

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления фланца

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Ли Инцзе		22.05.2021

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОМ ИШНПТ	Ким А.Б.			22.05.2021

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына З.В.	К.т.н		22.05.2021

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Белоенко Е.В.	К.т.н		22.05.2021

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Е.А.	К.т.н.		22.05.2021

Томск – 2021 г.

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

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
154A71	Ли Инцзе

Тема работы:

Разработка технологии изготовления процесса фланца	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.04.2021, № 111-35/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Ким А.Б.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Е.А.
Социальная ответственность	Кырмакова О.С.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Ким А.Б.			16.12.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Ли Инцзе		16.12.2020

Реферат

Цель данной бакалаврской работы – разработка и проектирование технологического процесса изготовления детали под названием «Фланец».

В ходе работы произведена разработка необходимых документов и выполнение расчётов для организации производства по изготовлению детали.

В работе изложено обоснование выполнения ВКР, произведен анализ чертежа детали на её технологичность, определен тип производства, разработана технологическая карта обработки детали с представлением операционных эскизов и описанием переходов по каждой операции. Были произведены расчеты припусков на обработку, а также технологических размеров, выполнен размерный анализ техпроцесса с уточнением технологических размеров. Произведен расчет режимов резания для каждого перехода и требуемой мощности оборудования для каждой операции. Выбрана модель станка. Определено время выполнения каждой операции.

Конструкторский раздел отображает ход выполнения, связанный с расчётами сид для крепления заготовки, а так же было спроектировано пневматическое приспособление.

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

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

4. Социальной ответственности.

Содержание

Введение.....	9
1 Технологическая часть	11
1.1 Исходные данные	11
1.2 Анализ технологичности конструкции детали.....	12
1.3 Определение типа производства.....	13
1.4 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления	17
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления процесса фланца.....	18
1.6 Построение расчётной схемы и изготовление граф технологических	20
цепей.....	20
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров	23
1.7.1 Допуски на конструкторские размеры.....	23
1.7.2 Допуски на технологические размеры	24
1.7.2.1 Определение допусков на диаметральные технологические размеры	24
1.7.2.2 Определение допусков на осевые технологические размеры.....	26
1.7.2.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	27
1.7.3 Расчёт припусков на обработку заготовки	32
1.7.3.1 Расчет припусков на диаметральные размеры	33
1.7.3.2 Расчет припусков на осевые размеры	37
1.7.4 Расчёт технологических размеров	41
1.7.4.1 Расчет технологических размеров на диаметральные размеры	41
1.7.4.2 Расчет технологических размеров на осевые размеры.....	47
1.8 Выбор средств технологического оснащения	53
1.9 Расчет режимов резания	56
1.9.1 Операция 1: токарная операция с ЧПУ	57
1.9.1.1 Токарная операция с ЧПУ: подрезка торца A_{11}	57
1.9.1.2 Токарная операция с ЧПУ: черновое точение $\varnothing D_{12}$	61
1.9.1.3 Токарная операция с ЧПУ: черновое точение $\varnothing D_{13}$	63
1.9.1.4 Токарная операция с ЧПУ: точение фаски.	64
1.9.1.5 Токарная операция с ЧПУ: подрезка торца A_{21}	65

1.9.1.6 Токарная операция с ЧПУ: черновое точение $\varnothing D_{21}$	67
1.9.1.7 Токарная операция с ЧПУ: черновое точение $\varnothing D_{22}$	68
1.9.1.8 Операция с ЧПУ: сверление отверстий $\varnothing D_{23}$	70
1.9.1.9 Операция с ЧПУ: зенкерование фаски	72
1.9.10 Операция с ЧПУ: нарезание резьбы.	74
1.9.2 Операция 2: токарная операция с ЧПУ	75
1.9.2.1 Токарная операция с ЧПУ: Чистовое точение $\varnothing D_{24}$	75
1.9.2.2 Токарная операция с ЧПУ: Чистовое точение $\varnothing D_{25}$	76
1.9.2.3 Токарная операция с ЧПУ: точение фаски.	78
1.9.3 Операция 3: сверлильная операция	80
1.9.3.1 Сверлильная операция: сверление 6 отверстий $\varnothing D_{31}$	80
1.10 Расчет основного времени	82
1.11 Определение штучно-калькуляционного времени	85
2. Конструкторская часть	90
2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.	90
2.2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления	92
2.3. Описание конструкции и работы приспособления	94
2.4. Определение необходимой силы зажима	95
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	99
3.1. Общая информация	99
3.2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	100
3.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования	100
3.2.2 Анализ конкурентных технических решений	101
3.2.3 SWOT-анализ	102
3.3. Планирование научно-исследовательских работ	106
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	106
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	107
3.3.3 Бюджет научно-технического исследования	111
3.3.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	111
3.3.3.2 Расчет амортизации специального оборудования	112
3.3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	113
3.3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	116
3.3.3.5 Накладные расходы	116

