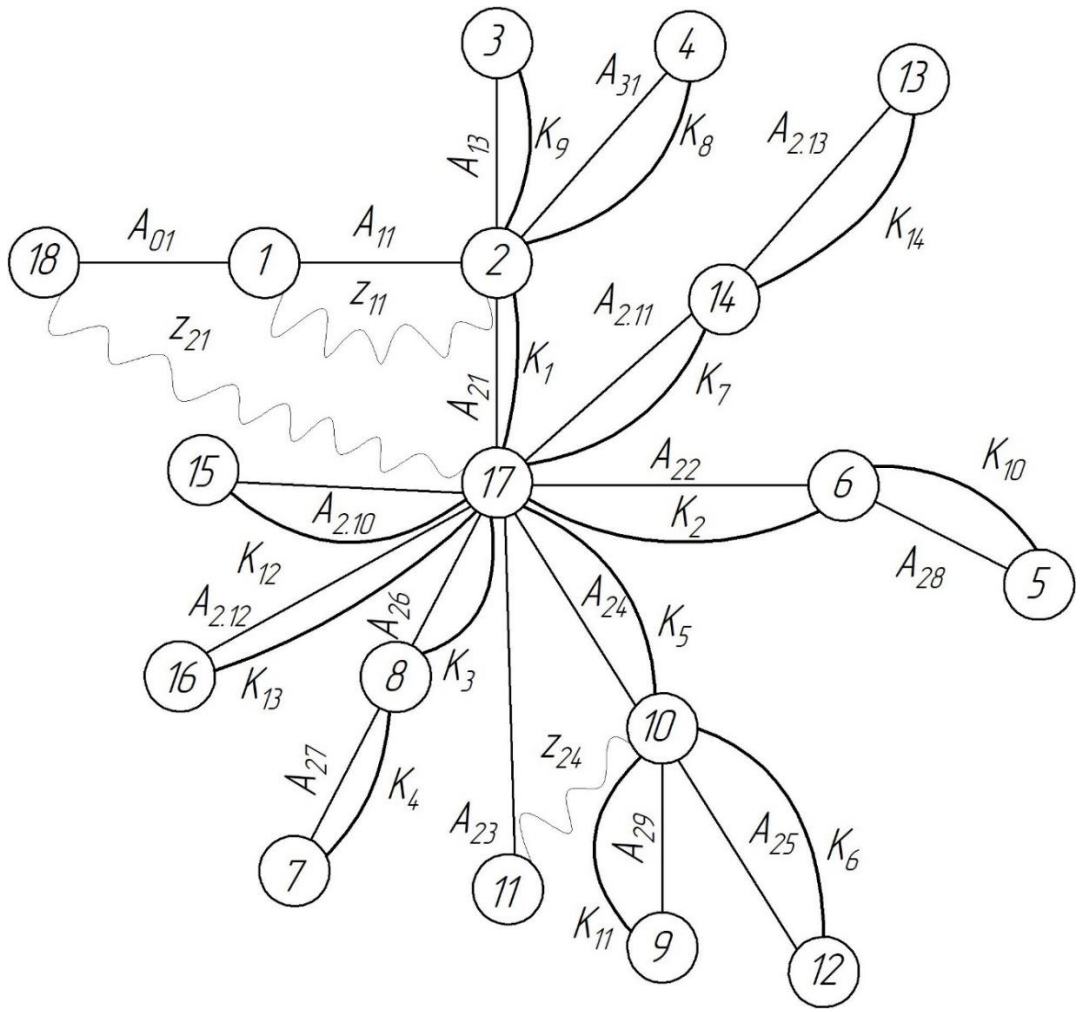


Рис. 1.5. Граф технологических размерных цепей

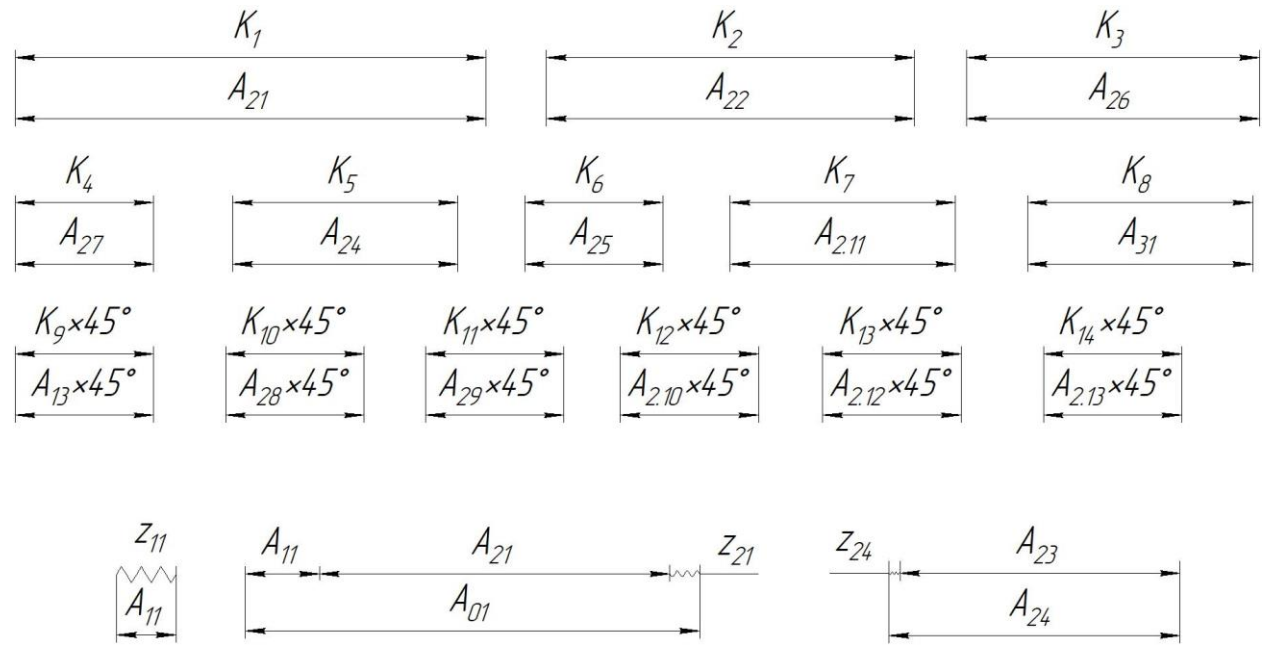


Рис. 1.6. Технологические размерные цепи, формирующиеся при изготовлении распределителя кремowego (продольное направление)

Далее нужно рассмотреть двухзвенные размерные цепи (рис. 7). Из этих цепей имеем

$$\begin{aligned}
 A_{21} &= K_1 = 93_{-0,35} \text{ мм}; \\
 A_{22} &= K_2 = 67 \pm 0,2 \text{ мм}; \\
 A_{26} &= K_3 = 42,5 \pm 0,2 \text{ мм}; \\
 A_{27} &= K_4 = 3,7^{+0,18} \text{ мм}; \\
 A_{24} &= K_5 = 18 \pm 0,215 \text{ мм}; \\
 A_{25} &= K_6 = 3 \pm 0,125 \text{ мм}; \\
 A_{2.11} &= K_7 = 11 \pm 0,215 \text{ мм}; \\
 A_{31} &= K_8 = 22 \pm 0,26 \text{ мм}; \\
 A_{13 \times 45^\circ} &= K_9 = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\
 A_{28 \times 45^\circ} &= K_{10} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\
 A_{29 \times 45^\circ} &= K_{11} = 1 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\
 A_{2.10 \times 45^\circ} &= K_{12} = 1,25 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\
 A_{2.12 \times 45^\circ} &= K_{13} = 0,5 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\
 A_{2.13 \times 45^\circ} &= K_{14} = 0,5 \pm 0,2 \times 45^\circ \text{ мм}; \\
 A_{11} &= z_{11} = 0,378 \pm 0,125 \text{ мм};
 \end{aligned}$$

Далее найдем технологический размер A_{23} . Для этого подсчитываем

$$A_{24}^c = A_{24} + \frac{ВОД_{24} + НОД_{24}}{2} = 18 + \frac{0,215 - 0,215}{2} = 18 \text{ мм}$$

Определяем

$$z_{24}^c = z_{Д24\text{min}} + \frac{ТА_{24} + ТА_{23}}{2} = 0,378 + \frac{0,43 + 0,25}{2} = 0,718 \text{ мм}$$

и вычисляем

$$A_{23}^c = A_{24}^c - z_{24}^c = 18 + 0,718 = 17,282 \text{ мм}$$

В итоге имеем $A_{23} = 17,3_{-0,25} \text{ мм}$.

Рассчитываем фактические значения припуска z_{24} .

$$z_{24\text{ф}} = A_{24} - A_{23} = 18 \pm 0,215 - 17,3_{-0,25} = 0,8^{+0,215}_{-0,465} \text{ мм}$$

Далее найдем технологический размер A_{01} . Для этого определяем

$$z_{21}^c = z_{21\min} + \frac{TA_{11} + TA_{21} + TA_{01}}{2} = 0,378 + \frac{0,25 + 0,25 + 0,25}{2} = 0,753 \text{ мм}$$

и вычисляем

$$A_{01}^c = A_{11}^c + A_{21}^c + z_{11}^c = 0,378 + 91,825 + 0,753 = 92,733 \text{ мм}$$

В итоге имеем $A_{01} = 92,85_{-0,25}$ мм.

Рассчитываем фактические значения припусков z_{11} и z_{21} .

$$z_{21\phi} = A_{01} - A_{11} - A_{21} = 92,85_{-0,25} - 0,378 \pm 0,125 - 92_{-0,35} = 0,48^{+0,475}_{-0,375} \text{ мм}$$

На этом расчет продольных технологических размеров окончен.

Результаты расчета продольных технологических размеров заносим в операционную карту.

1.8 Расчёт 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.

Токарная операция 1

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – ВК8.

Переход 1 - точение торца

Глубина резания: $t = Z_{11}^c = 0,38$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=30$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

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

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = 0,8; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 2,7.$$

$$K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,944.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 0,38^{0,15} 1^{0,45}} 1,944 = 238,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 238,4}{3,14 \cdot 50} = 1518 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 2 - обтачивание поверхности

Глубина резания: $t = Z_{D11}^c = 1,38 \text{ мм}$

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 1,38^{0,15} 1^{0,45}} 1,944 = 203,7 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 203,7}{3,14 \cdot 48} = 1351 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 3 - выточка фаски

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

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 0,6 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 0,5^{0,15} 0,6^{0,45}} 1,944 = 297,9 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 297,9}{3,14 \cdot 100} = 949 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 4 - центровка отверстия

Глубина резания: $t = 4,25$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17

[4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 2^{0,15} 1^{0,45}} 1,944 = 166,6 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 166,6}{3,14 \cdot 8,5} = 6238 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n = 1500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Переход 5 - сверление отверстия

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 15,2/2 = 7,6$ мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,36$ мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:
 $C_v = 34,2$; $q = 0,45$; $y = 0,30$; $m = 0,20$.

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$$K_{MV} = 0,8; K_{LV} = 1; K_{IV} = 2,7.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 90$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{34,2 * 15,2^{0,45}}{90^{0,20} * 0,36^{0,30}} 2,16 = 12,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 12,7}{3,14 \cdot 15,2} = 266 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Токарная операция 2

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – BK8.

Переход 1 - точение торца

Глубина резания: $t = 0,344$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 238,4 \text{ м/мин}$$

$$n = 1500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 2 - обтачивание поверхности

Глубина резания: $t = 1$ мм

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 203,7 \text{ м/мин}$$

$$n = 1300 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 3 обтачивание поверхности

Глубина резания: $t = 1$ мм

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 203,7 \text{ м/мин}$$

$$n = 1300 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 4 и 5 - точение канавки

Глубина резания: $t = 0,3$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,4 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 3^{0,15} 0,4^{0,45}} 1,944 = 160 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 160}{3,14 \cdot 24,4} = 2122 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n = 1500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Переход 6, 7 и 8 - выточка фаски

Глубина резания: $t = 0,5$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 0,6 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 297,9 \text{ м/мин}$$

$$n = 949 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 9 нарезание резьбы

Глубина резания: $t = Z_{D11}^c = 1$ мм

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17

[4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 1^{0,15} 1^{0,45}} 1,944 = 203,7 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 203,7}{3,14 \cdot 27} = 2400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n=1500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Переход 10 расточка отверстия

Глубина резания: $t=0,4$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,4 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 0,4^{0,15} 0,4^{0,45}} 1,944 = 160 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 160}{3,14 \cdot 16} = 3183 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 11 расточка отверстия

Глубина резания: $t=0,1$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,4 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 1^{0,15} 0,4^{0,45}} 1,944 = 150 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 22} = 2170 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Сверлильная операция 4

Переход 1 - сверление отверстия

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 12/2 = 6$ мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,2$ мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=7,0$; $q=0,40$; $y=0,70$; $m=0,20$.

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV};$$

$K_{MV}=0,8$; $K_{IV} = 1$; $K_{IV} = 2,7$.

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 90$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 6^{0,40}}{90^{0,20} * 0,2^{0,70}} 2,16 = 43,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 43,5}{3,14 \cdot 6} = 2307 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Фрезерная операция 5

Переход 1 - фрезерование контура

Материал режущей части фрезы берем T15K6.

Характеристики фрезы: $D_{фр} = 20$ мм., $z = 6$, $B=26$ мм.

Глубину фрезерования и подачу на зуб выбираем из таблицы 77 [4, с. 404]:

$$t = 5 \text{ мм}, S_z = 0,05 \text{ мм.}$$

Скорость резания, м/мин., формула:

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

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 81 [4, с.410]:

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

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{ПV}$$

$$K_{MV}=0,8, K_{IV}=2,7, K_{ПV}=0,9.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{ПV} = 0,8 * 2,7 * 0,9 = 1,944$$

Стойкость фрезы определяем по таблице 82 [4, с. 411]: $T = 80$ мин.

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{234 * 20^{0,45}}{80^{0,37} * 5^{0,24} * 0,05^{0,26} * 26^{0,1} * 6^{0,13}} 1,944$$
$$= 293 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 293}{3,14 \cdot 20} = 1024 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Фрезерная операция 6

Переход 1 фрезерование паза

Материал режущей части фрезы берем Т15К6.

Характеристики фрезы: $D_{фр} = 9$ мм., $z = 6$, $B=26$ мм.

Глубину фрезерования и подачу на зуб выбираем из таблицы 77 [4, с. 404]:

$$t = 5 \text{ мм}, S_z = 0,05 \text{ мм.}$$

Скорость резания, м/мин., формула:

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

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 81 [4, с.410]:

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

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{PV}$$

$$K_{MV}=0,8, K_{IV}=2,7, K_{PV}=0,9.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{PV} = 0,8 * 2,7 * 0,9 = 1,944$$

Стойкость фрезы определяем по таблице 82 [4, с. 411]: $T = 80$ мин.

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v = \frac{234 * 9^{0,45}}{80^{0,37} * 5^{0,24} * 0,05^{0,26} * 26^{0,1} * 6^{0,13}} 1,944$$

$$= 136 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 136}{3,14 \cdot 9} = 980 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

1.9 Выбор средств технологического оснащения

Ленточнопильный станок Века-Мак BMSY 440 DGH. Основные данные:

Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 90 град), мм:	440
Параметры инструмента Ножовочное полотно	Межцетровое расстояние 450;500мм.
Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 45 град), мм:	410
Наибольший размер отрезаемой заготовки квадратного сечения(угол реза 90 град), мм	440
Наибольший размер отрезаемой заготовки прямоугольного сечения(угол реза 45 град), мм	410
Скорость ленточнопильного полотна, м/мин	20...100
Длина пильного полотна, мм	5200*34*1,1
Мощность привода главного движения, кВт	3,0
Мощность гидронасоса, кВт	0,55
Привод подачи СОЖ, кВт	0,12
Высота рабочей поверхности, мм	860
Габаритные размеры, мм	1870*1210*2800
Масса, кг	1640

Токарный станок с ЧПУ Модель: DMC DL 6G. Основные данные:

Макс. диаметр заготовки устанавливаемый над станиной, мм	Ø490
Макс. диаметр точения, мм	Ø170
Макс. длина точения, мм	240
Макс. диаметр обрабатываемого прутка, мм	Ø44
Частота вращения шпинделя, об/мин	6000
Присоединительный торец шпинделя, ASA	A2-5
Диаметр подшипников шпинделя (передний/задний), мм	Ø80/Ø80
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	Ø55
Макс. крутящий момент, кгс×м	11.3
Привод шпинделя	ременный
Размер патрона, мм	Ø150 (6'')
Перемещение по оси X, мм	420
Перемещение по оси Z, мм	250
Ускоренное перемещение по оси X, м/мин	30
Ускоренное перемещение по оси Z, м/мин	36
Тип направляющих	ласточкин хвост
Мощность двигателя шпинделя, кВт	11/15
Длина × ширина, мм	2050x1420
Высота, мм	1535
Вес, кг	2500

Фрезерный станок с ЧПУ. Модель: DMU 50. Основные данные:

Рабочая зона, ход по X/Y/Z, мм	500/450/400
Главный шпиндель	
Скорость вращения, об/мин	20-10000
Мощность привода, кВт (продолжительность включения 100%/40%)	9/13
Крутящий момент, Нм (продолжительность включения 40%)	83
Ускоренный ход	
Ускоренный ход по X/Y/Z, м/мин	24
Усилие подачи (X/Y/Z), кН	4,8
Неподвижный стол	
Рабочая зона, мм	700x500
Максимальная нагрузка на стол, кг	500
Устройство смены инструмента	
Количество мест в магазине	16
Масса инструмента, кг	6
Максимальная длина инструмента, мм	300

Максимальный диаметр инструмента, мм	80/130
Цепное устройство смены инструмента	
Количество мест в магазине	30/60
Максимальная длина инструмента, мм	300
Максимальный диаметр инструмента, мм	80/130
Масса инструмента, кг	6
Масса станка/ потребляемая мощность	
Масса, кг	4480
Мощность, кВт	21
Максимальный номинальный ток, А	31

Универсальный вертикально-сверлильный станок. Модель: 4С50.

Основные данные:

Диапазон сверления в стали, мм	3-50 (60)*
Диапазон нарезаемой резьбы	M3-M33
Размер рабочей поверхности подъёмного стола, мм	500x500
Количество Т-образных пазов	3
Ширина Т-образного паза	18H12
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	750
Подъём стола, мм	300
Расстояние от оси шпинделя до колоны, мм	300
Конус шпинделя	Морзе 4 (5)*
Перемещение пиноли шпинделя, мм	250
Количество частот вращения шпинделя	12 (15)*
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	0-2000
Крутящий момент, не более, Нм	400
Осевое усилие на шпинделе, не более, Н	15000
Количество механических подач пиноли шпинделя	9
Диапазон механических подач, мм/об	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6
Мощность двигателя главного движения, кВт	4
Установочное перемещение сверлильной головки, мм.	170
Наибольшая масса заготовки, кг	600
Наибольшая высота заготовки, мм	600
Масса станка, кг (с упаковкой)	1500
Масса станка, кг (без упаковки)	1200
Габаритные размеры, мм (с упаковкой)	1350x1100x2560
Габаритные размеры, мм (без упаковки)	870x1110x2500

1.10 Расчет основного времени

Основное время, мин, определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{Li}{nS},$$

где L - расчётная длина обработки, мм; i - число рабочих ходов; n - частота вращения шпинделя, об/мин; S - подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{BP} + l_{ПЕР} + l_{CX} + l_{ПД},$$

где l - размер детали на данном переходе, мм; l_B - величина врезания инструмента, мм; l_{CX} - величина схода инструмента, мм; $l_{ПД}$ - величина подвода инструмента, мм. Принимаем: $l_{CX} = l_{ПД} = 1$ мм.

Величина врезания (перебега) резца:

$$l_{BP} = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi},$$

где t - глубина резания, мм; φ - угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = \frac{\left[l + 2 \left(\frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} \right) + l_{CX} + l_{ПЕР} \right] \cdot i}{n \cdot S}$$

Основное время для заготовительной операции:

$$t_0 = \frac{(50 + (1,5 / \operatorname{tg} 30^\circ) + 1 + 1) \cdot 1}{60 \cdot 5} = 0,18 \text{ мин}$$

Основное время для первой токарной операции:

Переход 1 (рис. 1.7, а):

$$t_0 = \frac{(50 + (0,4 / \operatorname{tg} 45^\circ) + 1 + 1) \cdot 1}{1500 \cdot 0,05} = 0,95 \text{ мин}$$

Переход 2 (рис. 1.7, б):

$$t_0 = \frac{(26 + (1 / \operatorname{tg} 45^\circ) + 1 + 1) \cdot 1}{1300 \cdot 0,05} = 0,45 \text{ мин}$$

Переход 3 (рис. 1.7, в):

$$t_0 = \frac{(1 + (1 / \operatorname{tg} 45^\circ) + 1 + 1) \cdot 1}{1500 \cdot 0,05} = 0,053 \text{ мин}$$

Переход 4 (рис. 1.7, г):

$$t_0 = \frac{(9 + 2/\operatorname{tg}60^\circ + 1 + 0) \cdot 1}{400 \cdot 0,05} = 0,56 \text{ мин}$$

Переход 5 (рис. 1.7, д):

$$t_0 = \frac{(93 + 7,6/\operatorname{tg}60^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{250 \cdot 0,05} = 7,95 \text{ мин}$$

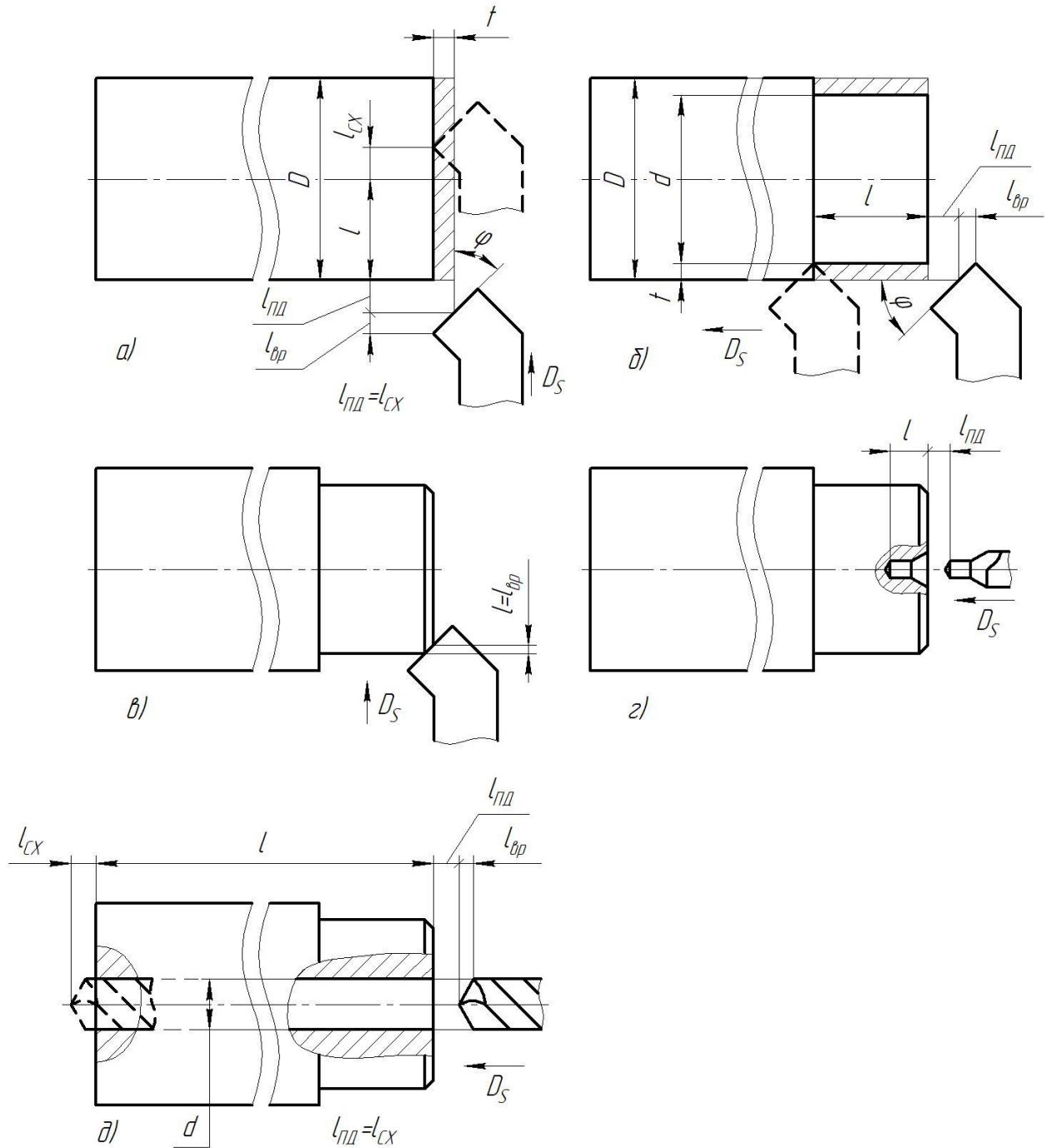


Рис. 1.7. Эскизы к определению основного времени для первой токарной операции: а) – для перехода 1; б) – для перехода 2; в) – для перехода 3; г) – для перехода 4, д) – для перехода 5

Основное время для второй токарной операции:

Переход 1 (рис. 1.8, а):

$$t_0 = \frac{(50 + (0,4/\operatorname{tg}45^\circ) + 1 + 1) \cdot 1}{1500 \cdot 0,05} = 0,95 \text{ мин}$$

Переход 2 (рис. 1.8, б):

$$t_0 = \frac{(67 + 0 + 1 + 0) \cdot 5}{1300 \cdot 0,05} = 5,23 \text{ мин}$$

Переход 3 (рис. 1.8, в):

$$t_0 = \frac{(17,3 + 0 + 1 + 0) \cdot 1}{1300 \cdot 0,05} = 0,28 \text{ мин}$$

Переход 4 (рис. 1.8, г):

$$t_0 = \frac{(2,5 + 0 + 1 + 0) \cdot 1}{1500 \cdot 0,05} = 0,05 \text{ мин}$$

Переход 5 (рис. 1.8, г):

$$t_0 = \frac{(2,8 + 0 + 1 + 0) \cdot 1}{1500 \cdot 0,05} = 0,05 \text{ мин}$$

Переход 6 (рис. 1.8, д):

$$t_0 = \frac{(1 + 1/\operatorname{tg}45^\circ + 1 + 1) \cdot 3}{1500 \cdot 0,05} = 0,159 \text{ мин}$$

Переход 7 (рис. 1.8, е):

$$t_0 = \frac{(18 + 0 + 1 + 1) \cdot 10}{1500 \cdot 1} = 0,1 \text{ мин}$$

Переход 8 (рис. 1.8, ж):

$$t_0 = \frac{(92 + 0 + 1 + 1) \cdot 1}{3000 \cdot 0,05} = 0,63 \text{ мин}$$

Переход 9 (рис. 1.8, и):

$$t_0 = \frac{(11 + 0 + 1 + 1) \cdot 3}{2000 \cdot 0,05} = 0,39 \text{ мин}$$

Переход 10 (рис. 1.8, к):

$$t_0 = \frac{(0,5 + 1/\operatorname{tg}45^\circ + 1 + 1) \cdot 2}{1000 \cdot 0,05} = 0,14 \text{ мин}$$

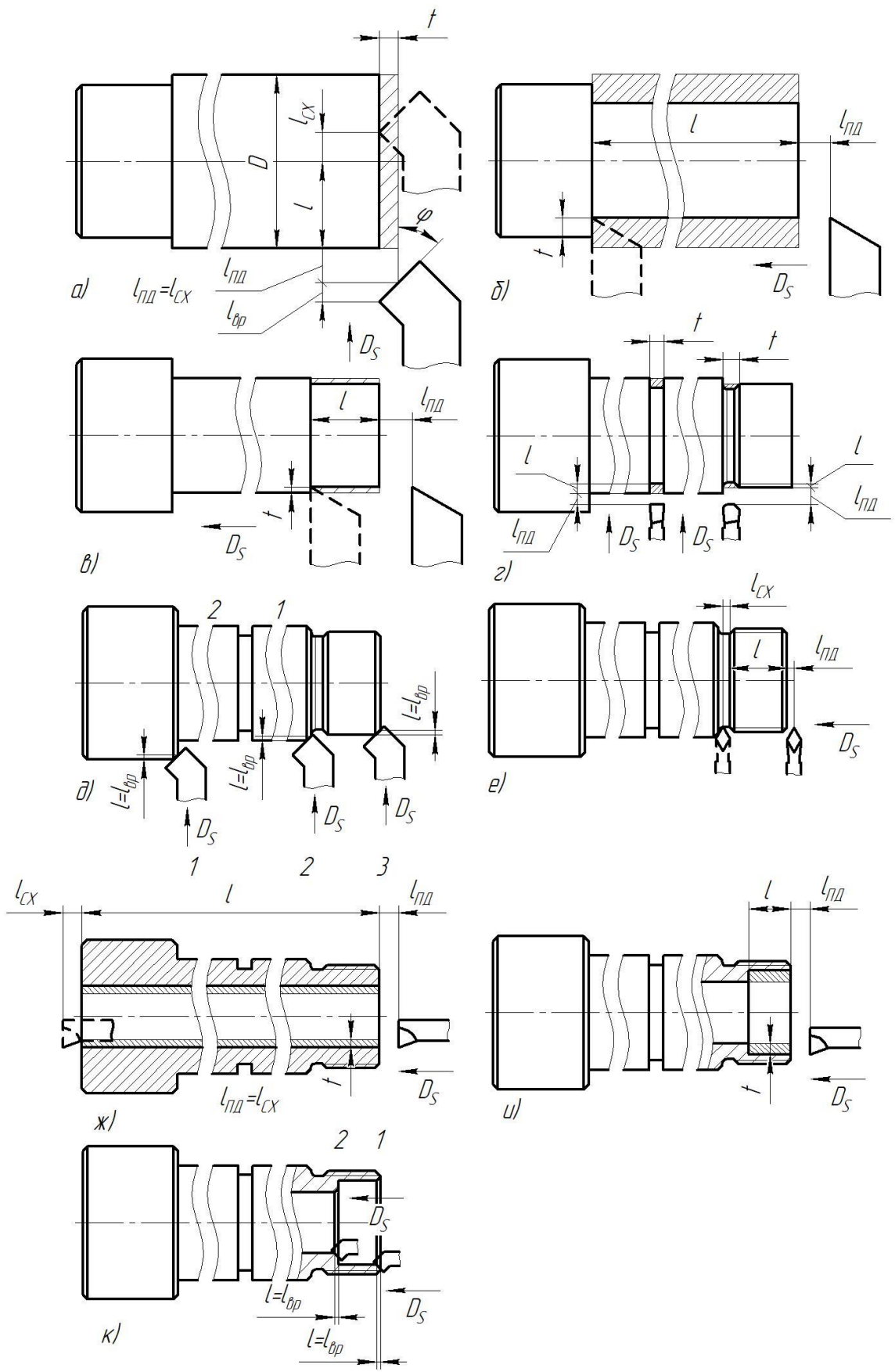


Рис. 1.8. Эскизы к определению основного времени для второй токарной операции: а) – для перехода 1; б) – для перехода 2; в) – для переходов 3; г) – для перехода 4 и 5; д) – для перехода 6; е) – для перехода 7; ж) – для перехода 8; и) – для перехода 9; к) – для перехода 10

Основное время для третьей токарной операции:

Переход 1 (рис. 1.9, а):

$$t_0 = \frac{(22 + 0 + 1 + 1) \cdot 2}{2000 \cdot 0,05} = 0,48 \text{ мин}$$

Переход 2 (рис. 1.9, б):

$$t_0 = \frac{(4,2 + 0 + 1 + 1) \cdot 1}{1000 \cdot 0,05} = 0,12 \text{ мин}$$

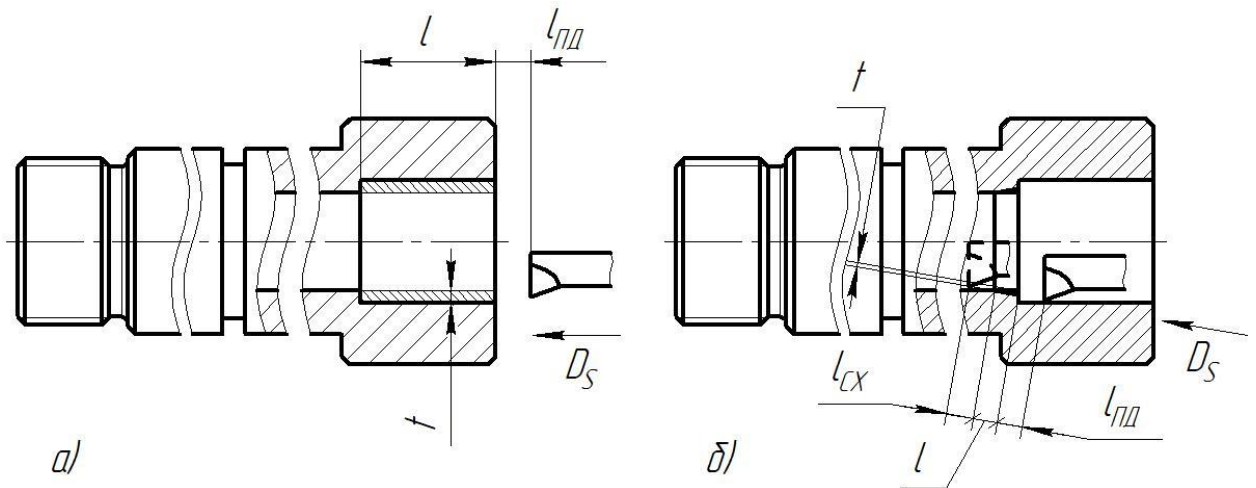


Рис. 1.9. Эскизы к определению основного времени для второй токарной операции: а) – для перехода 1; б) – для перехода 2

Основное время для сверлильной и фрезерных операций (4, 5, 6, и 7):

Операция 4 (рис. 1.10, а):

$$t_0 = \frac{(7 + \frac{6}{\text{tg}60^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{750 \cdot 0,2} = 0,08 \text{ мин}$$

Операция 5 (рис. 1.10, б):

$$t_0 = \frac{(26,6 + 2 + 2 + 2)}{0,05 \cdot 1025} \times 4 = 2,54 \text{ мин}$$

Операция 6 (рис. 1.10, в):

$$t_0 = \frac{(10 + 0 + 2 + 2) \cdot 5}{1000 \cdot 0,05} \times 4 = 5,6 \text{ мин}$$

Операция 7 (рис. 1.10, г):

$$t_0 = \frac{(40 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{1000 \cdot 0,05} \times 2 = 1,76 \text{ мин}$$

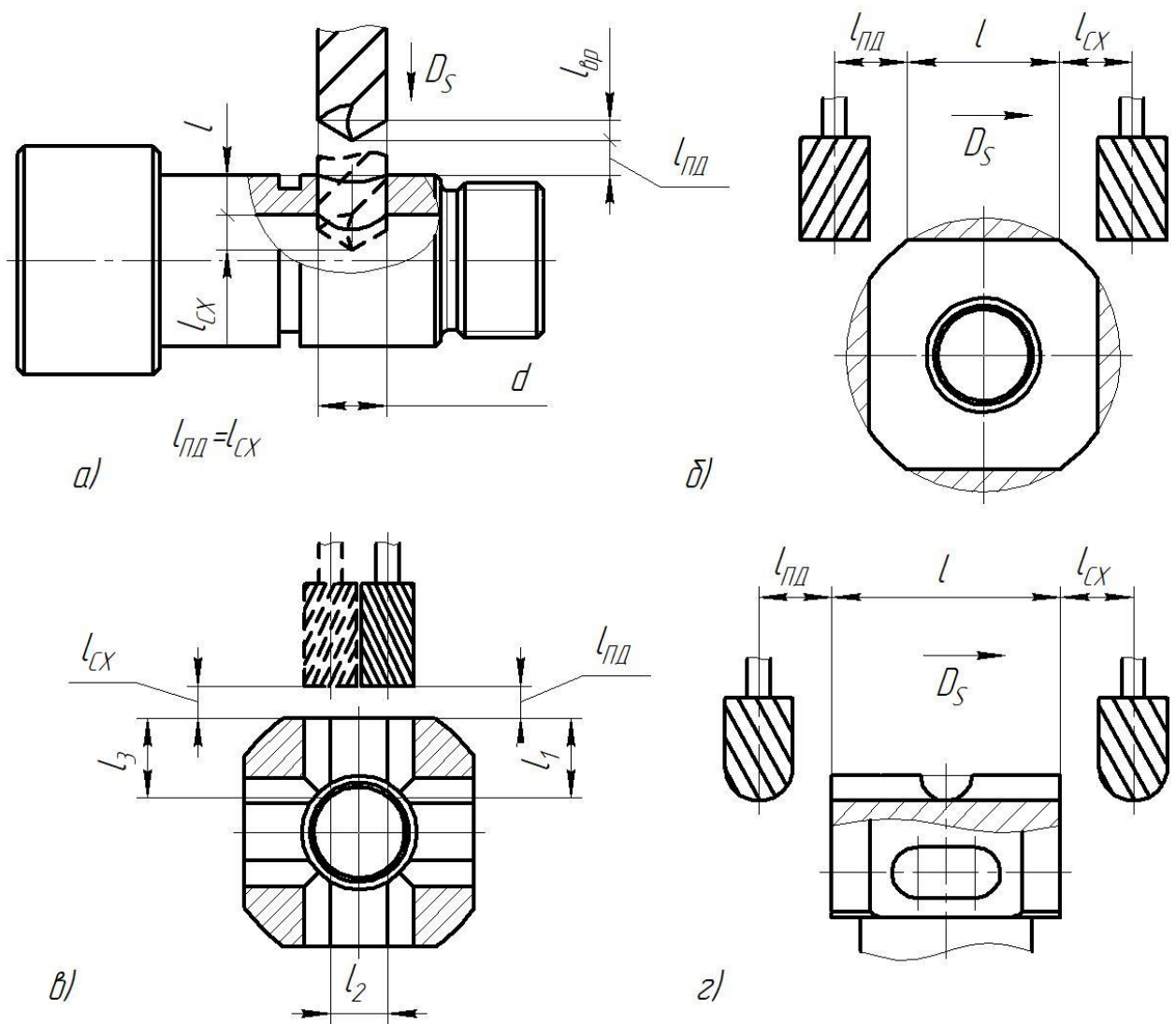


Рис. 1.10. Эскизы к определению основного времени для фрезерных операций: а) – для операции 4; б) – для операции 5; в) – для операции 6; г) – для операции 7

**Основное время для сверлильных и резбонарезной операции
(Операции 8,9 и 10):**

Операция 8 (рис. 1.11, а):

$$t_0 = \frac{(25 + \frac{2,8}{\operatorname{tg}60^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{1030 \cdot 0,2} = 0,30 \text{ мин}$$

Операция 9, переход 1 (рис. 1.11, б):

$$t_0 = \frac{(20 + \frac{2,1}{\operatorname{tg}60^\circ} + 0 + 1)}{0,2 \cdot 1030} \times 2 = 0,22 \text{ мин}$$

Операция 9, переход 2 (рис. 1.11, в):

$$t_0 = \frac{(0,8 + 0 + 2 + 2) \cdot 2}{750 \cdot 0,05} = 0,012 \text{ мин}$$

Операция 10 (рис. 1.11, г):

$$t_o = t_o = \frac{L}{nP} (t + 0,5) = \frac{15 \times 4}{450 \times 0,8} (2 + 0,5) = 0,42 \text{ мин.}$$

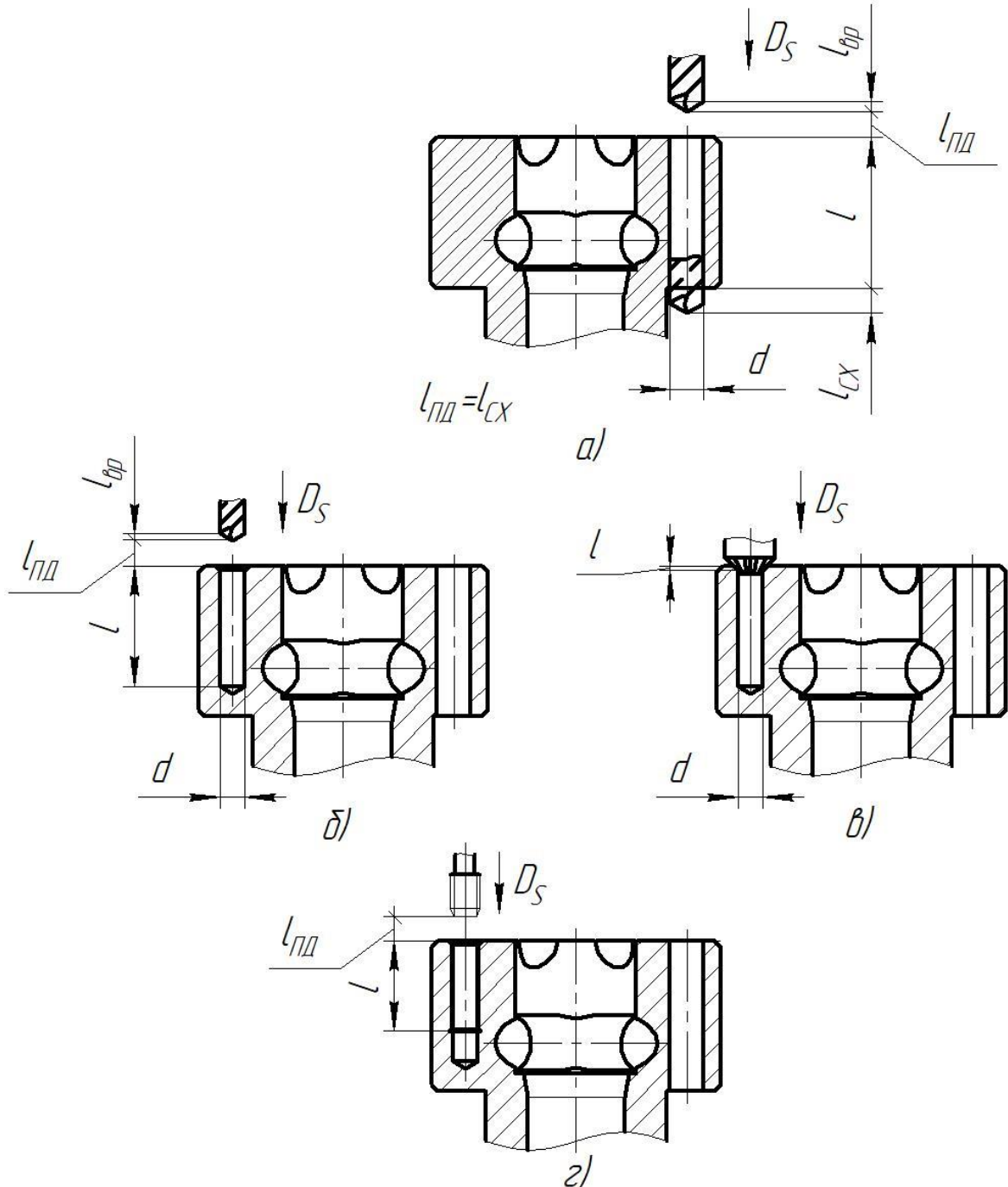


Рис. 1.11. Эскизы к определению основного времени для фрезерных операций: а) – для операции 8 б) – для операции 9; в) – для операции 9; г) – для операции 10

1.11 Определение норм вспомогательного времени для каждой операции

Для определения норм вспомогательного времени воспользуемся имеющимися рекомендациями [Общемашиностроительные нормативы].