3.3.3.6 Формирование бюджетной стоимости	117
3.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	117
Выводы по разделу	120
Введение	123
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	124
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	124
4.2 Производственная безопасность	125
4.2.1 Анализ условий труда на рабочем месте.	125
4.2.2 Анализ показателей микроклимата	126
4.2.3. Анализ пожарной безопасности.....	128
4.2.4. Производственный шум	130
4.2.5. Недостаточное освещение	131
4.2.6. Электробезопасность	134
4.3 Экологическая безопасность:.....	135
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	136
Список литературы	139

Введение

Традиционно машиностроение было главной отраслью развития машиностроения зависит не только от разработки новых машин, но и от совершенствования производственных технологий. В общем, структура технологии определяет ее широкое применение

Развитие современных инженерных технологий проявляется в следующих областях:

- Создание высокопроизводительных станков, качественных инструментальных материалов;
- создание наиболее эффективных технических маршрутов;
- внедрение эффективных систем управления и производственных планов;

полностью автоматизированное производство, включая проектирование продукции, проектный процесс, планирование и так далее.

Разумное использование передовых оборудования и инструментов может значительно снизить производственные затраты и трудности. аналогичный результат можно получить и при производстве деталей с минимальным допуском на обработку по последнему способу. В некоторых случаях рекомендуется снизить производительность продукции и повысить ее качество, что позволит значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные расходы.

Стандарты для создания эффективных технологических маршрутов зависят от размеров предприятия. Самым известным критерием является принцип постоянства, заключающийся в том, чтобы использоваться все мощности предприятия на максимум.

Автоматизация на всех этапах производства значительно снижает готовность производства, внедряет новую продукцию, сокращает и упрощает рабочие процессы, а также быстро меняет существующие процессы. В настоящее время без комплексной автоматизированной системы высокотехнологичная промышленность (авиация, автомобили) не может поддерживать конкурентоспособность.

Данная статья решает технические вопросы изготовления высокоэффективных деталей.

1 Технологическая часть

1.1 Исходные данные

Необходимо разработать технологический процесс разработки детали Фланец по чертежу МК.01.02.04. Программа годового выпуска составляет 11000 штук в год.