Вспомогательное время для заготовительной операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, время на перемещение частей станка, а также время на измерение детали.

Вспомогательное время:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}.$$

Токарная операция 005:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= (t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}})K = (0,55 + 0,2 + 0 + 0,18) * 1,15 \\ &= 1,07 \text{ мин.} \end{aligned}$$

При установке с выверкой отливок, имеющих необработанную установочную поверхность, время умножаем на коэффициент $K=1,15$.

Помимо рассмотренных в первой операции составляющих, в следующие операции в величину норм времени войдет так же время на смену инструмента во время операции.

Токарная операция 1:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,1 + 0,1 * 2 = 1,55 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Токарная операция 2:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 6 = 2,03 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Токарная операция 3:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,6 + 0,1 * 2 = 1,15 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Сверлильная операция 4:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,45 + 0,1 + 0,2 + 0,15 + 0,1 = 1,0 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Фрезерная операция 5:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,37 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 * 4 = 2,93 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Фрезерная операция 6:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,37 + 0,6 + 1,03 + 0,22 + 0,1 * 3 = 2,54 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Фрезерная операция 7:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,37 + 0,6 + 0,75 + 0,22 + 0,1 * 3 = 2,26 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Сверлильная операция 8:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,45 + 0,4 + 0,5 + 0,47 + 0,1 = 1,94 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Сверлильная операция 9:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,45 + 0,4 + 0,5 + 0,48 + 0,1 = 1,93 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Резьбонарезная операция 10:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,45 + 0,4 + 0,4 + 0,3 + 0,1 = 1,65 \text{ мин.} \end{aligned}$$

1.12 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

$$t_{\text{шт.к.}} = t_{\text{шт.}} + \frac{t_{\text{пз}}}{N},$$

где $t_{\text{шт}}$ - штучное время, мин;

$t_{\text{пз}}$ - подготовительно заключительное время, мин;

N - число деталей в партии, шт.

В свою очередь штучное время определим:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}} + t_{\text{оо}} + t_{\text{то}} + t_{\text{пер}},$$

где $t_{\text{оо}}$ - время на организационное обслуживание, мин;

$t_{\text{то}}$ - время на техническое обслуживание, мин;

$t_{\text{пер}}$ - время перерывов, мин.

Время на организационное обслуживание расходуется на пуск и опробывание станков в начале смены, уборку и смазку станков в конце смены.

Под временем на техническое обслуживание понимается в первую очередь на подналадку станка и смену затупившегося инструмента, а также на уборку стружки.

Время перерывов расходуется на отдых и личные надобности.

Оперативное время рассчитывают по формуле:

$$t_{\text{оп}} = \sum t_o + t_{\text{всп}}$$

Найдем оперативное время для каждой операции:

$$t_{\text{оп}}^1 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 9,963 + 1,55 = 10,513 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^2 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 6,949 + 2,03 = 8,979 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^3 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,6 + 1,15 = 1,75 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^4 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,08 + 1,0 = 1,08 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^5 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 2,54 + 2,93 = 5,47 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^6 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 5,6 + 2,54 = 8,14 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^7 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 1,67 + 2,26 = 3,93 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^8 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,3 + 1,94 = 2,24 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^9 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,23 + 1,93 = 2,16 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^{10} = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,42 + 1,65 = 2,07 \text{ мин.}$$

Время перерывов, организационного и технического обслуживания обычно принимается в процентном отношении к оперативному времени. Для среднесерийного производства эта величина составляет 3..5% [нормирование к диплому].

В таком случае формула расчета штучного времени принимает вид:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{оп}} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}},$$

здесь α - процент времени на техническое обслуживание;

β - процент времени на организационное обслуживание;

γ - процент времени перерывов.

Принимаем время перерывов: $\gamma = 4\%$, время на организационное и техническое обслуживание $\alpha + \beta = 8\%$.

Тогда штучное время по формуле определим как:

$$t_{шт.}^1 = t_{оп}^1 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^1 = 10,513 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 10,513 = 11,77 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^2 = t_{оп}^2 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^2 = 8,979 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 8,979 = 10,06 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^3 = t_{оп}^3 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^3 = 1,75 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,75 = 1,96 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^4 = t_{оп}^4 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^4 = 1,08 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,08 = 1,21 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.}^5 = t_{оп}^5 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^5 = 5,47 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 5,47 = 6,13 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^6 = t_{оп}^6 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^6 = 8,14 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 8,14 = 9,12 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^7 = t_{оп}^7 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^7 = 3,93 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 3,93 = 4,4 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^8 = t_{оп}^8 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^8 = 2,24 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,24 = 2,51 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^9 = t_{оп}^9 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^9 = 2,16 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,16 = 2,42 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^9 = t_{оп}^{10} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{10} = 2,07 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,07 = 2,32 \text{ мин};$$

Величину подготовительно-заключительного времени для каждой операции определяем на основании рекомендаций:

$$t_{пз}^1 = 17 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^2 = 23 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^3 = 15 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^4 = 11 \text{ мин.}$$

$$t_{пз}^5 = 14 \text{ мин.}$$

$$t_{пз}^6 = 15 \text{ мин.}$$

$$t_{пз}^7 = 9 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^8 = 6 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^9 = 6 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^{10} = 5 \text{ мин.}$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени по формуле определим как:

$$t_{\text{шт.к.}}^1 = t_{\text{шт.}}^1 + \frac{t_{\text{пз}}^1}{N} = 11,77 + \frac{17}{1000} = 11,79 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^2 = t_{\text{шт.}}^2 + \frac{t_{\text{пз}}^2}{N} = 10,06 + \frac{23}{1000} = 10,08 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^3 = t_{\text{шт.}}^3 + \frac{t_{\text{пз}}^3}{N} = 1,96 + \frac{15}{1000} = 1,98 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^4 = t_{\text{шт.}}^4 + \frac{t_{\text{пз}}^4}{N} = 1,21 + \frac{11}{1000} = 1,22 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^5 = t_{\text{шт.}}^5 + \frac{t_{\text{пз}}^5}{N} = 6,13 + \frac{14}{1000} = 6,14 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^6 = t_{\text{шт.}}^6 + \frac{t_{\text{пз}}^6}{N} = 9,12 + \frac{15}{1000} = 9,13 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^7 = t_{\text{шт.}}^7 + \frac{t_{\text{пз}}^7}{N} = 4,4 + \frac{9}{1000} = 4,41 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^8 = t_{\text{шт.}}^8 + \frac{t_{\text{пз}}^8}{N} = 2,51 + \frac{6}{1000} = 2,52 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^9 = t_{\text{шт.}}^9 + \frac{t_{\text{пз}}^9}{N} = 2,42 + \frac{6}{1000} = 2,43 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^{10} = t_{\text{шт.}}^{10} + \frac{t_{\text{пз}}^{10}}{N} = 2,32 + \frac{5}{1000} = 2,33 \text{ мин.}$$

2. Конструкторская часть

В данном разделе работы рассматривается приспособление для сверлильной операции, определены силы закрепления и произведен расчет функциональных узлов приспособления. Произведен анализ технологичности и собираемости узла, разработана технология его сборки вместе со схемой сборки.

2.1 Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана сверлильная операция.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице

Таблица 2.1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «Распределитель кремовой»
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Распределителя кремовой».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Распределителя кремовой» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – мелкосерийный <u>Программа выпуска</u> - 1000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели 4С50
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.

2.2 Принцип работы приспособления, компоновка

Для 4-й операции технологического процесса изготовления детали «Распределитель кремовой» была разработана самоцентрирующая оснастка, предназначенная для установки заготовок при обработке на сверлильном станке. Зажим обрабатываемых заготовок осуществляется самоцентрирующими губками, усилие зажима которым передается динамометрическим ключом в руках оператора.

Приспособление позволяет устанавливать заготовки на станке без выверки, что нивелирует стоимость дорогостоящей и трудоемкой операции на станке с ЧПУ, обеспечивает возможность получения высокой точности размеров и повышает качество обработки за счет устранения погрешности установки. Приспособление позволяет повысить производительность труда за счет сокращения времени на установку и закрепление детали, или совмещения основного и вспомогательного времени.

Принцип действия данного приспособления основан на встречном движении зажимных призм.

Компоновка приспособления представлена на рисунке 13.

Нижняя призма 1 устанавливается на стол 8 универсального сверлильного станка модели 4С50 и центрируется при помощи запрессованного в неё штифта 4 в центральном отверстии стола станка с небольшим зазором, обеспечивая совпадение оси получаемого в детали отверстия с осью сверла станка. Закрепление детали осуществляется при помощи верхней призмы 2, в которую запрессована твердосплавная втулка 3, продлевающая рабочий ресурс верхней призмы (проще говоря, втулка уменьшает износ направляющего сверла отверстия верхней призмы). Закрепление производится при помощи стандартных болтов 5 (4 шт.), чьи головки устанавливаются в Т-образные пазы стола станка, гаек 6 (4 шт.) и шайб 7 (4 шт.). Точность встречного движения зажимных призм обеспечивается точностью посадки между выступающей цилиндрической частью нижней призмы и выточкой - в верхней, а также - наклонной рабочей поверхностью

призм при взаимодействии с деталью. В осевом направлении деталь ориентируется вручную, упором в боковую поверхности призм.

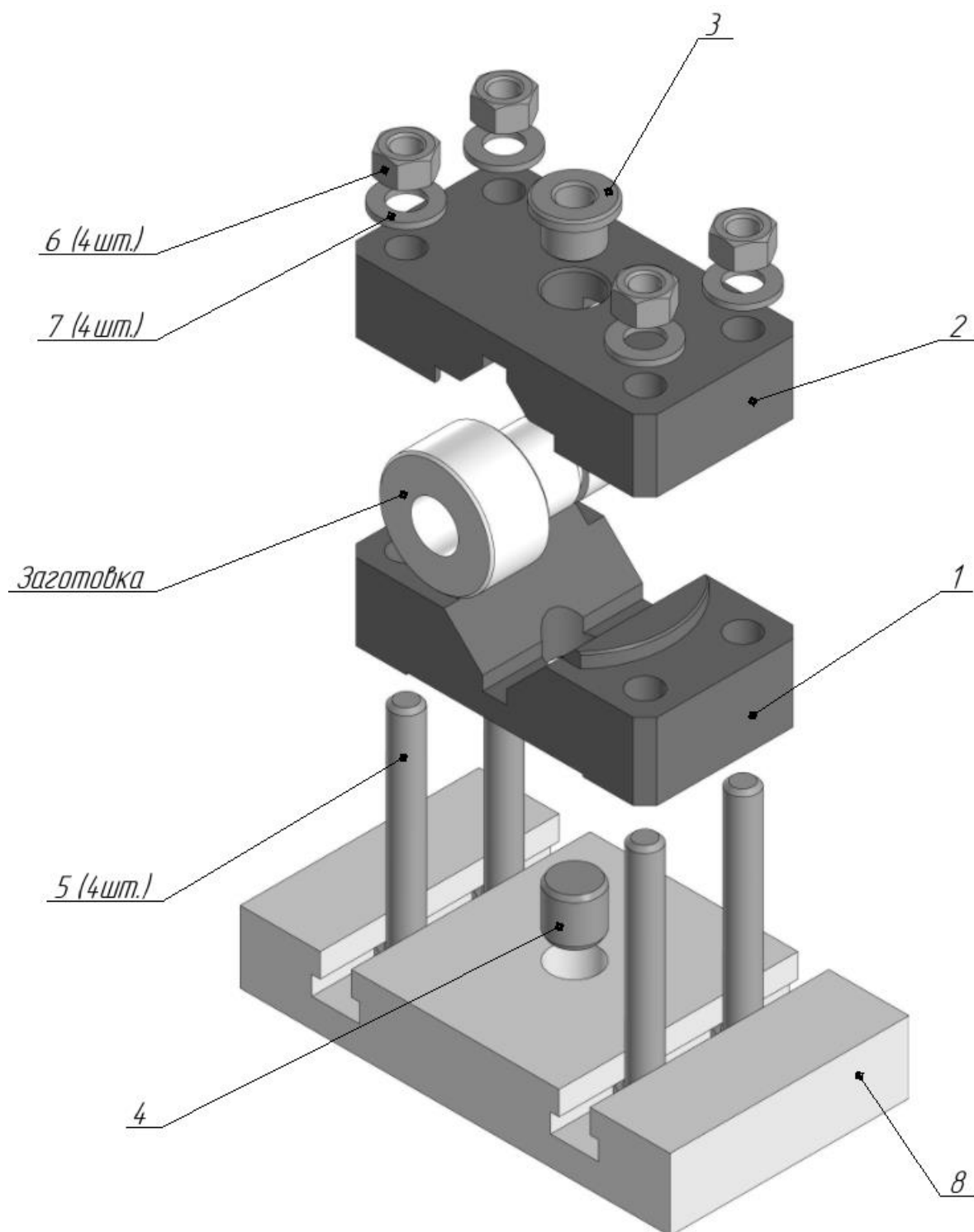


Рис. 2.1. Компоновка приспособления.

2.3 Расчета и определение сил закрепления

Станочное приспособление должно обеспечивать надежное закрепление заготовки, исключая ее вибрацию и смещение. Сила закрепления заготовки должна соответствовать силе резания и не позволять заготовке смещаться под ее действием. Сила закрепления заготовки определяется из определения из условия равновесия сил резания, трения и зажима. При расчете приспособления необходимо определить усилие закрепления гаек.

Момент сил резания при сверлении отверстия диаметром 12 мм равен:

$$M = 915 \text{ Н м}$$

Находим силу закрепления заготовки:

$$P_z = K \times M_{кр} \times f_{тр} \times \frac{D_{заг}}{2};$$

где K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку;

$M_{кр}$ – момент сил резания при сверлении; $M_{кр}=310\text{Нм}$;

$f_{тр}$ – коэффициент в местах контакта заготовки с зажимным механизмом ($f_{тр}=0,2$);

$D_{заг}$ – диаметр заготовки, мм ($D_{заг}= 65 \text{ мм}$);

$$K = K^0 * K^1 * K^2 * K^3 * K^4 * K^5 * K^6;$$

где K^0 – гарантированный коэффициент запаса ($K^0 = 1,5$);

K^1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовок ($K^1 = 1,2$);

K^2 – коэффициент учитывающий увеличение сил реакции вследствие затупления режущего инструмента ($K^2 = 1,2$);

K^3 – коэффициент учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании ($K^3 = 1,2$);

K^4 – коэффициент, характеризующий постоянства силы, развиваемый зажимным механизмом ($K^4 = 1,0$);

K^5 – коэффициент характеризующий эргономику не механизированного зажимного механизма ($K^5 = 1,0$);

Коэффициент K^6 – не учитывают;

$$K = 1,5 * 1,2 * 1,2 * 1,2 * 1,0 * 1,0 = 2,6.$$

Сила закрепления заготовки равна:

$$P^3 = 2,6 * 310 * 0,2 * 65/2 = 5236 \text{ Н.}$$

2.4 Расчет приспособления на точность.

Проводим расчет отклонений выполняемого размера.

Погрешность установки E_y есть отклонения фактически достигнутого положения заготовки при установке в станочное приспособление от требуемого. E_y возникает вследствие не совмещения измерительных и технологических баз, неоднородности качества поверхностей заготовок, неточности изготовления и износа опор станочного приспособления, нестабильности сил закрепления и др. E_y вычисляют по погрешностям: базирования E_b , закрепления и положения $E_{пр}$.

$$E_y = \sqrt{E_b^2 + E_z^2 + E_{пр}^2},$$

Определяем погрешность установки E_y заготовок в тисках.

Погрешность базирования E_b есть отклонение фактически достигнутого положения заготовки при базировании от требуемого. Величина E_b зависит от принятой схемы базирования и точности выполнения без заготовок.

Погрешность базирования следует определить исходя из пространственной схемы расположения заготовки. Базирование осуществляется наружной цилиндрической поверхностью в самоцентрирующие призмы, что позволяет принять $E_b = 0$;

Погрешность закрепления E_z – это разность между наибольшей и наименьшей величинами проекций смещения измерительной базы по направлению выполняемого размера в результате приложения к заготовке силы закрепления. Выдерживаемые размеры перпендикулярны к

направлению силы закрепления P_3 , $\lambda = 90^\circ$ следовательно $\text{Cos}90^\circ = 0$, значит $E_3 = 0$, погрешность закрепления отсутствует.

Погрешность приспособления $E_{\text{пр}}$ заготовки возникает в результате погрешностей изготовления приспособления, погрешностей установки и фиксации приспособления на станке и износа опор приспособления. Погрешность приспособления E_y зависит в основном от точности изготовления деталей приспособления. Для деталей малой и средней точности, а так же для среднесерийного производства можем принять $E_{\text{пр}} = 0$, т.к. возникающие погрешность изготовления приспособления можно компенсировать наладкой станка.

2.5 Расчет экономической эффективности.

Расчет основывается на сопоставлении затрат на приспособление и получаемой экономии. Условие эффективности приспособления:

$$\Delta_n \geq P,$$

где Δ_n – годовая экономия (без учета годовых затрат на приспособление), руб;

P – годовые затраты на приспособление, руб.

Годовая экономия может быть определена следующим образом:

$$\Delta_n = (T_{\text{шт}} + T_{\text{шт}}^{\text{пр}}) * \frac{(l_m + C_{\text{ч.з.}}) * N}{60},$$

где $T_{\text{шт}}$ – штучное время до применения приспособления, мин;

$T_{\text{шт}}^{\text{пр}}$ – штучное время в результате применения приспособления, мин;

$l_m = 160,6$ – часовая тарифная ставка рабочего;

$C_{\text{ч.з.}}$ – часовые затраты на эксплуатацию рабочего места, Р/час:

$$C_{\text{ч.з.}} = C_{\text{ч.з.}}^{\text{б.у.}} * K_m,$$

где $C_{\text{ч.з.}}^{\text{б.у.}} = 143,9$ Р/час - часовые затраты в базовом устройстве;

$K_m = 1,1$ – машинный коэффициент;

N – годовая программа выпуска, шт.

Часовые затраты, Р/час:

$$C_{ч.з.} = 143,9 * 1,1 = 158,29$$

Годовая экономия, руб:

$$\mathcal{E}_n = (1,425 + 1,179) * \frac{(160,6 + 158,29) * 4500}{60} = 62279,22$$

Годовые затраты на приспособление, руб:

$$P = S_{np} * (A + B),$$

где S_{np} – себестоимость приспособления, принимается укрупненно в зависимости от группы сложности приспособления (3 группа сложности), $S_{np} = 16200$ руб.;

$A = 0,5$ – коэффициент амортизации при окупаемости 2 года;

$B = 0,1$ – коэффициент, учитывающий ремонт и хранение приспособления.