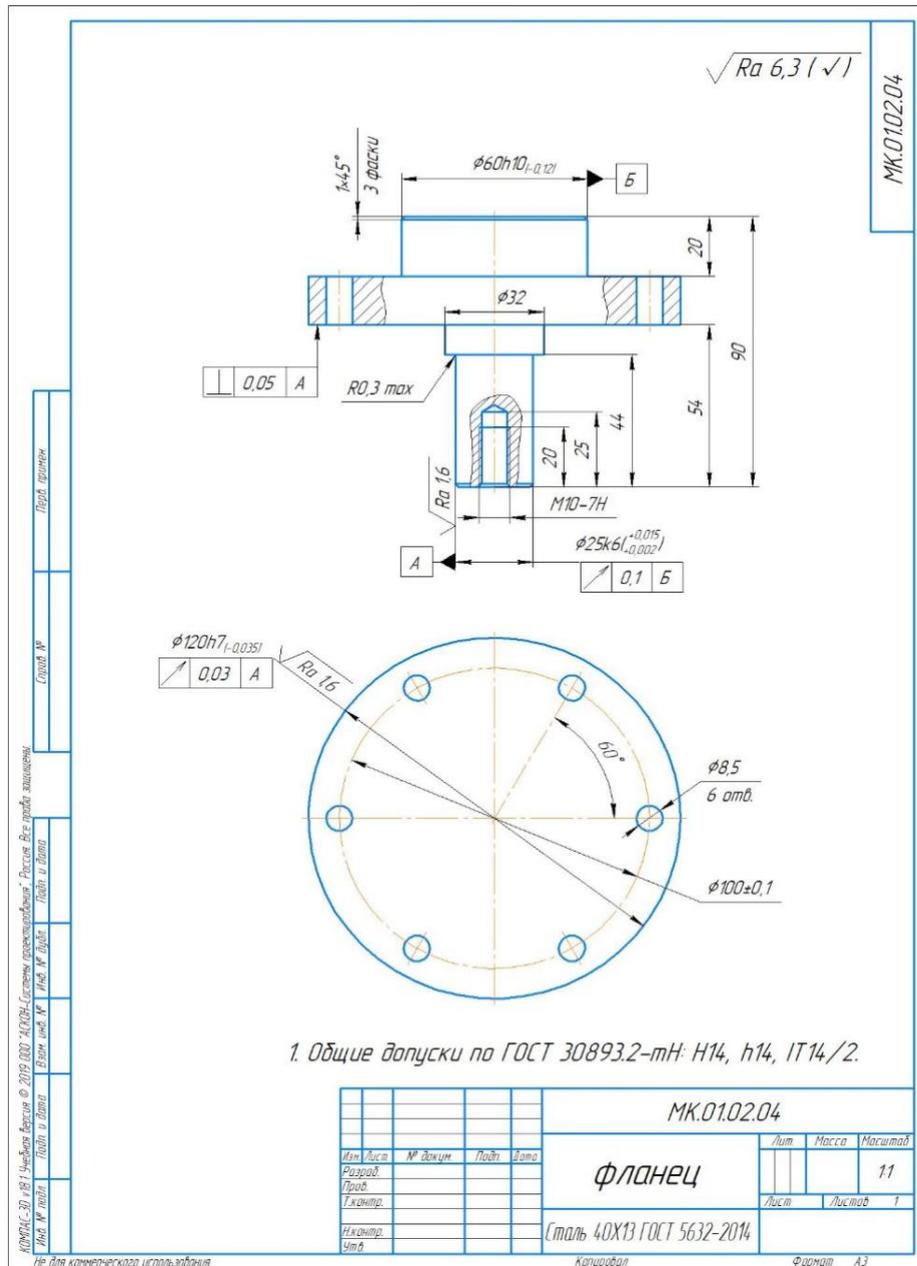


Рисунок 1.1 – чертеж детали «Фланец»

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь изготовлена из стали 40х13 ГОСТ 5632 – 2014, являющейся конструкционной, легированной, жаропрочной сталью. Данная марка стали обладает высокой прочностью, высокой устойчивостью против коррозии, легко подвергается механообработке. В химическом составе эта сталь содержит углерод, кремний, марганец, никель и другие элементы.

В качестве заготовки для детали примем поковку, благодаря чему сократим объем материала, уходящего в стружку, в следствии чего - общее сокращение времени на металлообработку. Большинство поверхностей этой детали имеют низкую шероховатость. После черновой обработки заготовки на универсальном станке некоторые поверхности детали необходимо будет обработать начисто. Требования к шероховатости поверхностей требуют применения чистовых операций.

Фланец представляет собой вращающуюся деталь. Нам нужно обработать, включая шесть отверстий ф8.5, и одно резьбовое отверстие М10. В целом деталь технологична.

1.3 Определение типа производства

Тип производства определяется следующей формулой:

$$K_{з.о.} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{сп}}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{в}}$ - такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{сп}}$ - среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Определим такт выпуска детали по следующей формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}},$$

где $F_{\text{г}}$ - годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$ - годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определим по [1, стр.22] при двусменном режиме работы: $F_{\text{г}} = 4029\text{ч}$.

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{4029 \cdot 60}{11000} = 21,98\text{мин.}$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

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

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

n - количество основных операций.

Выберем три операции ($n=3$) в качестве основных: две токарные и одна сверлильная операции.