Тогда годовые затраты на приспособление, руб:

$$P = 16200 * (0,5 + 0,1) = 9720$$

Экономический эффект применения приспособления, руб:

$$\Delta_n = \mathcal{E}_n - P,$$

$$\Delta_n = 62279,22 - 9720 = 52559,22$$

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Матыскину Денису Игоревичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Отделение машиностроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР: «Разработка технологии изготовления распределителя кремового»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Бюджет проекта не более – 300000 руб. В реализации проекта задействованы два человека: руководитель, инженер
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Районный коэффициент 1,3; Накладные расходы 10%; Минимальный размер оплаты труда – 13890 руб.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды – 30.2%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Описание потенциальных потребителей; Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ.
2. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Планирование работ; Разработка диаграммы Ганта; Формирование бюджета затрат.
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Оценка сравнительной эффективности исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности НТИ
2. Матрица SWOT
3. График проведения НТИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Клемашева Елена Игоревна	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Матыскин Денис Игоревич		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель раздела - комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на разработку технологического процесса, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершен комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

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

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Так как в данном случае потребители относятся к коммерческой категории, то критерием сегментирования является размер предприятия.

		Вид работ	
		Разработка технологического процесса	Изготовление детали
Размер компании	Крупные		
	Средние		
	Мелкие		

Рисунок 3.1. Карта сегментирования рынка услуг по коррозионной защите трубопроводов:



Как видно из рисунка 3.1, наиболее перспективной компанией является компания 1, так как она задействована во всех сегментах рынка.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единиц);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{k1}	B_{k2}	K_{ϕ}	K_{k1}	K_{k2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Производительность	0,2	5	3	2	1	0,6	0,4
2.Срок службы	0,4	5	3	4	2	1,2	1,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Конкурентоспособность продукта	0,08	4	4	2	0,32	0,32	0,16
2.Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	5	0,06	0,08	0,1
3. Цена	0,05	2	3	4	0,1	0,15	0,2
4.Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

5. Послепродажное обслуживание	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
6. Финансирование научной разработки	0,06	4	4	2	0,24	0,24	0,21
7. Срок выхода на рынок	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
8. Наличие сертификации разработки	0,06	4	5	5	0,24	0,3	0,3
Итого	1	40	37	36	4,51	3,37	3,49

Б_ф – Продукт исследовательской работы;

Б_{к1} – Продукт компании «АО ТЭМЗ имени В.В. Вахрушева»;

Б_{к2} – «Сибирский машиностроительный завод»;

Таким образом, на основании таблицы 9 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс может составить серьезную конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям. Главными преимуществами данной разработки является довольно высокая производительность и срок службы при относительно низкой цене.

3.1.3. SWOT – анализ

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно исследовательский проект будет реализовываться.

В первом этапе обычно описываются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

В таблице 3.2 описаны сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут проявиться в его внешней среде. Результаты первого этапа SWOT – анализа:

Таблица 3.2 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-технологического решения: С1.Высокое качество получаемой продукции С2.Широкая область применения С3.Более низкая стоимость производства С4.Квалифицированный персонал С5.Актуальность проекта	Слабые стороны технологического решения: Сл1.Требуется два источника питания Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3.Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1.Регулирование производительности В2.Получение качественных деталей В3.Повышение стоимости конкурентных работ В4.Уменьшение экологического ущерба; В5.Дистанционное регулирование параметров.		
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны руководства		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 3.2 и таблицах 3.3.

Таблица 3.3 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	-	-	+	-
	В2	-	-	+	+	+
	В3	0	-	+	+	+
	В4	+	-	0	+	+
	В5	+	-	+	+	+

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	-	-	-
	В2	-	-	+
	В3	+	-	+
	В4	+	+	+

	B5	-	-	-
--	----	---	---	---

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

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	+
	У2	-	-	+
	У3	-	+	+

В таблице 3.4 представлена итоговая матрица SWOT–анализа.

Таблица 3.4 – Итоговый SWOT анализ

	<p>Сильные стороны научно-технологического решения: С1. Высокое качество получаемой продукции С2. Широкая область применения С3. Более низкая стоимость производства С4. Квалифицированный персонал С5. Актуальность проекта</p>	<p>Слабые стороны технологического решения: Сл1. Требуется два источника питания Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца</p>
<p>Возможности: В1. Регулирование производительности В2. Получение качественных деталей В3. Повышение стоимости конкурентных разработок В4. Уменьшение экологического ущерба; В5. Дистанционное регулирование параметров.</p>	<p>В результате получения высокого качества продукции, возможно, регулирования производительности.</p>	<p>Отсутствие квалифицированного персонала влияет на получение качественных сварных соединений.</p>
<p>Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>	<p>Когда продукция имеет широкую область применения, спрос на новые технологии производства отсутствует.</p>	<p>Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца влияет на появление новых технологий изготовления детали.</p>

Результаты, полученные в ходе SWOT-анализа учитываются при разработке структуры и проектирования работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

3.2 Планирование научно–исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 3.5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор темы исследования	1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер
	2	Выбор алгоритма исследований	Руководитель
	3	Подбор и изучение литературы по теме	Инженер
Разработка технического задания	4	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретического анализа существующих технических решений	Инженер
	6	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Инженер
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Инженер
Оформление отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Инженер

3.2.2 Определение трудоемкости выполняемых работ

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{min_i} + 2 \cdot t_{max_i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

t_{min_i} – минимальная возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предложении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни;

t_{max_i} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предложении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность i -ой работы, раб. дн.;

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

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на i -ом этапе, чел.

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

В рамках планирования работ необходимо составить графическое представление графика выполнения работы. Для выполнения подойдет диаграмма Ганта, которая является наиболее наглядной формой представления. Диаграмма Ганта является ленточным графиком, отражающим всю необходимую информацию по каждому этапу работ, например, дата начала этапа, временную протяжённость его выполнения, исполнителя работ. В связи с тем, что в диаграмме Ганта используются календарные дни, то

необходимо перевести длительность каждого из этапов работы в календарные дни. Формула перевода:

Для расчета длительности работ в календарных днях, используется формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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

T_{pi} – продолжительность i -ой работы, раб. дней;

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

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

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

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

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

Округлим до целого числа количество календарных дней по каждой работе T_{ki} и сведем рассчитанные значения в одну таблицу (таблица 4.8).

В качестве примера расчета рассмотрим руководителя (6 дневная рабочая неделя) – составление и утверждение технического задания:

$$t_{\text{ож}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}_i} + 2 \cdot t_{\text{max}_i}}{6} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{6} = 1,16 \approx 2 \text{ чел} - \text{дней}$$

$$T_p = \frac{t_{\text{ож}}}{\text{ч}} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня}$$

В 2022 году – $T_{\text{кал}} = 365$ дней, $T_{\text{вых}} = 118$ дней,

Подставим численные значения в формулу:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

$$T_k = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 2 \cdot 1,22 = 2,44 \approx 3 \text{ дня}$$

Инженер (5 дневная рабочая неделя) – подбор и изучение материалов:

$$t_{\text{ож}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}_i} + 2 \cdot t_{\text{max}_i}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 2 \text{ чел} - \text{дней}$$

$$T_p = \frac{t_{\text{ож}}}{\text{ч}} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня}$$

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

$$T_k = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 2 \cdot 1,48 = 2,96 \approx 3 \text{ дня}$$

Расчитанные значения в календарных днях по каждой работе, округляют до целого числа и заносят в таблицу.

Таблица 3.6 – Временные показатели проведения научной разработки

Названия работ	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min_i} , чел-дни		t_{max_i} , чел-дни		$t_{ож_i}$, чел-дни					
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Составление и утверждение технического задания	1		2		2		2		3	
Подбор и изучение материалов по теме		5		8		7		7		11
Проведение исследования технических стандартов		3		4		4		4		6
Выбор направления исследований	3		5		4		4		5	
Календарное планирование работ по теме		4		9		6		6		9
Описание и анализ предметной области		4		8		6		6		9
Проектирование программного модуля		2		4		8		8		12
Программная реализация		5		8		7		7		11
Тестирование программного обеспечения		3		6		5		5		8
Сопоставление результатов экспериментов	2		3		3			5		8
Технико-экономические расчеты		3		7		5		5		8
Вопросы безопасности и экологичности проекта		3		7		5	3		4	
Оценка эффективности полученных результатов		1		3		2		2		3
Итого дней (руководитель)									12	
Итого дней (инженер)									85	
Итого дней (проект)									97	

Основываясь на данных из таблицы 3.7, составим календарный план- график, рисунок 2. Разобьем график по неделям (7 дней).

№	Название задачи	Начало	Окончание	Длительность	фев 2022		мар 2022			апр 2022				май 2022			
					18.02	25.02	1.03	8.03	15.03	18.03	29.03	6.04	13.02	20.04	27.04	3.05	10.05
1	Составление и утверждение технического задания	16.02.2022	18.02.2022	3д	■												
2	Подбор и изучение материалов по теме	19.02.2022	29.02.2022	11д	■	■											
3	Проведение исследования технических стандартов	30.02.2022	04.03.2022	6д		■											
4	Выбор направления исследований	05.03.2022	09.03.2022	5д			■										
5	Календарное планирование работ по теме	10.03.2022	18.03.2022	9д			■	■									
6	Описание и анализ предметной области	19.03.2022	27.03.2022	9д				■	■								
7	Проектирование программного модуля	28.03.2022	09.04.2022	12д					■	■							
8	Программная реализация	10.04.2022	20.04.2022	11д						■	■						
9	Тестирование программного обеспечения	21.04.2022	28.04.2022	8д							■	■					
10	Сопоставление результатов экспериментов	29.04.2022	05.05.2022	8д								■	■				
11	Технико-экономические расчеты	06.05.2022	13.05.2022	8д									■	■			
12	Вопросы безопасности и экологичности проекта	14.05.2022	16.05.2022	4д												■	
13	Оценка эффективности полученных результатов	17.05.2022	19.05.2022	3д													■

Рисунок 3.2. Диаграмма Ганта

■ – руководитель, ■ – инженер

3.3 Бюджет научно–технической разработки

3.3.1 Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат НИИ включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Теоретическую разработку проекта, а также моделирование детали распределить кремний требует определенного программного обеспечения: MS Office, КОМПАС-3D. Большинство программ предоставляется студентам ТПУ с помощью удаленного доступа, некоторые программы предоставляют студентам свободный доступ. В материальные затраты включаются транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) в пределах от 5% до 20% от общей цены материалов. Расчёт материальных затрат приведён в табл. 3.8.

Таблица 3.8 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Принтер	5500	1	5500
Картридж	450	1	450
Электроэнергия	3,6	51	183.6
Итого			6133,6
Итого с учётом ТЗР (15%)			7053,64

3.3.2 Расчет амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 5 месяцев. Для моделирования и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 60000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет.

Норма амортизации N_A рассчитывается как [20]:

$$N_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%$$

где T – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 2 годам, тогда норма амортизации N_A :

$$N_A = \frac{1}{2} \cdot 100\% = 50\%$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{\text{год}} = 60000 \cdot 0,3333 = 20000 \text{ руб}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{\text{мес}} = \frac{20000}{12} = 1666,67 \text{ руб}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1666,67 \cdot 5 = 8333,34 \text{ руб}$$

3.3.3 Расчет заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды

Оклад научного руководителя (в должности доцента) составляет 38560 рублей. Оклад студента (инженера) принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации, т.е. ассистента и составляет 18600 рублей. В 2022 году с учётом 56-дневного отпуска 247 рабочих дня. Среднее количество рабочих дней в месяце составит 21 день. Среднедневная заработная плата для руководителя составит 1836,2 рублей в день, для консультанта и инженера – 885,7 рублей в день.

Заработная плата включает в себя основную и дополнительную части. При этом основная заработная плата рассчитывается по формуле:

Заработная плата включает в себя основную и дополнительную части.

При этом основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{осн}} = ЗП_{\text{дн}} \cdot T_{\text{рд}} \cdot (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \cdot K_{\text{р}}$$

где $ЗП_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_{\text{рд}}$ – трудоёмкость выполнения работы в рабочих днях;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент премирования;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент доплат;

$K_{\text{р}}$ – районный коэффициент.

Результаты расчёта основной заработной платы приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$ЗП_{\text{дн}}$	$K_{\text{пр}}$	$K_{\text{д}}$	$K_{\text{р}}$	$T_{\text{рд}}$	$ЗП_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	1836,2	0,3	0,2	1,3	10	38805,9
Инженер	885,7	0,3	0,2	1,3	80	138169,2
Итого						176975,1

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{доп}} = ЗП_{\text{осн}} \cdot 0,12$$

где $ЗП_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Отчисления во внебюджетные фонды в соответствии с Налоговым кодексом РФ рассчитываются по формуле:

$$ЗП_{внеб} = (ЗП_{осн} + ЗП_{доп}) \cdot 0,302$$

где $ЗП_{осн}$ – основная заработная плата, руб;

$ЗП_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.

Результаты расчётов приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Расчёт дополнительной заработной платы и отчислений

Исполнители	$ЗП_{доп}$	$ЗП_{внеб}$
Руководитель	4656,708	13125,71
Инженер	16580,304	46734,35
Итого	21237,01	59860,06

Накладные расходы принимаются в размере 10% от величины всех остальных расходов.

3.3.4 Расчет бюджета проекта

Рассчитанные в пунктах 3.3.1-3.3.3 расходы сведены в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Суммарные расходы

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	7053,64	2,386
Амортизационные отчисления	8333,34	2,818
Основная заработная плата	176975,1	59,853
Дополнительная заработная плата	16580,30	5,607
Страховые взносы	59860,06	20,245
Накладные расходы	26880,24	9,091
Итого	295682,68	100

В ходе подсчёта затрат на разработку проекта выявлено, что основная часть (59,85%) средств расходуется на заработную плату.

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

Эффективность разработки сравнивается аналогичными системами:

1. Использование ленточнопильного станка марки ЛПС8542 производства компании «АО ТЭМЗ имени В.В. Вахрушева», стоимостью 399100 руб.;

2. Использование станка STALEX X5032A компании «Сибирский машиностроительный завод», стоимостью 401400 руб.

Эффективность разработки определяется путём расчёта интегрального финансового показателя:

$$I_{\text{фин}}^i = \frac{\Phi_i}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{фин}}^i$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_i – стоимость i -ого варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения проекта (зависит от сложности АСУ).

$$I_{\text{фин}} = \frac{295682,68}{401400} = 0,737$$

$$I_{\text{фин}}^1 = \frac{399100}{401400} = 0,994$$

$$I_{\text{фин}}^2 = \frac{401400}{401400} = 1$$

Сравнительная оценка ресурсоэффективности рассматриваемых аналогов приведена в табл. 3.12.

Таблица 3.12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Ресурсоэффективность		
		B_{ϕ}	B_{k1}	B_{k2}	K_{ϕ}	K_{k1}	K_{k2}
1. Производительность	0,2	5	3	2	1	0,6	0,4
2. Срок службы	0,4	5	3	4	2	1,2	1,6
3. Конкурентоспособность продукта	0,08	4	4	2	0,32	0,32	0,16
4. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	5	0,06	0,08	0,1
5. Цена	0,05	2	3	4	0,1	0,15	0,2
6. Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16
7. Послепродажное обслуживание	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
8. Финансирование научной разработки	0,06	4	4	2	0,24	0,24	0,21
9. Срок выхода на рынок	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
10. Наличие сертификации разработки	0,06	4	5	5	0,24	0,3	0,3
Итого	1	40	37	36	4,51	3,37	3,49

Интегральный показатель эффективности разработки I^i вычисляется на основании рассчитанных выше интегрального финансового показателя $I_{\text{фин}}^i$ и показателя ресурсоэффективности I_p^i (табл. 4.14):

$$I^i = \frac{I_p^i}{I_{\text{фин}}^i}$$

Для разрабатываемой системы:

$$I = \frac{4,51}{0,737} = 6,12$$

Для рассматриваемых аналогов:

$$I^1 = \frac{3,37}{0,994} = 3,39$$

$$I^2 = \frac{3,49}{1} = 3,49$$

Сравнительная эффективность разрабатываемой системы и рассматриваемых аналогов рассчитывается как:

$$\mathcal{E} = \frac{I}{I^i}$$

Сравнительная эффективность разрабатываемой системы с аналогами приведена в табл. 3.13.

Таблица 3.13 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог №1	Аналог №2
1	Интегральный финансовый показатель, $I_{фин}$	0,737	0,994	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности, I_p	4,51	3,37	3,49
3	Интегральный показатель эффективности, I	6,12	3,39	3,49
4	Сравнительная эффективность разработки к аналогам, \mathcal{E}		1,81	1,75

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показало, что разрабатываемая технология изготовления детали уступает аналогам №1 и №2 по интегральному финансовому показателю, однако превосходит его по интегральному показателю ресурсоэффективности за счёт меньшей стоимости разработки.

Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В данном разделе оценены экономические аспекты исследуемой технологии изготовления детали «распределитель кремовый»:

1. Выявлены потенциальные потребители результатов исследования. Разработка может быть применена на машиностроительных предприятиях.

2. Проведён анализ конкурентных технических решений. Выявлено два конкурента: компания «АО ТЭМЗ имени В.В. Вахрушева» и «Сибирский машиностроительный завод». Разрабатываемая система на текущем этапе уступает конкурентам по цене и сроку выхода на рынок, однако выигрывает за счёт надежности технологии и производительности технологии.

3. В ходе SWOT-анализа основными угрозами обозначены: появление новых технологий, отсутствие спроса на новые технологии производства, несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства. Возможные пути снижения влияния выявленных угроз представлены в таблице 4.5.

4. Подсчёт затрат на разработку позволяет заключить, что основной статьёй расходов в научно-исследовательской работе является заработная плата исполнителей: 176975,1 руб. (59,85%). На втором месте страховые взносы: 59860,06 руб. (20,25%). Затем идут накладные расходы – 26880,24 руб. (9,09%). Меньше всего средств уходит на материальные затраты – 7053,64 руб. (2,39%). Общий бюджет разработки составил 295682,68 руб. При этом запланированная продолжительность работы составляет 114 дней.

5. В подразделе 3.3.5 оценена экономическая эффективность разработки. Разрабатываемая технология уступает аналогу №1 по интегральному финансовому показателю в виду меньшего удобства эксплуатации на данном этапе, однако по сравнительному показателю эффективности разработка превосходит аналогичные системы за счёт меньшей стоимости. Экономия достигается за счёт использования производительных технологий по сравнению с технологиями сравниваемых компаний.

В целом, эффективность исследуемой технологии изготовления детали «распределитель кремный» в каждом конкретном случае можно оценить исходя из вероятных затрат на восстановление работоспособности объекта при ошибке работника или оператора системы автоматического управления (зачастую стоимость промышленных систем составляет сотни тысяч, а иногда и миллионы рублей).

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Матыскину Денису Игоревичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Отделение машиностроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР: «Разработка технологии изготовления распределителя кремowego»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации 	<p style="text-align: right;"><i>Объект исследования: <u>деталь</u></i> <i>«Распределитель кремовой»</i></p> <p style="text-align: right;"><i>Область применения <u>машиностроительное предприятие.</u></i></p> <p style="text-align: right;"><i>Рабочая зона: <u>производственное помещение.</u></i> <i>Размеры помещения <u>130x50x5 м</u></i> <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны <u>станки универсальные 5 шт., станки с ЧПУ – 10 шт.</u></i></p> <p style="text-align: right;"><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне <u>разработка и изготовление детали «Распределитель кремовой» на станке.</u></i></p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. - СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». - ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022).
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов; – Обоснование мероприятий по снижению воздействия 	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Отклонение показателей микроклимата - Превышение уровня шума - Недостаточная освещенность рабочей зоны - Повышенный уровень вибрации (локальная) <p>Опасные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим. <p>Требуемые средства коллективной защиты от выявленных факторов: нормализация освещения рабочих мест, защита от повышенного уровня шума за счет установки звукоизолирующих кожухов на оборудование Индивидуальные средства защиты: перчатки, защитные очки, наушники.</p>

<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</p>	<p><i>Воздействие на литосферу: <u>бытовые отходы. Отходы I, IV-V класса опасности.</u></i></p> <p><i>Воздействие на гидросферу: <u>сброс промышленной воды.</u></i></p> <p><i>Воздействие на атмосферу: <u>выбросы дымовых газов.</u></i></p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</p>	<p>Возможные ЧС: <u>разрушение зданий и сооружений производственного назначения, аварии в системах жизнеобеспечения</u></p> <p>Наиболее типичная ЧС <u>может быть пожар в здании</u></p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Матыскин Денис Игоревич		

4. Социальная ответственность

В ходе выполнения дипломной работы было произведено проектирование технологического процесса изготовления детали «Распределитель кремовой».

Целью раздела является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи на производстве, и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

При выполнении данной работы рабочей зоной является: помещение цеха, где расположены токарные и фрезерные станки.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно системе "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.11.2020) [1], особенности трудового законодательства для работников в этом проекте:

Рабочее место, которое соответствует всем необходимым требованиям охраны труда;

Режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели (пятидневная с двумя выходными днями), продолжительность ежедневной работы (смены), в том числе неполного рабочего дня (смены), время начала и окончания работы, время перерывов в работе, которые устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права;

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;

Отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

Обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

Профессиональную переподготовку за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда;

Внеочередной медицинский осмотр (обследование) в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра (обследования).

4.2 Производственная безопасность

В таблице 1 приведены опасные и вредные факторы, возникновение которых возможно в рамках данного дипломного проекта [5].