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

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

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

$T_{o.i}$ - основное технологическое время i -ой основной операции, мин. Для первых двух токарных операций: $\varphi_{к.1} = \varphi_{к.2} = 2,14$; для долбежной $\varphi_{к.3} = 1,73$; для фрезерной $\varphi_{к.4} = 1,84$; для двух сверлильных операций $\varphi_{к.5} = \varphi_{к.6} = 1,72$.

1.Токарная операция с ЧПУ:

Переход №1: подрезка торца;

Переход №2: точить поверхность;

Переход №3: точить поверхность;

Переход №4: точить фаску.

Для первой операции (токарная с ЧПУ) $\varphi_{к.1}=2,14$.

2. Токарная операция с ЧПУ:

Переход №1: подрезка торца;

Переход №2: точить поверхность;

Переход №3: точить поверхность;

Переход №4: сверлить отверстие;

Переход №5: зенковать фаску;

Переход №6: нарезать резьбу;

Переход №7: точить поверхность;

Переход №8: точить поверхность;

Переход №9: точить фаску.

Для второй операции (токарная с ЧПУ) $\varphi_{к.1}=2,14$ $\varphi_{к.3}=1,72$.

3. Сверлильная операция с ЧПУ:

Переход №1: сверлить отверстий.

Для третья операции (сверлильная с ЧПУ) $\varphi_{к.3}=1,72$

1). Основное технологическое время первой операции определяем $T_{шт.1} = 0,037 \cdot (D_1^2 - d_1^2) \cdot 10^{-3} + 0,075 \cdot d1l1 \cdot 10^{-3} + 0,075 \cdot d2l2 \cdot 10^{-3} + 0,17 \cdot d3l3 \cdot 10^{-3} = 0,3774$ мин

$$T_{ш-к1} = \varphi_{к1} T_{01} = 2,14 \cdot 0,3774 = 0,8076$$
мин

2). Основное технологическое время второй операции определяем

$$T_{шт.1} = 0,037 \cdot (D_1^2 - d_1^2) \cdot 10^{-3} = 0,0453$$
мин

$$T_{шт.2} = 0,075 \cdot d1l1 \cdot 10^{-3} + 0,075 \cdot d2l2 \cdot 10^{-3} + 0,17 \cdot d3l3 \cdot 10^{-3} \\ + 0,52 \cdot d4l4 \cdot 10^{-3} + 0,17 \cdot d3l3 \cdot 10^{-3} + 0,17 \cdot d3l3 \\ \cdot 10^{-3} = 0,3778 \text{мин}$$

$$T_{шт.3} = 0,17 \cdot (d1l1 + d2l2 + d3l3) \cdot 10^{-3} = 0,5177 \text{мин}$$

$$T_{ш-к2} = \varphi_{к1}(T_{01} + T_{02} + T_{03}) = 2,14 \cdot 0,9408 = 2,0133 \text{мин}$$

3). Основное технологическое время третья операции определяем $T_{шт.1} = 0,52 \cdot dl \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 0,4243 \text{мин}$

$$T_{ш-к3} = \varphi_{к1} T_{01} = 1,72 \cdot 0,4243 = 0,7298 \text{мин}$$

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

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{ши}}{n} = \frac{0,8076 + 2,0133 + 0,7298}{3} = 1,184 \text{ мин}$$

Тип производства рассчитаем по формуле (1):

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{21,98}{1,184} = 18,56$$

Так как $10 < K_{з,о} = 18,56 < 20$, то тип производства: среднесерийный.

1.4 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

В качестве заготовки выбираем поковку. Выбор сделан с учетом чертежа (габаритные размеры, масса, материал) и типа производства – среднесерийного. Эскиз заготовки на рис 2.