Таблица 1 - Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте у станка

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Отклонение показателей микроклимата	СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
Повышенный уровень вибрации	
Недостаточная освещенность рабочей зоны	
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	
Превышение уровня шума	
Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим	

4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

4.3.1 Отклонение показателей микроклимата

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [2].

Согласно нормативному документу СанПиН 1.2.3685-21. устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха.

Период Года	Категория работ	Температура, °С		Относительная Влажность, %		Скорость движения, м/с	
		Оптим.	Допустим.	Оптим.	Допустим.	Оптим.	Допустим.
Холодный	Средней тяжести, IIБ	18-20	17-23	40-60	Не более 75	Не более 0,2	Не более 0,3
Теплый		21-23	18-27	40-60	Не более 55 при 28 °С 60 при 27 °С 65 при 26 °С 70 при 25 °С 75 при 24 °С	Не более 0,3	0,2-0,4

Для создания благоприятных условий проводятся такие мероприятия, как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период и отопление в холодный период.

4.3.2 Повышенный уровень вибрации

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение тех или иных поверхностей, простейшим примером которых является синусоидальное колебание.

К источникам вибрации в помещении цеха относятся токарные и фрезерные станки.

Воздействие вибрации на человека вызывает нарушения физиологического и функционального состояния организма человека. Как следствие, это приводит к понижению производительности и возникновению вибрационной болезни.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96, токарный и фрезерный станок производит общую вибрацию 3 категории типа В. К данной категории относятся технологические вибрации, воздействующие на человека на рабочих местах стационарных машин или передающиеся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

В таблице 3 представлены допустимые значения вибраций для рабочих мест 3 категории.

Таблица 3 – Предельно допустимые вибрации

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X, Y, Z							
	виброускорения				виброскорости			
	м/с ²		дБ		10 ⁻² , м/с ²		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
1,6	0,0130		82		0,130		88	
2,0	0,0110	0,02	81	86	0,089	0,180	85	91
2,5	0,0100		80		0,063		82	
4,0	0,0079	0,014	78	83	0,032	0,063	76	82
5,0	0,0079		78		0,025		74	
8,0	0,0079	0,014	78	83	0,016	0,032	70	76
10,0	0,0100		80		0,016		70	

16,0	0,0160	0,028	84	89	0,016	0,028	70	75
20,0	0,0200		86		0,016		70	
40,0	0,0400		92		0,016		70	
63,0	0,0790	0,110	96	101	0,016	0,028	70	75
80,0	0,0630		98		0,016		70	

К организационным мероприятиям относится ограничение времени воздействия вибрации на человека из-за особенностей установки, используемые магнетающие устройства работают только в период проведения эксперимента, вибрация в данном случае является не постоянной и прерывистой.

К техническим мерам защиты относятся: снижение вибрации в источнике возникновения точной балансировкой вращающихся частей и изменением резонансной частоты системы при плановых ремонтах оборудования, виброизоляция – применение резиновых виброизоляторов при монтаже оборудования.

К средствам индивидуальной защиты от вибрации относятся: 1. Защитные перчатки 2. Рукавицы 3. Обувь с амортизирующей подошвой.

4.3.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Расчет освещенности рабочего места проводится посредством выбора системы освещения и определения достаточного количества светильников, а также их размещения. В СП 2.4.3648-20 [12] изложены основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей.

Нормы освещённости на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Нормы освещённости на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещенность, лк.		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
						всего	В том числе от общего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
кой точно	0,30	III	б	средний	средний	1000	200	300

Наиболее часто в искусственном освещении применяется два вида электрических источников света: лампы накаливания и люминесцентные лампы.

Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков.

4.3.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Источниками электрического тока являются токарные и фрезерные станки с ЧПУ. Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В. Проходя через организм человека, электрический ток производит термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Термическое воздействие тока проявляется в ожогах тела, нагреве и повреждении кровеносных сосудов, нервов, мозга и других органов и систем, что вызывает их серьезные функциональные расстройства. Электролитическое воздействие тока проявляется в разложении

крови и других жидкостей в организме, вызывая тем самым значительные нарушения физико-химических составов, а также ткани в целом. Биологическое воздействие тока выражается главным образом в нарушении биоэлектрических процессов, свойственных живой материи, с которыми связана ее жизнеспособность [3].

Для предотвращения поражений электрическим током нужно применять предохранительные устройства: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока.

4.3.5 Повышенный уровень шума

При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму [5].

Для снижения значений до допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ:

1. Средства коллективной защиты (шторы, маты, шумоизоляционные боксы для оборудования и звукоизолирующие кабины для персонала).
2. Средства индивидуальной защиты (наушники, беруши, антифоны) [5].

4.3.6 Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим

Источником возникновения рассматриваемого фактора будут являться заусенцы и острые кромки, которые формируются при обработке поверхностей, режущий инструмент. При воздействии данного фактора возникают порезы и ссадины, которые отрицательно влияют на кожный покров, чаще всего руки человека. Чтобы снизить воздействие устанавливают защитные ограждения на станки, обустривают рабочие места и обучают рабочий персонал. Также необходимо использовать СИЗ (обувь, перчатки, спецодежда, очки) согласно ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности [11].

4.4 Экологическая безопасность

Защита атмосферы. При механической обработке материалов в процессе изготовления детали «Распределителя кремового» образуется пыль, стружка, а также туман (испарения СОЖ), которые выводятся наружу при помощи системы вентиляции, что отрицательно воздействует на атмосферу.

1. Чтобы предотвратить попадание механических примесей в вентиляционные выбросы, необходимо оборудовать вентиляцию специальными фильтрами (из волокна) и аппаратами пылеулавливания (мокрого и сухого).

2. Для очистки газовой составляющей вентиляционных выбросов, нужно использовать специальные конденсаторы, которые будут охлаждать воздушные смеси (ниже точки росы).

3. Защита от мелкой пыли, стружки и выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами (отсосами). Воздух, проходит через фильтры, очищается, а пыль и грязь поступают в отходы и утилизируются.

Защита литосферы. Основными источниками загрязнения являются промышленные отходы: индустриальные масла, металлическая стружка, отработанная СОЖ, бумага, строительные отходы, остатки сырья.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению.

Захоронение отходов — это изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах, с целью предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду.

Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы. Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию, подвергаются захоронению на полигонах.

Защита гидросферы. Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, ил и др.). Для сведения к минимуму загрязнения сточных вод при проектировании технологии изготовления «Распределителя кремового», все стоки оборудуют специальными фильтрами (задерживающими масла, кислоты и грязь). Очистка вод производится в отстойниках, шлаконакопителях.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ситуациям техногенного характера можно отнести возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием.

Противопожарная защита имеет своей целью изыскание наиболее эффективных, экономически целесообразных и технически обоснованных способов и средств предупреждения пожаров и их ликвидации с минимальным ущербом при наиболее рациональном использовании сил и технических средств тушения. Согласно НПБ 105-03 [10] помещение лаборатории по

взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории В. Это связано с наличием горючих жидкостей и твердых материалов. Для предотвращения возникновения пожара используются следующие меры:

Строительно-планировочные меры определяются огнестойкостью зданий и сооружений (выбор материалов конструкций: сгораемые, негораемые, трудно сгораемые) и предел огнестойкости — это количество времени, в течение которого под воздействием огня не нарушается несущая способность строительных конструкций вплоть до появления первой трещины.

Технические меры — это соблюдение противопожарных норм при эвакуации систем вентиляции, отопления, освещения, электрического обеспечения, а также использование разнообразных защитных систем, соблюдение параметров технологических процессов и режимов работы оборудования.

Организационные меры — обучение персонала по пожарной безопасности, соблюдению мер по пожарной безопасности.

Использование средств пожаротушения. Выбор типа и необходимого количества огнетушителей в защищаемом помещении следует производить в зависимости от их огнетушащей способности, предельной площади, а также класса пожара горючих веществ и материалов. Исходя из этого, и ориентируясь на НПБ-105-03, было решено использовать углекислотные огнетушители марки ОУ-5 в количестве двух штук.

Выводы по разделу «Социальная ответственность»:

В данной главе было рассмотрено влияние вредных (шум [5], вибрация [4], микроклимат [2], воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов [11], производственное освещение [12] и опасных (электро- и пожаро- безопасность) факторов на состояние рабочего персонала. Для технологического процесса установлены нормированные параметры по вредным производственным факторам. Были подобраны средства коллективной и индивидуальной защиты для персонала. Цех относится ко второму классу электробезопасности – опасные помещения

по электробезопасности [3] и к категории «В» по пожарной и взрывопожарной опасности [7]. Были описаны возможные чрезвычайные ситуации, пути предупреждения и ликвидации последствий.

Список используемых источников раздела «Социальная ответственность»

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.
2. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
3. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
4. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.
5. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
6. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
7. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения.
8. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".
9. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
10. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1976
11. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
12. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

Заключение

В результате выполнения данной работы была достигнута поставленная цель, т. е. разработан технологический процесс изготовления детали «Распределитель кремовой» и, соответственно, решены следующие задачи задачи:

1. Оформлен чертеж детали «Распределитель» в САD-системе КОМПАС-3D в соответствии с требованиями ГОСТ, на чертеже приведены все необходимые размеры, отклонения и качества для изготовления детали, а также учтены все свойства поверхностей, необходимые в работе данной детали в сопряжении с другими деталями для обеспечения нормативного срока службы.

2. Разработан маршрутный технологический процесс изготовления детали «Распределитель кремовой» путем выбора технологических операций, целесообразных для изготовления данной детали в мелкосерийном производстве. Проведен размерный анализ. Были подобраны станки для каждой технологической операции для более производительной и автоматизированной работы по изготовлению детали «Распределитель кремовой».

3. Разработаны маршрутные и операционные карты с указанием выбранного оборудования, режущего инструмента, приспособления и переходов обработки.

Вторая часть курсовой работы была посвящена разработке специального станочного приспособления, обеспечивающего возможность механизации технологического процесса изготовления заданной детали, а также составлению технологии его сборки.

Литература

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.: Учеб. пособие для вузов машиностроительных специальностей. - Минск: Высшая школа, 1975.-283 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т. Т.2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
4. Справочник: Прогрессивные конструкции режущих инструментов и режимы резания/ Под ред. А. А. Баранчикова.- М.: Машиностроение, 1984 г.
5. Анурьев В. И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х т. Т. 1.-6-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1982.-736 с., ил.
6. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков:Справочник.- 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979.- 303 с., ил.
7. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.
8. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1976
9. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 10.СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
- 11.СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" Правила устройства электроустановок. Шестое издание, дополненное с исправлениями. Госэнергонадзор, Москва, 2000

- 12.ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 13.СН 2.2.4/2.1.8.566. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 1997.
- 14.ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
- 15.НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
- 16.ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.

Приложения

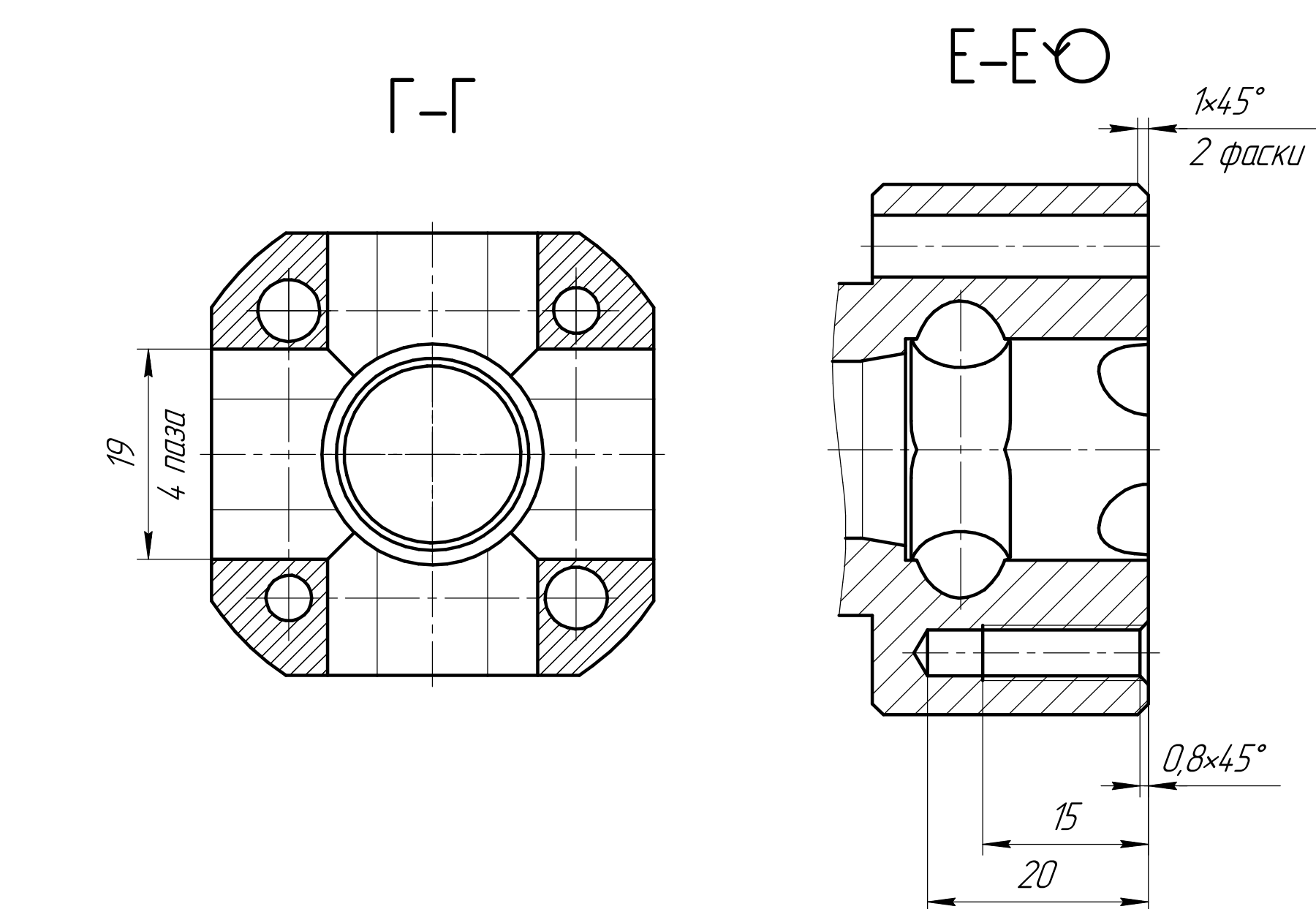
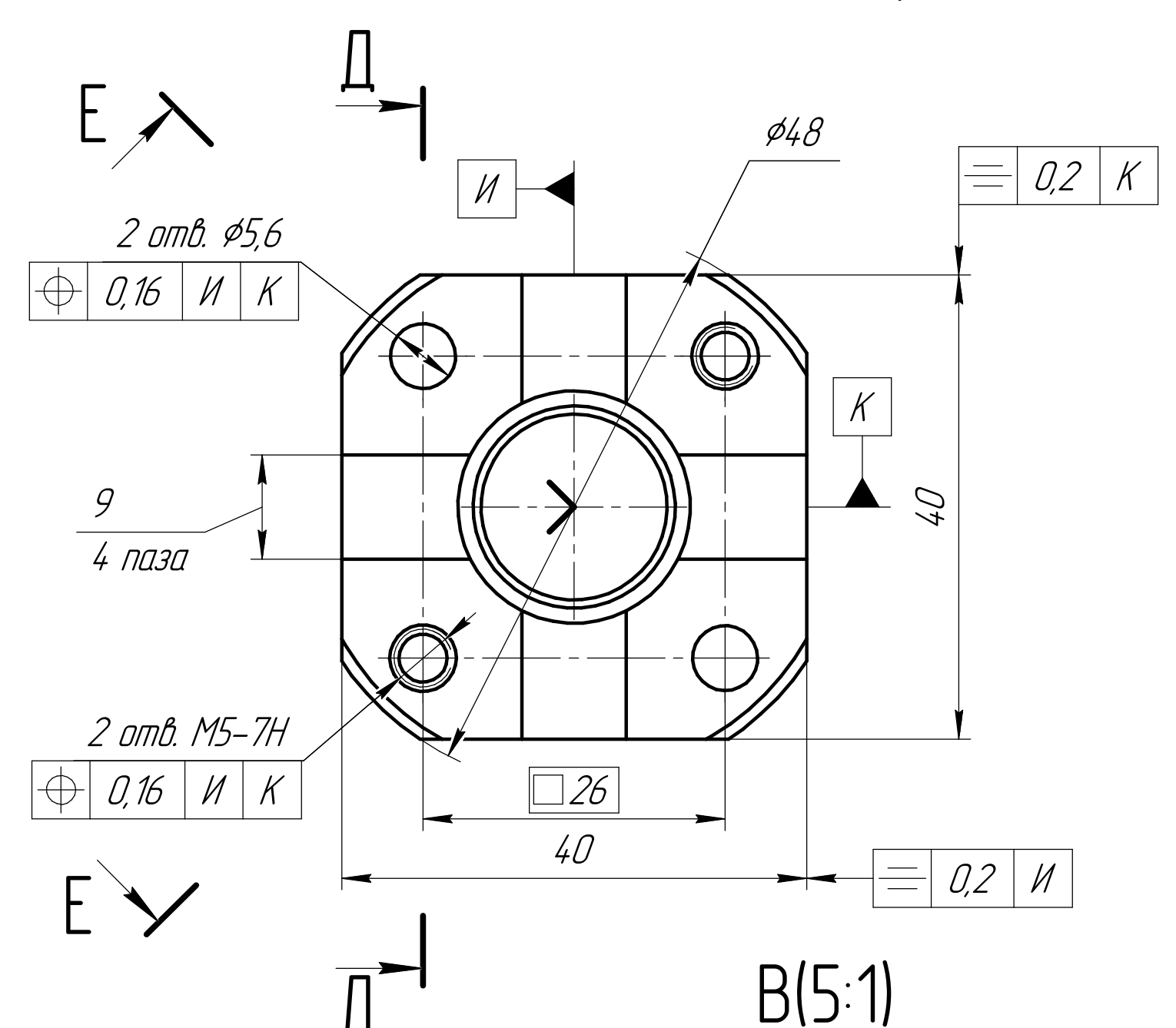
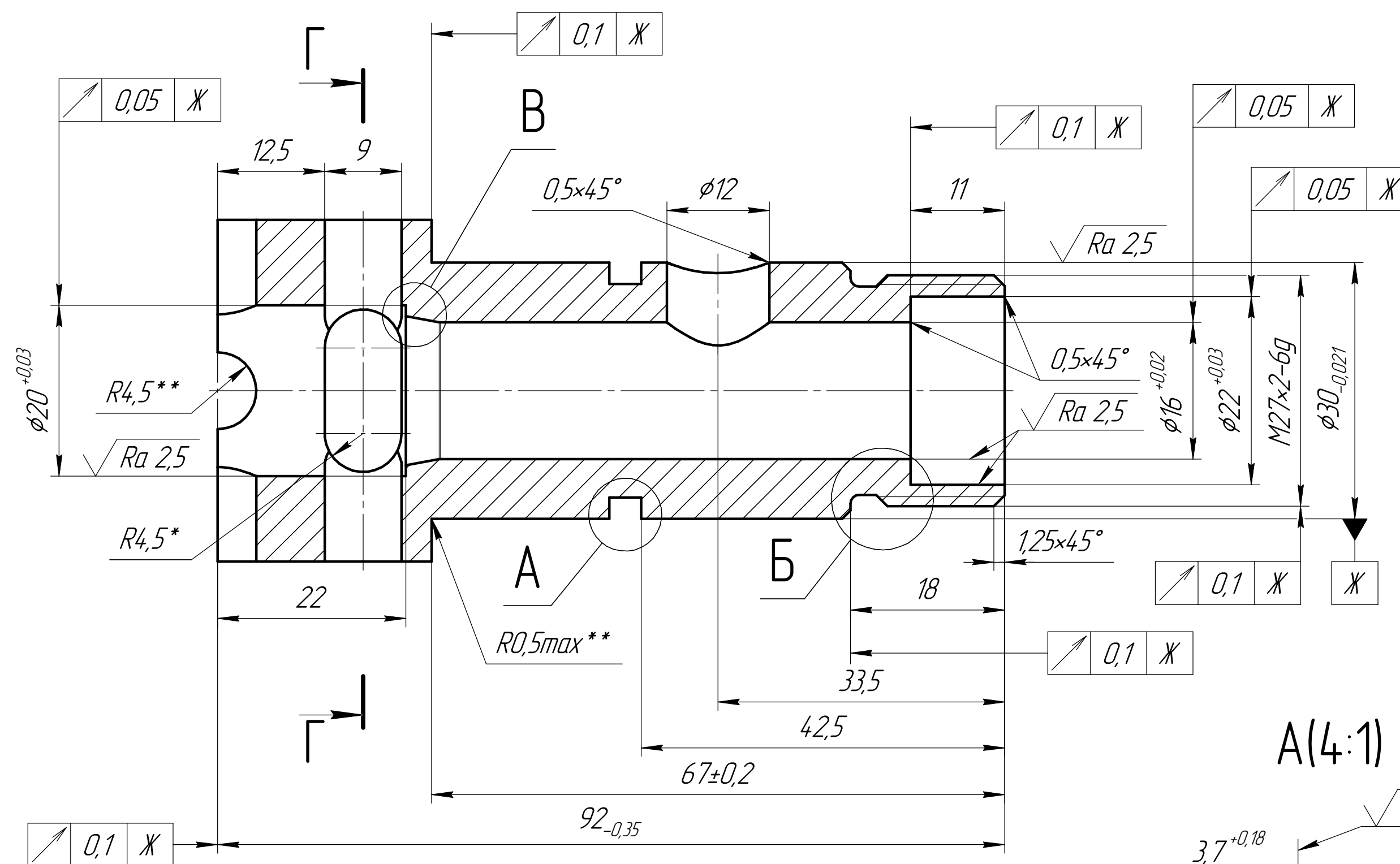
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Чертеж детали «Распределитель кремовой»

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Размерный анализ

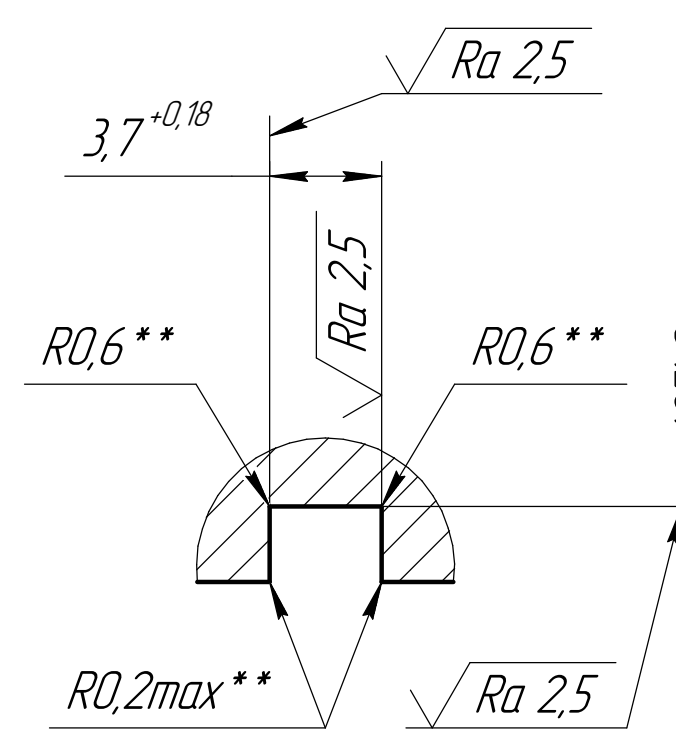
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Операционная карта

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Сборочный чертеж «Приспособление сверлильное»

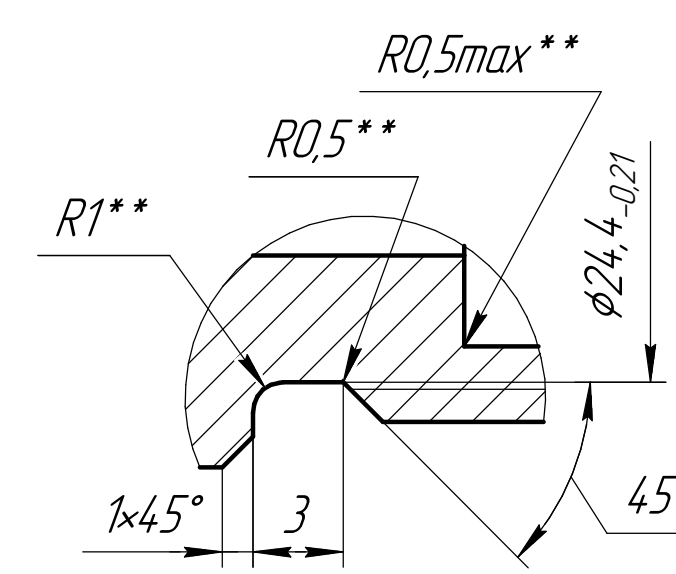
$\sqrt{Ra 6,3}$ (✓)



A(4:1)



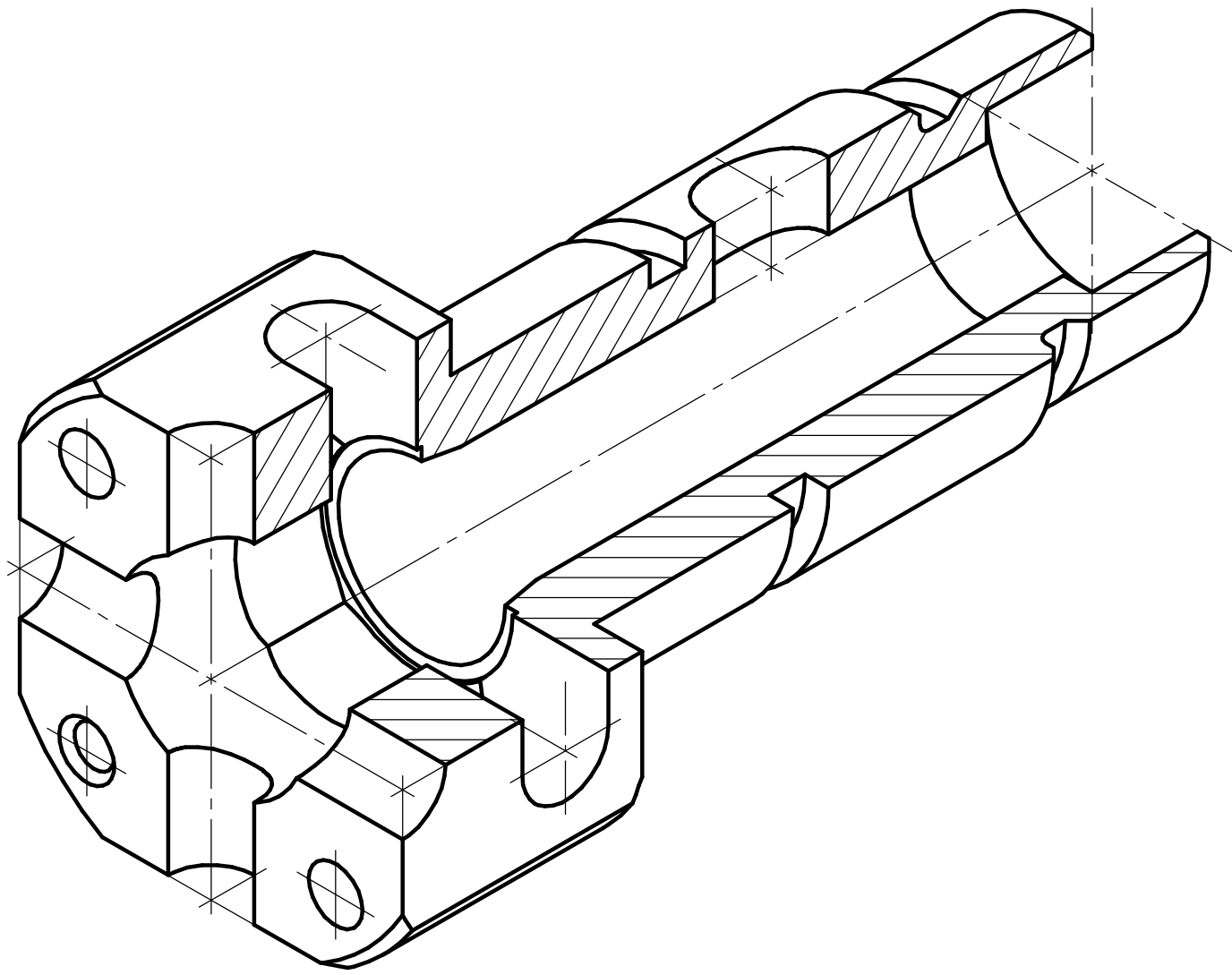
Б(4:1)



1. * Размеры для справок.
2. ** Размеры обеспечиваются инструментом.
3. Острые кромки притупить радиусом $0,3 \pm 0,1$ мм.
4. Общие допуски ГОСТ 30893.2-мк.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Распределитель кремовый	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						0,13	2:1	
Проб.					Д1 ГОСТ 4784-2019	Лист 1	Листов 2	
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Ид. № подл. Подп. и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата
 Справ. № Перв. подмен.



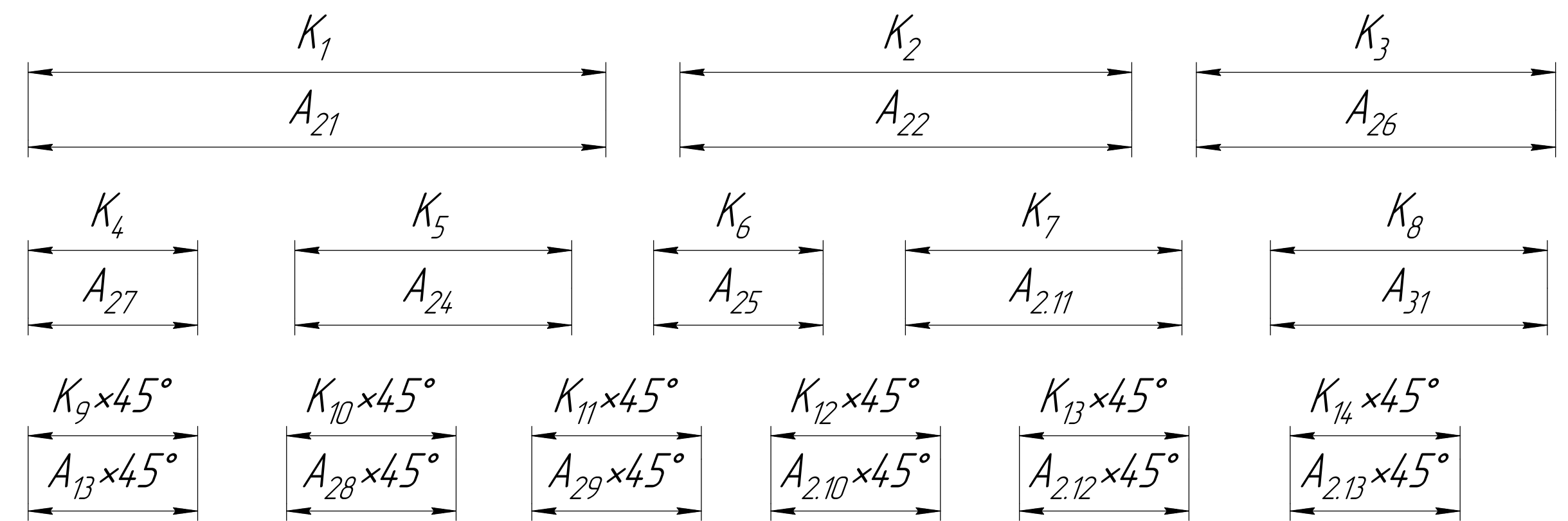
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

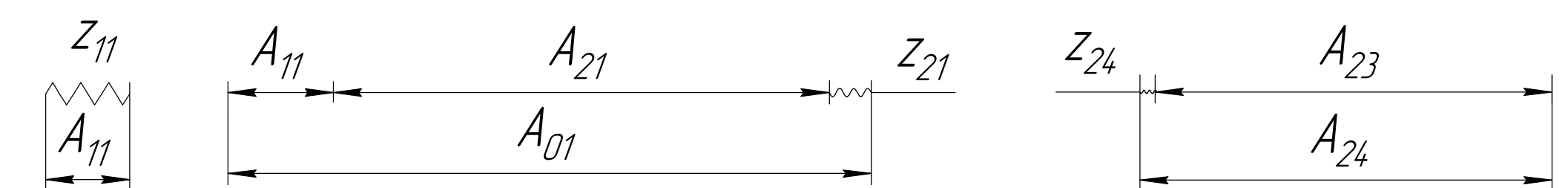
Размерная схема технологического процесса изготовления распределителя кремового

Размеры цепи в продольном направлении

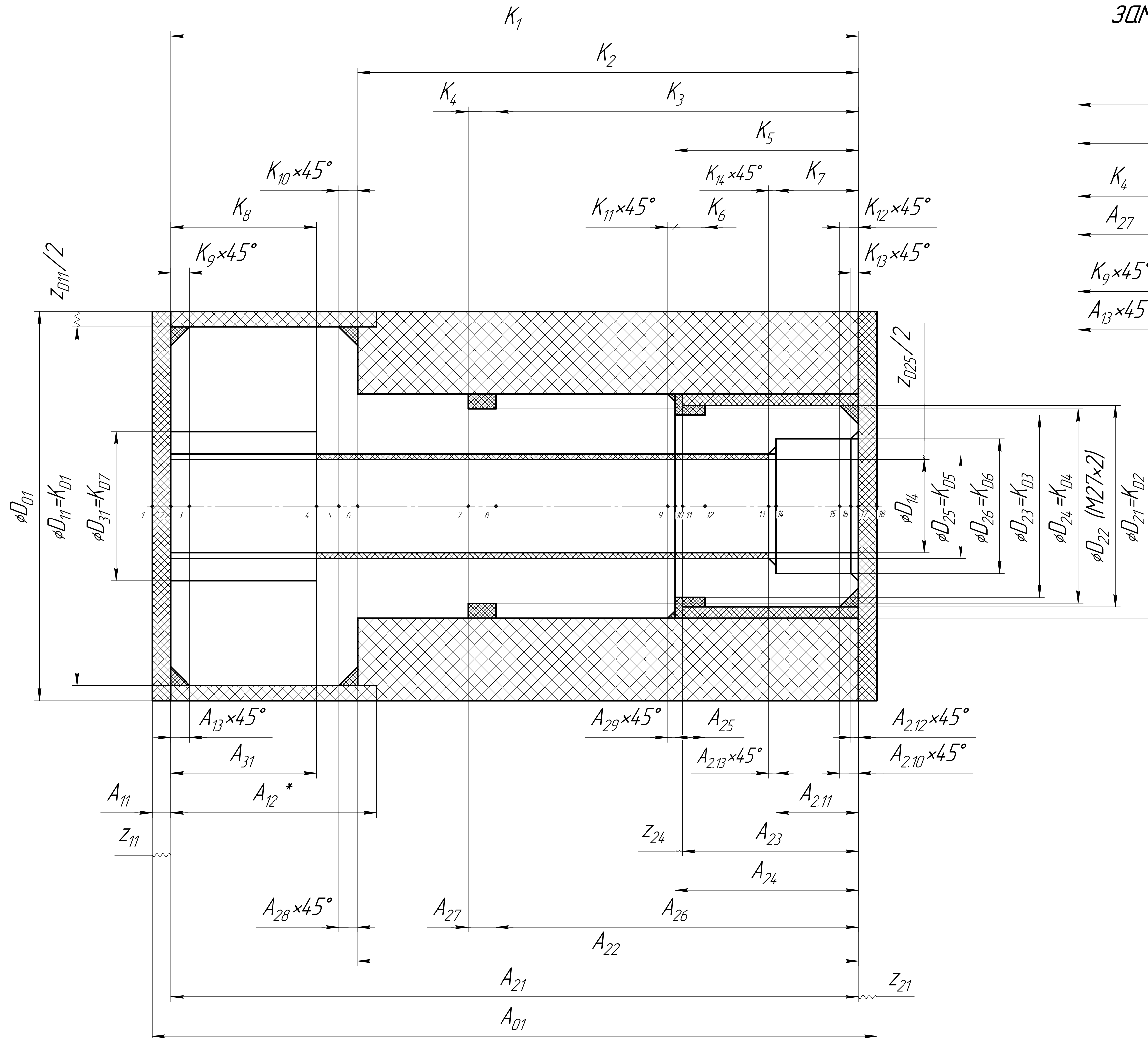
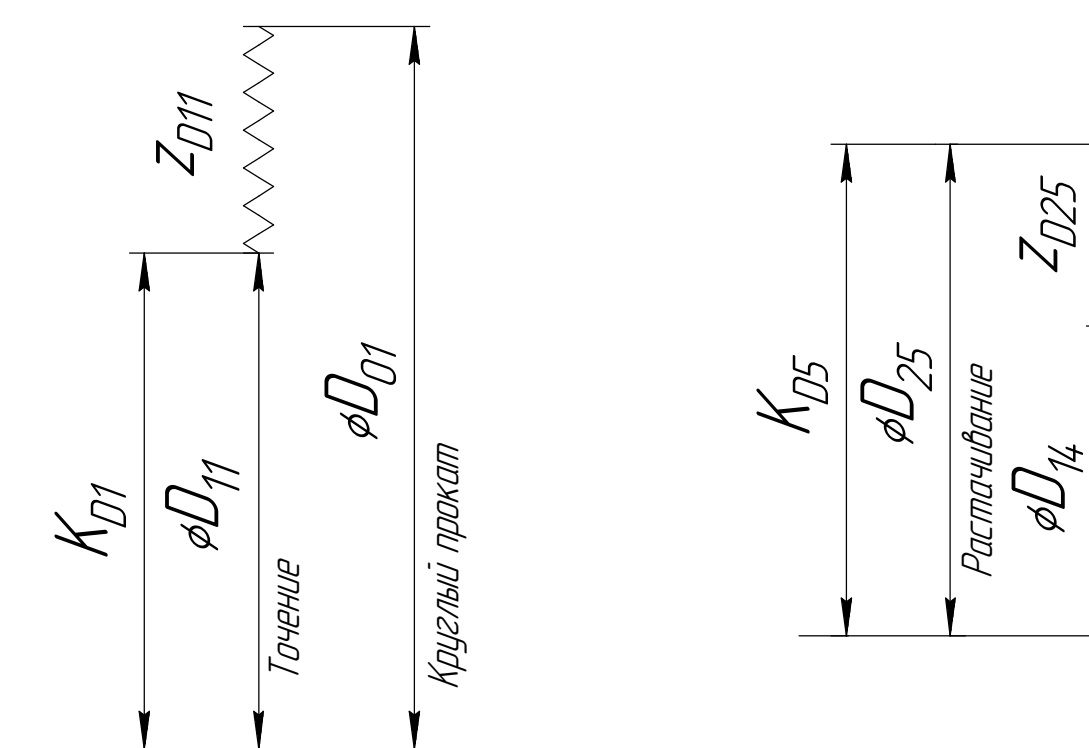
Технологические размерные цепи, в которых замыкающими звеньями являются конструкторские размеры



Технологические размерные цепи, в которых замыкающими звеньями являются припуски

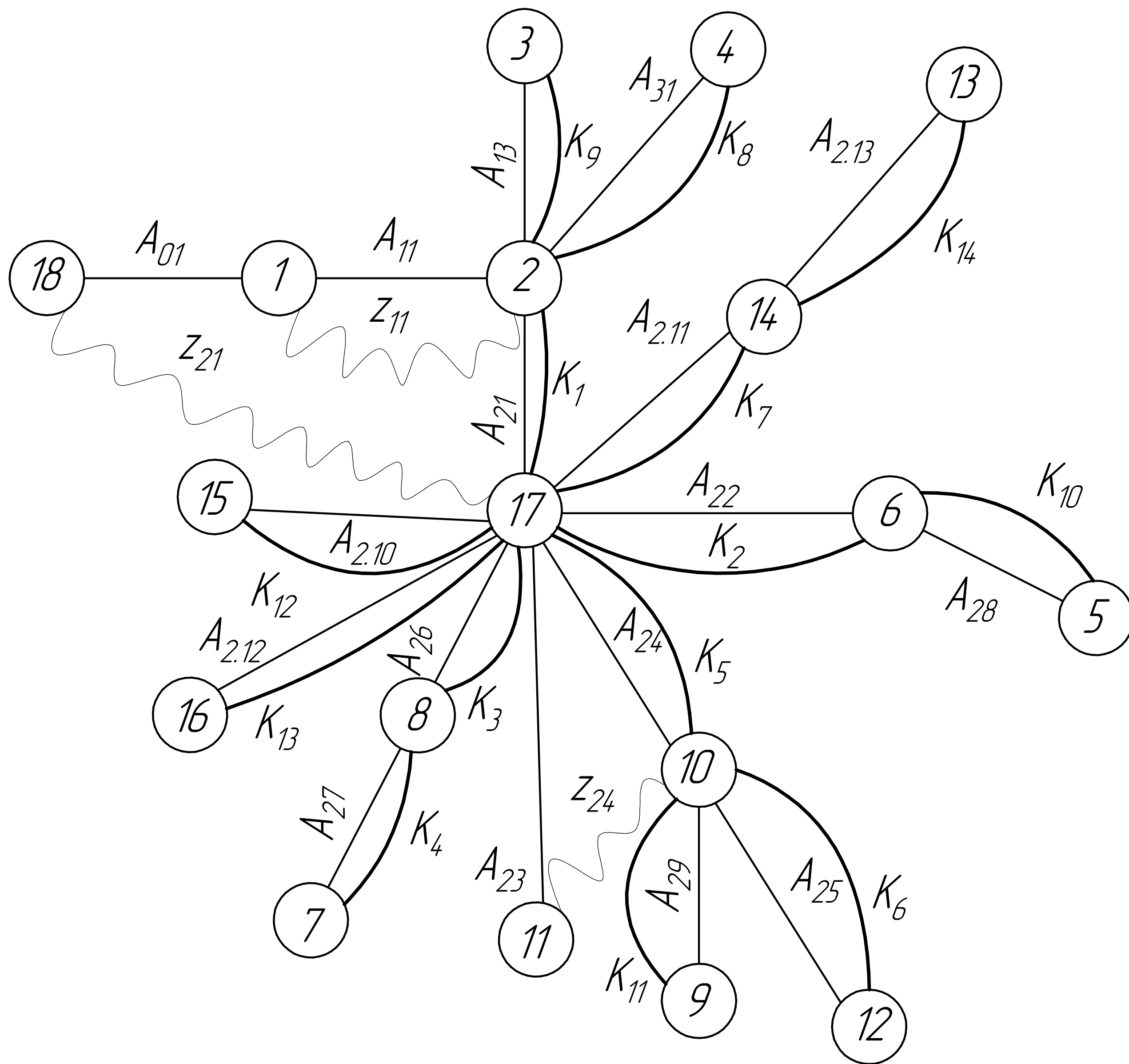


Размеры цепи поверхностей вращения



ИШНПТ-3-4А75.002				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Размерный анализ	
Разраб.	Матвеев ДИ				1	1:1
Пров.	Пустовых ОС				Лист 1	Листов 2
Т.контр.					ТТУ Омш ИШНПТ	
Исполн.					Группа 3-4А75	
Утв.					Формат А1	

Граф технологических размерных цепей



Технологические размеры: А - 17 шт.,
 Конструкторские размеры: К - 14 шт.,
 Припуски: z - 3 шт.,
 Поверхности: П - 18 шт.