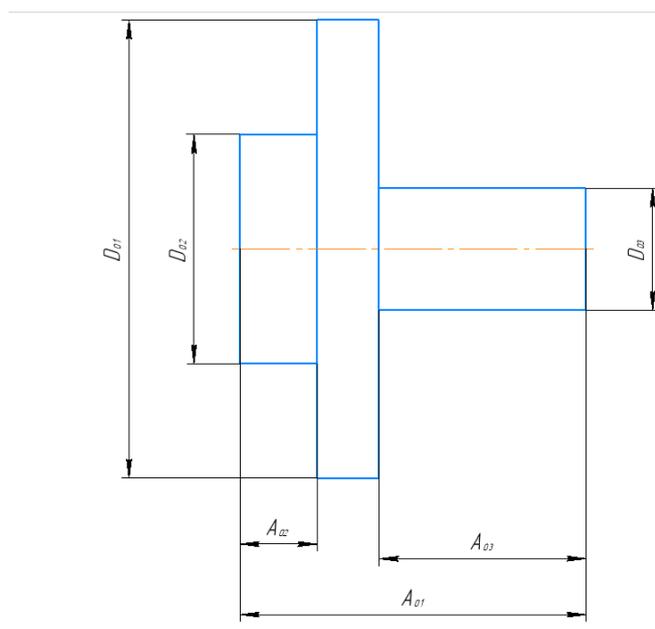


Рисунок 2.

Рисунок 1.2 Исходная заготовка

Таблица 1.1 - Химический состав в % материала стали 40X13

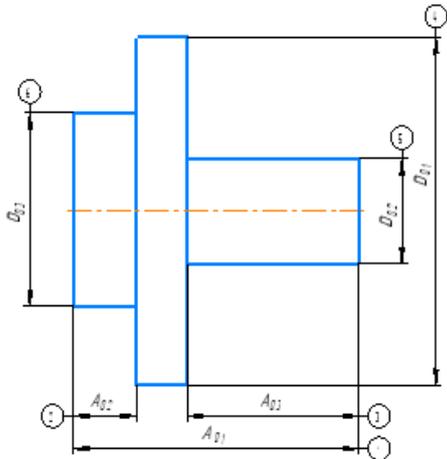
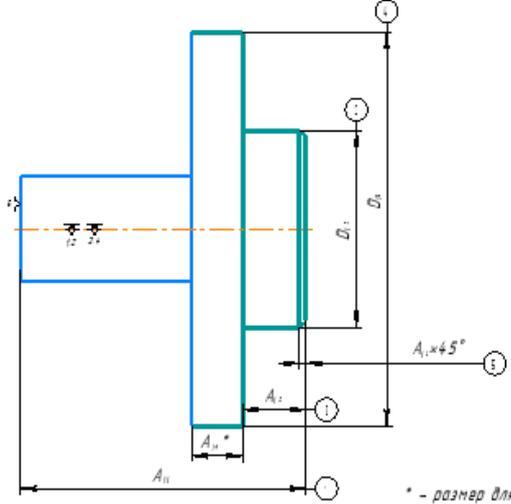
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr
0,35- 0,44	До 0,6	До 0,6	До 0,6	До 0,025	До 0,03	12-14

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 40X13

НВ(МПа)	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	σ_5 (%)	K(Дж)
51	1390	1680	7	55

1.5 Разработка маршрута технологии изготовления процесса фланца

Маршрутная карта представлена в таблице 1.3. Таблица 1.3

Операция	Переход	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
0	A 1	<p>Заготовительная</p> <p>Надать выдержку размеры 1-6</p> 	
005	A 1 2 3 4	<p>Токарная</p> <p>Установить и снять деталь.</p> <p>Подрезать торец, выдержка размер 1.</p> <p>Точить поверхность, выдержка размер 2 и 3.</p> <p>Точить поверхность, выдержка размер 4.</p> <p>Точить фаску, выдержка размер 5</p>	 <p>* – размер для справа к</p>

010	A	Токарная	<p>Установить и снять деталь</p> <p>1 Подрезать торец, выдержав размер 1</p> <p>2 Точить по верхности, выдерживая размеры 2 и 3</p> <p>3 Точить по верхности, выдерживая размеры 4 и 5</p> <p>4 Сверлить отверстие, выдерживая размеры 6 и 7.</p> <p>5 Зенковать фаску, выдерживая размер 8.</p> <p>6 Нарезать резьбу, выдерживая размеры 9 и 10</p>			
		7			Точить по верхности, выдерживая размеры 12 и 11	
		8			Точить по верхности, выдерживая размеры 13	
		9			Точить фаску, выдерживая размер 14.	