Иш. № подл.	Взам. инв. №	Иш. № длдн.	Подп. и дата

СМ. ЧЕРТЕЖ 1

Томский политехнический университет

Карта технологического процесса

Материал	Код ед. величины	Масса детали, кг	Заготовка			
Наименование, марка			Код и вид	Профиль Размеры	Кол.	Масса, кг
Д1 ГОСТ 4784-2019		0,13	Прокат		1000	

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие оснастки, обраб. детали	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени					Разряд работы		
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Частота об./мин	Скорость резания, м/мин	T ₀	T _{вс}	T _{пз}		T _{шт}	T _{шт.к}
0	A	Заготовительная Выдвинуть пруток до упора и закрепить		Ленточный станок Века-Мак BMSY 440 DGH	Гидравлические зажимные тисы	Полотно ленточное Radial/Vimetal M42	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89	-	1	50	26	15	-	1500	-	50	0,18	0,62	15	0,88	0,89	
1	A	Токарная Установить и снять деталь		Токарный станок с ЧПУ DMC DL 6G	Трёхручичковый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80	Резец проходной, отогнутый 2102-0501 ГОСТ 18868-73 Резец проходной, упорный 2101-0005 ГОСТ 18879-73 Центровочное сверло Ф4. 2317-0164 ГОСТ 14-952-75 Спиральное сверло Ф14. 2301-3551 ГОСТ 10903-77	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-200-0,01 ГОСТ 162 Диаметр НИ 100-1 ГОСТ 868-82 Индикатор ИЧ 25 кл. 1 ГОСТ 577-68 Набор концевых мер 1-Н2 ГОСТ 9038-90 Шаблон фасонный ГОСТ 14637-89	-	1	48	26	0,4	-	1500	-	240	0,95	163	17	11,77	11,79	
	1	Подрезать торец 1, выдерживая размер 0,38±0,1						-	1	26	26	1	-	1300	-	200	0,45					
	2	Обточить поверхность 2 диаметром Ф48 ^{-0,62} , выдерживая размер 26 ⁻²						-	1	26	26	1	-	1300	-	200	0,45					
	3	Точить фаску 3, выдерживая размер 1±0,2x45°						-	1	1	1	1	-	1500	-	300	0,053					
	4	Сверлить центровое отверстие 4 диаметром Ф4, выдерживая размеры 3,9 и 5						-	1	8,9	8,9	2	-	400	-	150	0,56					
	5	Сверлить отверстие 5 диаметром Ф15,2 ^{+0,18}						-	1	93	93	7,6	-	250	-	12	7,95					
2	A	Токарная Установить и снять деталь		Токарный станок с ЧПУ DMC DL 6G	Трёхручичковый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80	Резец проходной, отогнутый 2102-0501 ГОСТ 18868-73 Резец проходной, упорный 2101-0005 ГОСТ 18879-73 Резец канавочный прорезной ГОСТ 18885-73 Резец, распорочный упорный ГОСТ 18883-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-200-0,01 ГОСТ 162 Диаметр НИ 100-1 ГОСТ 868-82 Индикатор ИЧ 25 кл. 1 ГОСТ 577-68 Сталька Г-1-28-10040 ГОСТ 10197-70 Набор концевых мер 1-Н2 ГОСТ 9038-90 Шаблон фасонный ГОСТ 14637-89 Калибр резьбовой М27-6H-ПР.-НБ.	-	1	50	26	0,4	-	1500	-	240	0,95	2,03	23	10,06	10,08	
	1	Подрезать торец 1, выдерживая размер 92 ^{-0,35}						-	5	67	67	2	-	1300	-	200	0,28					
	2	Обточить поверхность 2 диаметром Ф27 ^{-0,25} , выдерживая размер 67±0,2						-	1	17	17	1,5	-	1300	-	200	0,28					
	3	Обточить поверхность 3 диаметром Ф27 ^{-0,25} , выдерживая размер 17,3 ^{-0,25}						-	1	17	17	1,5	-	1300	-	200	0,28					
	4	Точить канавку 4 диаметром Ф24,4 ^{-0,2} , выдерживая размеры 4,25±0,31, 3,7 ^{+0,18}						-	1	24	1,3	3	-	1500	-	160	0,05					
	5	Точить канавку 5 диаметром Ф25 ^{-0,052} , выдерживая размеры 18±0,2, 3±0,1, R1 и R0,5 и 45°						-	1	25	2,5	3,7	-	1500	-	160	0,05					
	6	Точить фаски 6,7 и 8, выдерживая размеры 1±0,2x45°, 1±0,2x45° и 1,25±0,2x45°						-	1	1	1	1	-	1000	-	150	0,16					

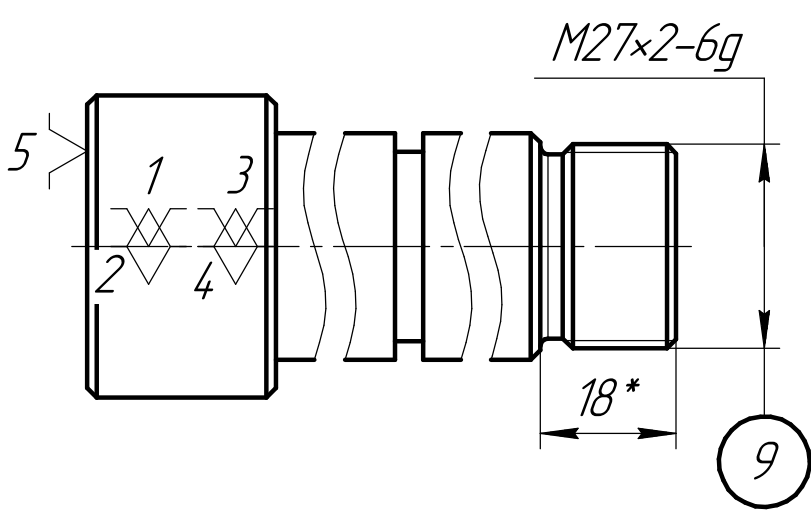
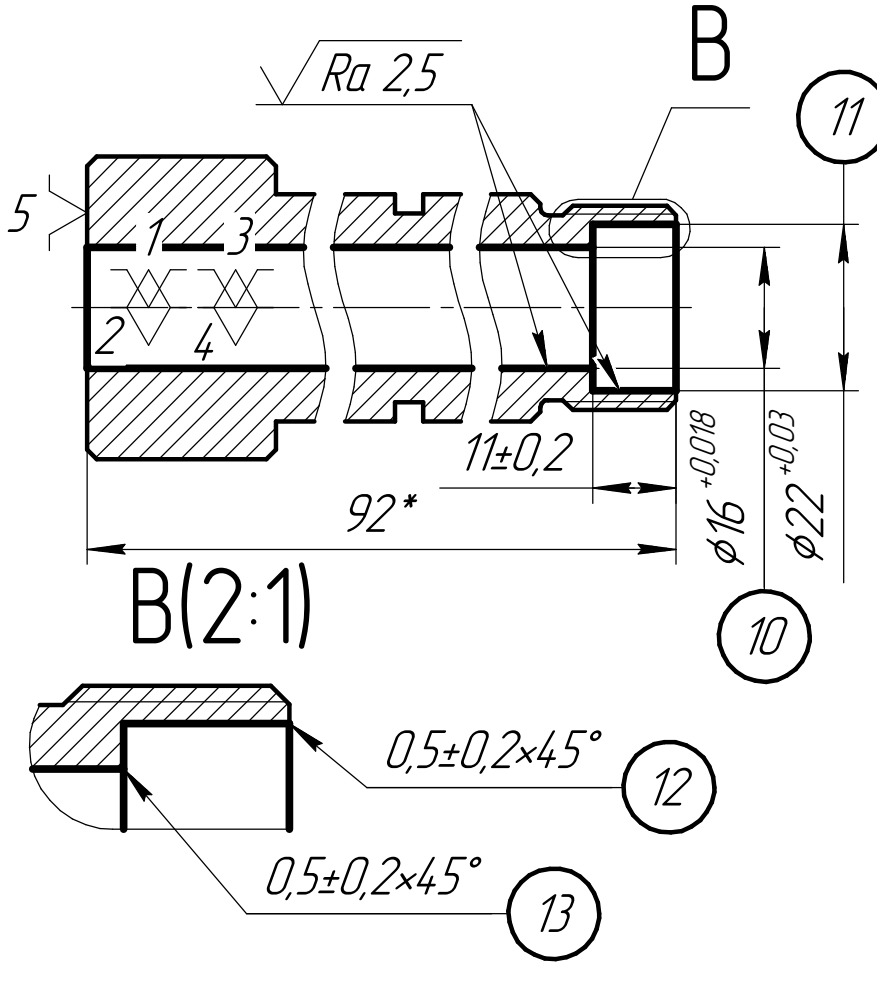
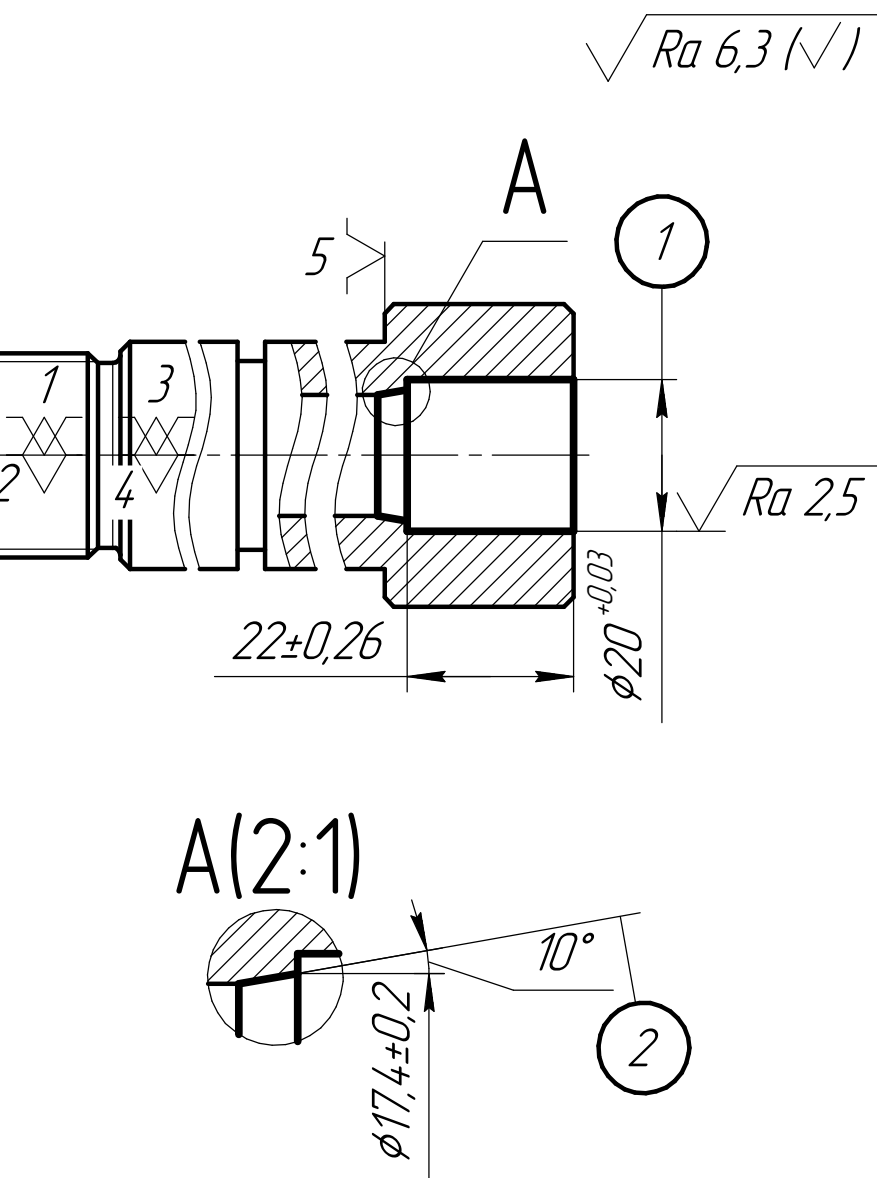
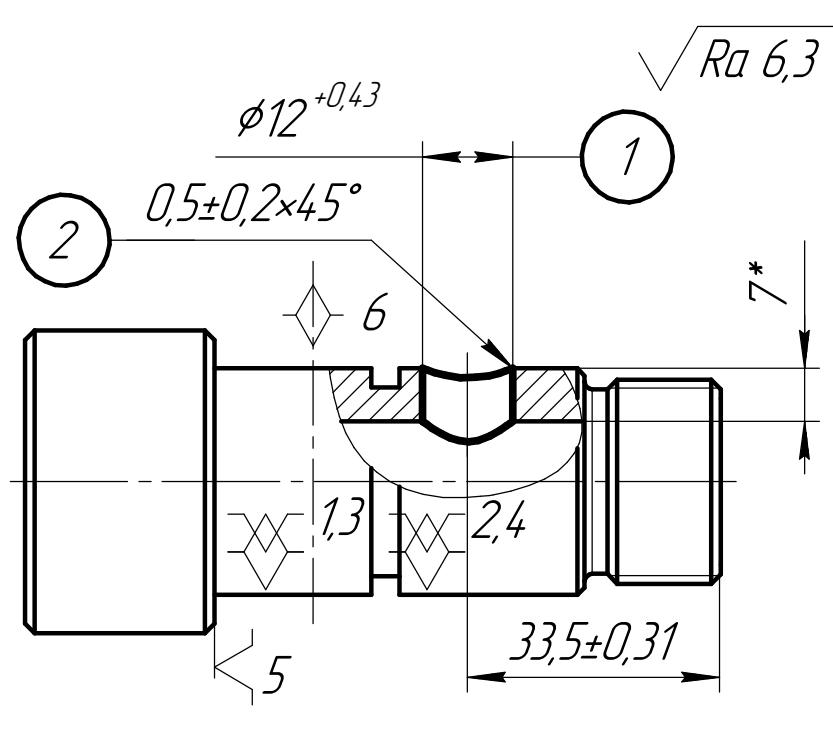
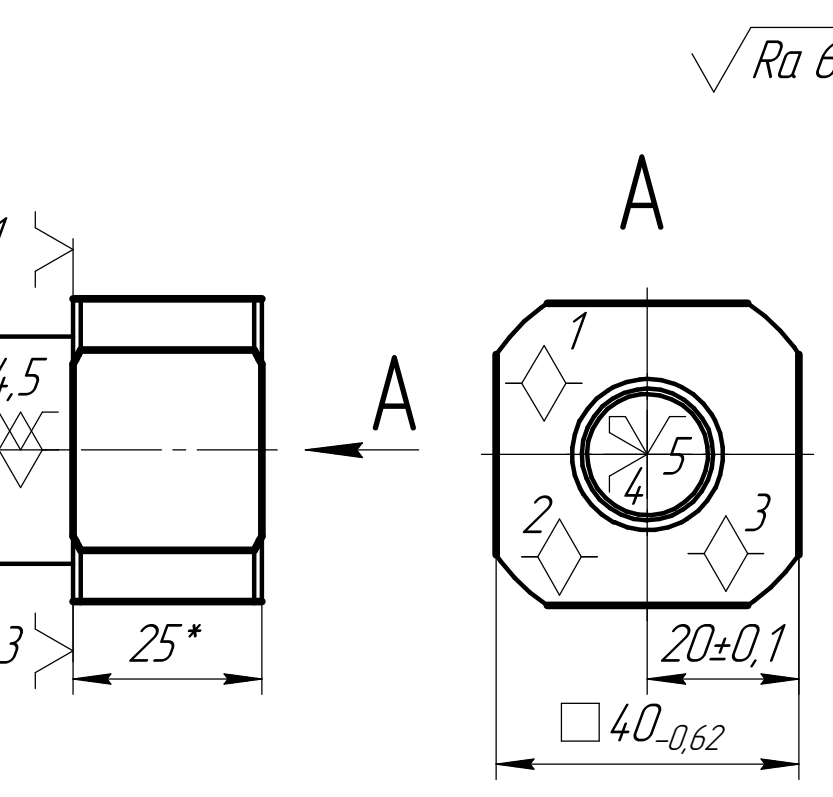
ИШПНТ-3-4А 75.003

Изм./Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Матвеев Д.И.		
Проб.	Листовых О.С.		
Т.контр.			
И.контр.			
Эльб.			