* - размер для справок

015	A	Сверлильная	<p>Установить и снять деталь.</p> <p>1 Сверлить 6 отверстий, выдержав размеры 1 и 2.</p>	
	1			

* - размер для справок.

1.6 Построение расчётной схемы и изготовление граф технологических цепей

“Расчётная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающее звено в цепи операционной техники - припуск на обработку поверхности и проектный размер, извлекаемый непосредственно из чертежа. Помимо замкнутых звеньев в технологической цепи, существуют также звенья, образующие технологический размер, приобретенный во всех операциях (переходе) по переработке продукции.” [2, стр. 21].

В ходе разработки маршрутной карты для изготовления детали Фланец (рис. 1.3). Были выявлены технологические и конструкторские размеры, а так же припуски на обработку. Далее будут представлены соответствующие расчеты.

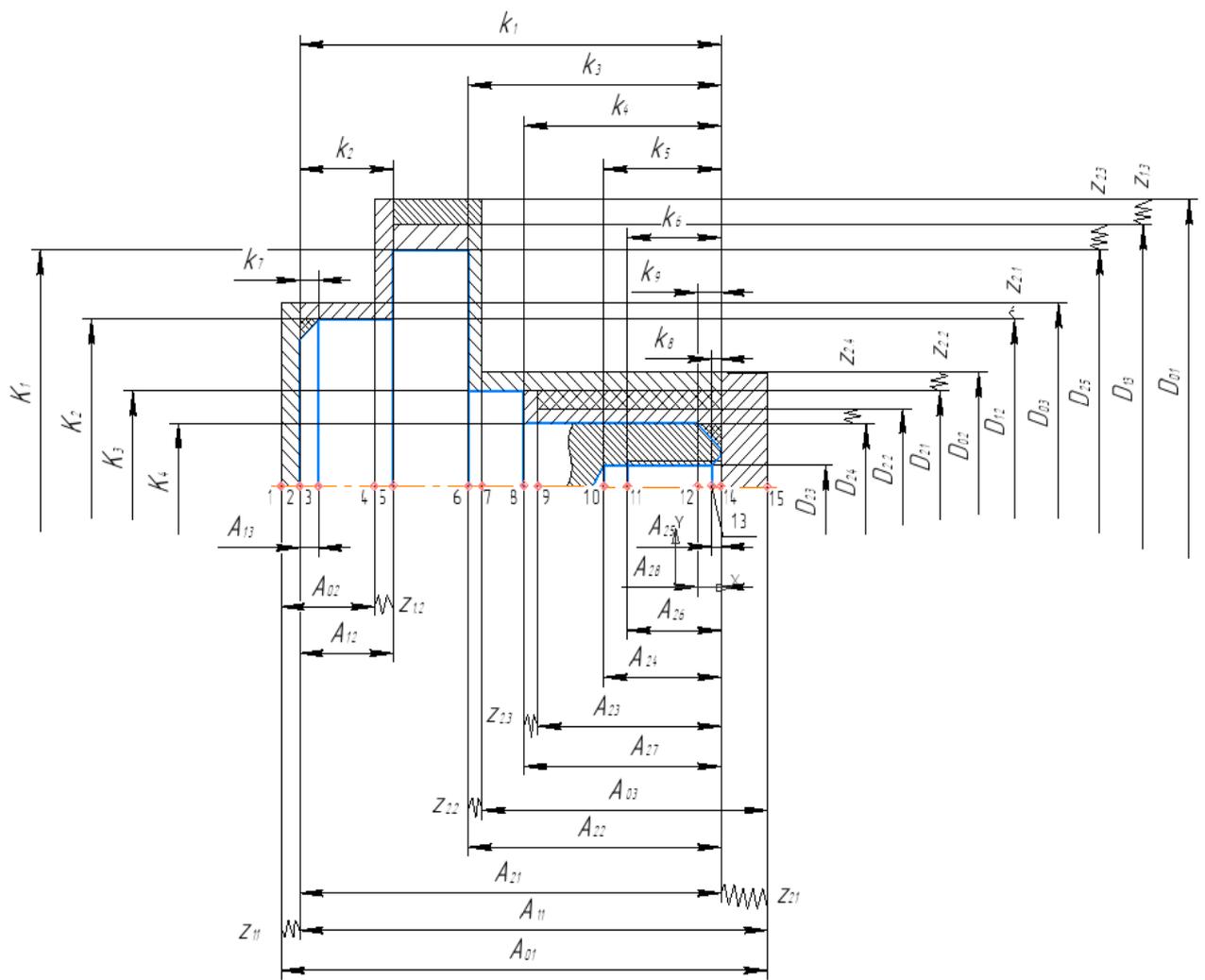


Рисунок 1.3 Размерная схема

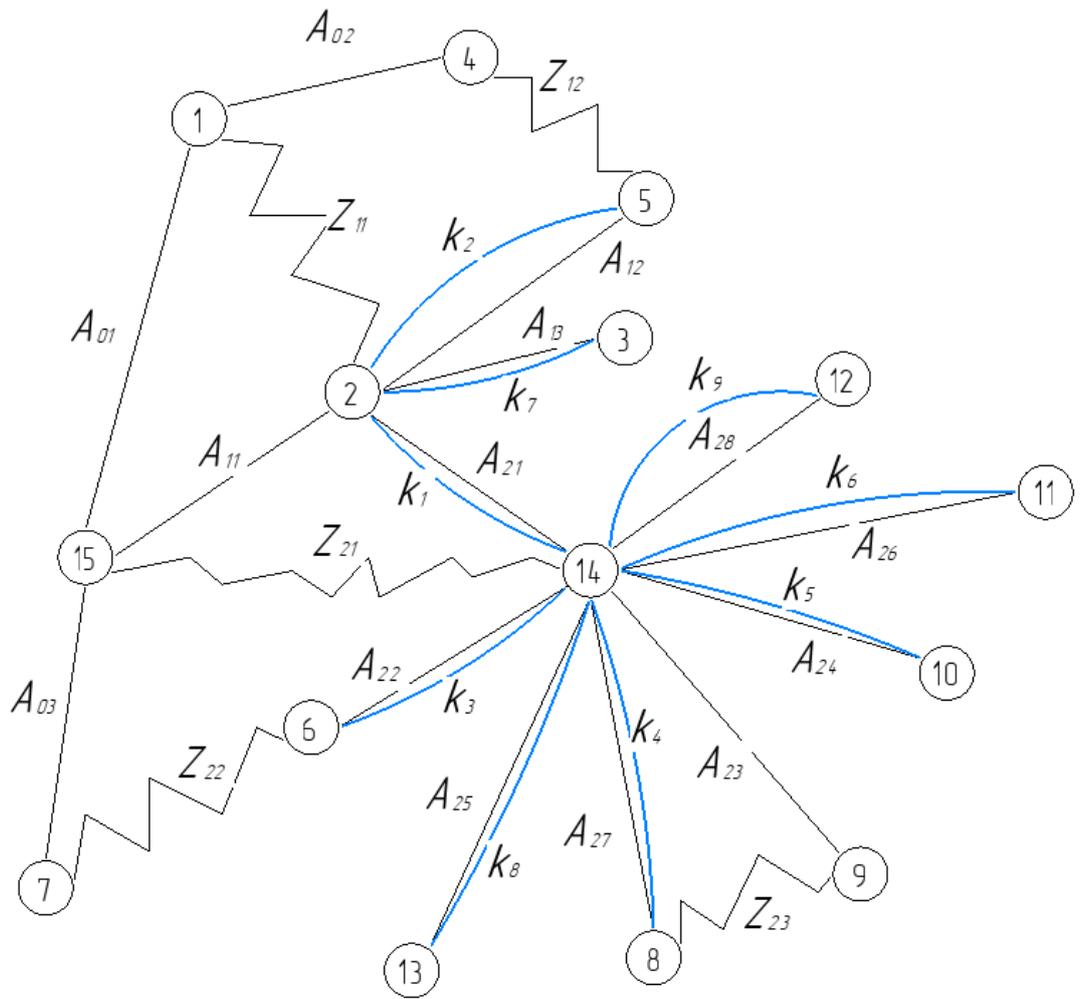


Рисунок 1.4 Граф технологических размерных цепей

Получается: $T=15$, $A=14$, $K=9$, $Z=5$.