Операционная карта

Лит	Масса	Масштаб
		1:1
Лист 1	Листов 3	
ТТУ Омш ИШПНТ		
Группа 3-4А 75		
Формат А1		

Копировал

2	3		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
7	Нарезать на поверхности 9 резьбу M27×2-6g																					
8	Расточить отверстие 10 диаметром $\phi 16^{+0,15}$		Токарный станок с ЧПУ DMC DL 6G		Трёхручачковый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80																	
9	Расточить отверстие 11 диаметром $\phi 22^{+0,03}$, выдерживая размер 11±0,2																					
10	Точить фаски 12 и 13, выдерживая размеры $0,5\pm 0,2\times 45^\circ$; $0,5\pm 0,2\times 45^\circ$																					
3	Токарная A Установить и снять деталь 1 Расточить отверстие 11 диаметром $\phi 22^{+0,03}$, выдерживая размер $22\pm 0,26$ 2 Точить поверхность 2, выдерживая размеры $\phi 17,4\pm 0,2$ и 10°		Токарный станок с ЧПУ DMC DL 6G		Трёхручачковый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80																	
4	Сверлильная A Установить и снять деталь 1 Сверлить отверстие 1 диаметром $\phi 12^{-0,43}$, выдерживая размер $33,5\pm 0,31$ 2 Зенковать фаску 2, выдерживая размер $0,5\pm 0,2\times 45^\circ$		Вертикально-сверлильный станок 4С50		Специальное приспособление																	
5	Фрезерная A Установить и снять деталь 1 Фрезеровать поверхности, выдерживая размеры $20\pm 0,1$ и $40_{-0,62}$		Фрезерный станок с ЧПУ DMU 50		Тиски станочные 7200-0201 ГОСТ 16518-96																	

Резец проходной отогнутый 2102-0501 ГОСТ 18868-73
Резец проходной угловой 2101-0005 ГОСТ 18879-73
Резец канальный прорезной ГОСТ 18885-73
Резец точный угловой ГОСТ 18883-73

Резец расточной угловой ГОСТ 18883-73
Штангенциркуль ШЦ-1-125-001 ГОСТ 162
Индикатор ИЧ 25 кл. 1 ГОСТ 577-68
Индикатор ИЧ 25 кл. 1 ГОСТ 577-68
Набор концевых мер 1-42 ГОСТ 9038-90

Сфера $\phi 12$ Р6М5 ГОСТ 10903-77
Зенковка коническая 14 ГОСТ 14-953-80
Штангенциркуль ШЦ-1-125-005
ГОСТ 166-80, Шаблон фасочный ГОСТ 14637-89,

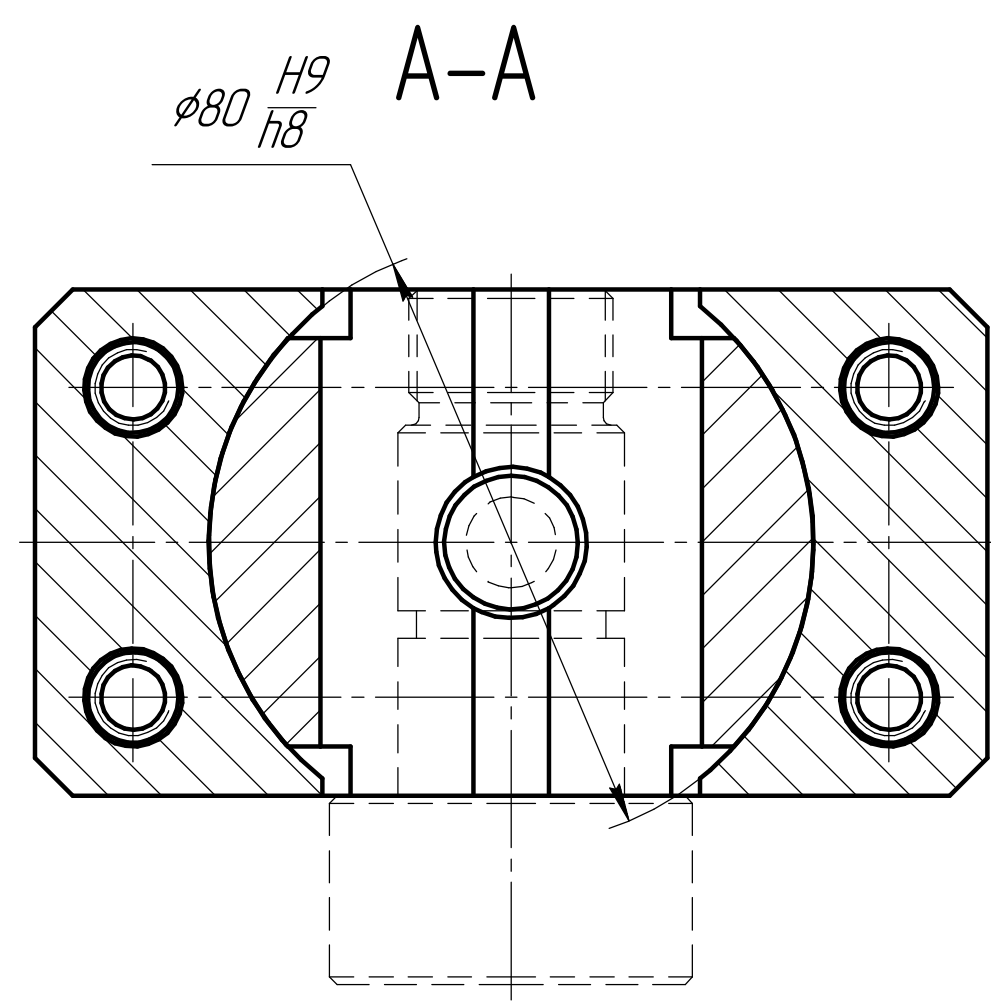
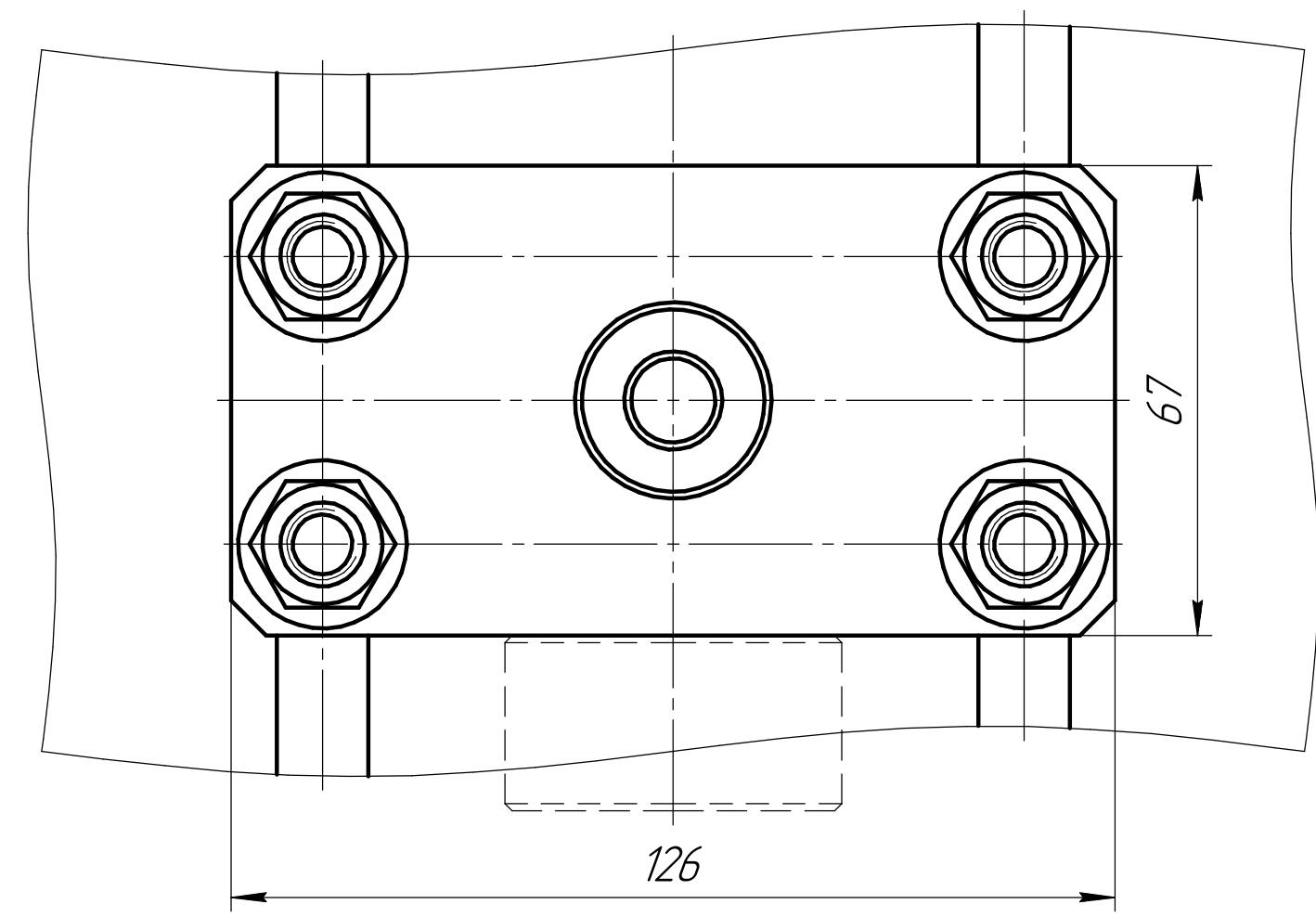
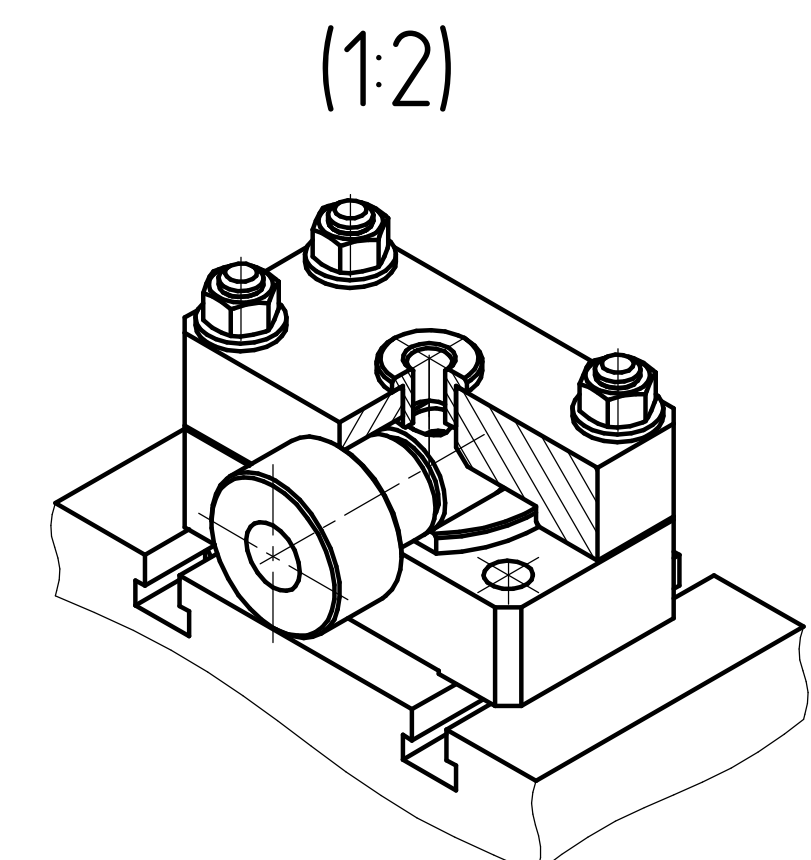
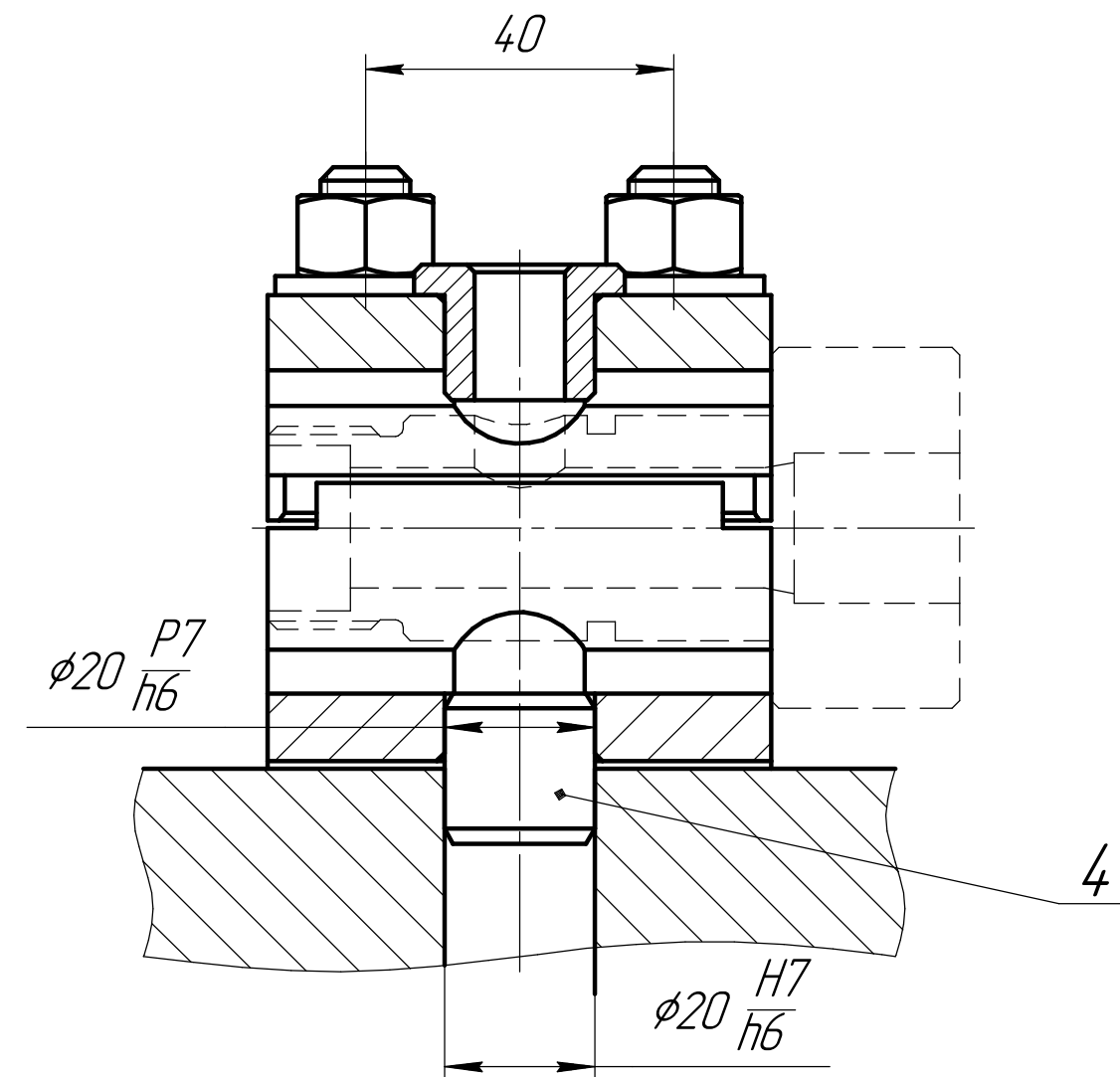
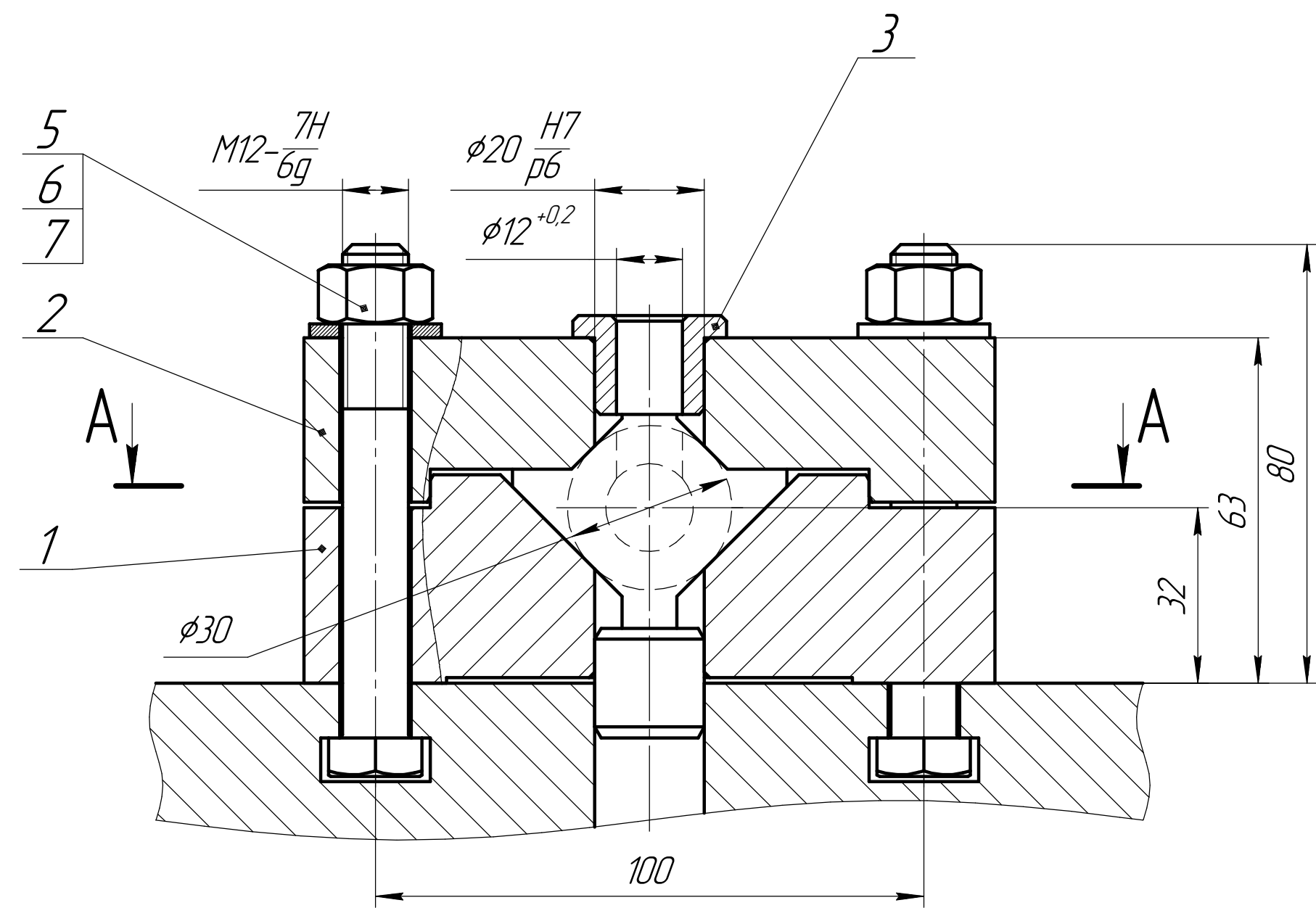
Концевая фреза $\phi 30$ 2220-0164
ГОСТ 17025-71
Штангенциркуль ШЦ-1-125-005

Изд. № 001
Лист № 001
Взам. инв. № 1
Инд. № 001
Лист № 001
Дата

2	3		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
6	<p>Фрезерная</p> <p>А Установить и снять деталь</p> <p>1 Фрезеровать 4 паза, выдерживая размеры $12,5 \pm 0,2$, $9^{+0,36}$, $9,5 \pm 0,1$ и $19^{+0,52}$</p>		Фрезерный станок с ЧПУ DMU 50	Тиски станочные 7200-0201 ГОСТ 16518-96	Концевая фреза φ9 2220-0164 ГОСТ 17025-71	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05	-	1	19	19	9	-	75	1000	136	5,6	2,54	15	9,12	9,13
7	<p>Фрезерная</p> <p>А Установить и снять деталь</p> <p>1 Фрезеровать 4 паза, выдерживая размеры $9^{+0,36}$ и $4,5 \pm 0,1$</p>		Фрезерный станок с ЧПУ DMU 50	Тиски станочные 7200-0201 ГОСТ 16518-96	Концевая сферическая фреза φ9 2220-0164 ГОСТ 18944-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 Шаблон радиусный специальный	-	1	40	40	4,5	-	75	1000	136	1,76	2,26	9	4,4	4,41
8	<p>Сверлильная</p> <p>А Установить и снять деталь</p> <p>1 Сверлить 2 отверстия сквозных φ5,6^{+0,3}, выдерживая размер □26</p>		Вертикально-сверлильный станок 4С50	Тиски станочные 7200-0201 ГОСТ 16518-96	Сверло φ5,6 Р6М5 ГОСТ 10903-77	Калибр пробы φ5,6-ПР, -НЕ 8133-0917 ГОСТ 14810-69	-	1	8	6	2,8	-	200	1030	4,3	0,30	1,94	6	2,51	2,52
9	<p>Сверлильная</p> <p>А Установить и снять деталь</p> <p>1 Сверлить 2 отверстия φ4,2^{+0,2}, выдерживая размеры □26 и $20 \pm 0,26$</p> <p>2 Зенковать 2 отверстия, выдерживая размер $0,8 \pm 0,2 \times 45^\circ$</p>		Вертикально-сверлильный станок 4С50	Тиски станочные 7200-0201 ГОСТ 16518-96	Сверло φ4,2 Р6М5 ГОСТ 10903-77, зенковка коническая 14 ГОСТ 14953-80	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-80, Шаблон фасочный ГОСТ 14637-89, Калибр пробы φ4,2-ПР, -НЕ 8133-0917 ГОСТ 14810-69	-	1	8	6	2,1	-	200	1030	4,3	0,22	1,93	6	2,42	2,43
10	<p>Резьбонарезная</p> <p>А Установить и снять деталь</p> <p>1 Нарезать резьбу М5-7Н, выдерживая размер $15 \pm 0,2$</p>		Вертикальный гидравлический резьбонарезной станок Модель НТ-16V	Тиски 7200-0201 ГОСТ 16518-96	Метчик М5 2620-3721 ГОСТ 3266-81	Калибр резьбовой М5-ПР, -НЕ ГОСТ 2016-86	-	1	4	9	0,8	-	90	450	5,6	0,42	1,65	5	2,32	2,33

ИШПНТ-3-4А 75.003

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
				<i>Документация</i>					
				A2	ИШПНТ-3-4А 7Б.004 СБ			Сборочный чертёж	
				<i>Детали</i>					
Справ. №	A3		ИШПНТ-3-4А 7Б.004.001	Призма нижняя	1				
	A3		ИШПНТ-3-4А 7Б.004.002	Призма верхняя	1				
	A4		ИШПНТ-3-4А 7Б.004.003	Втулка направляющая	1				
	A4		ИШПНТ-3-4А 7Б.004.004	Штифт	1				
Подп. и дата			<i>Стандартные изделия</i>						
			Гайка М12 ГОСТ 5915-70		4				
			Шайба 12 ГОСТ 10450-78		4				
			Болт М12х90 ГОСТ 7796-70		4				
Взам. инв. №			ИШПНТ-3-4А 7Б.004						
Подп. и дата									
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
	Разраб.	Матыскин Д.И.				Лит.	Лист	Листов	
	Пров.	Пустовых О.С.							1
	Н.контр.					ТПУ ОмШ ИШПНТ			
Утв.					Группа 3-4А 7Б				



1. Размеры для справок.
2. Станок универсальный вертикально-сверлильный Модель 4С50.
3. На сопряжённых поверхностях детали не допускаются забоины и царапины.
4. Усилие закрепления - 50Н (max).

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дробл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

				ИШПНТ-3-4А7Б.004				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление сверлильное Сборочный чертёж	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Матвский Д.И.						1:1
Проб.		Пустовых О.С.			Лист	Листов	1	
Т.контр.					ТПУ ОМШ ИШПНТ Группа 3-4А7Б			
Н.контр.					Копировал			
Утв.					Формат А2			