По формуле: $T=A+1=14+1=15$, $A=K+Z=9+5=14$,

Это значит, что размерная схема изготовлена верно.

1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

1.7.1 Допуски на конструкторские размеры

$$TK_1 = (90)_{-0,87} = 0,87 \text{ мм};$$

$$TK_2 = (20)_{-0,26}^{+0,26} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_3 = (54)_{-0,37}^{+0,37} = 0,74 \text{ мм};$$

$$TK_4 = (44)_{-0,31}^{+0,31} = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_5 = (25)_{-0,26}^{+0,26} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_6 = (20)_{-0,26}^{+0,26} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_7 = (1)_{-0,125}^{+0,125} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_8 = (1)_{-0,18}^{+0,18} = 0,36 \text{ мм};$$

$$TK_9 = (1)_{-0,125}^{+0,125} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{D1} = 120_{-0,035} = 0,035 \text{ мм};$$

$$TK_{D2} = 60_{-0,12} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_{D3} = 32_{-0,62} = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_{D4} = 25_{+0,002}^{+0,015} = 0,013 \text{ мм};$$

1.7.2 Допуски на технологические размеры

1.7.2.1 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Для того, чтобы найти допуск на диаметральный размер, воспользуемся следующей формулой: [2, стр. 38]:

$$TD_i = \omega_{ci}, \quad (5)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

Допуски назначит, руководствуясь [2, стр. 74]:

$$TD_{12} = 60_{-0,12} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{13} = 121_{-0,25} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TD_{21} = 32_{-0,12} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{22} = 25_{-0,084} = 0,084 \text{ мм};$$

$$TD_{23} = 10^{+0,12} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{24} = 25^{+0,015}_{+0,002} = 0,013 \text{ мм};$$

$$TD_{25} = 120_{-0,035} = 0,035 \text{ мм};$$

По массе (1,8 - 3,2 кг), по стали (40x13 ГОСТ 380 - 94 сталь) - М2, по ГОСТ 7505 - 89 устанавливаются допуски на размер поковок. Степень сложности С3 для горячештамповочной машины. Далее, найдем исходный индекс по рис.5. Определим степень сложности как С3 и степень точности поковок (горячештамповочная машина) - Т2 находим исходный индекс на рис. 5.

Определение исходного индекса

Масса поковки, кг	Группа стали			Степень сложности поковки				Класс точности поковки					Исходный индекс	
	M1	M2	M3	C1	C2	C3	C4	T1	T2	T3	T4	T5		
До 0,5 Включ.														1
св. 0,5 до 1,0 "														2
" 1,0 " 1,8 "														3
" 1,8 " 3,2 "														4
" 3,2 " 5,6 "														5
" 5,6 " 10,0 "														6
" 10,0 " 20,0 "														7
" 20,0 " 50,0 "														8
" 50,0 " 125,0 "														9

рис. 5. Определение исходного индекса.

Исходный индекс – 9.

Далее по рис. 6 назначаем допуски:

Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров поковок																
мм																
Исходный индекс	Наибольшая толщина поковки															
	до 40		40—63		63—100		100—160		160—250		св. 250					
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки															
	до 40		40—100		100—160		160—250		250—400		400—630		630—1000		1000—1600	
1	0,3	+0,2 -0,1	0,4	+0,3 -0,1	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	—	—	—	—	—	—
2	0,4	+0,3 -0,1	0,5	+0,3 -0,2	0,5	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	—	—	—	—
3	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	—	—
4	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	—	—
5	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+0,3 -0,7
6	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8
7	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9
8	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0
9	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1

Рис.6. Допуски и допускаемые отклонения размеров поковок.

Таким образом, определим допуски на размерах поковки:

$$TD_{01} = 125_{-0,5}^{+1,1} = 1,6 \text{ мм};$$

$$TD_{02} = 35_{-0,4}^{+0,8} = 1,2 \text{ мм};$$

$$TD_{03} = 65_{-0,5}^{+0,9} = 1,4 \text{ мм};$$

1.7.2.2 Определение допусков на осевые технологические размеры

Назначим допуски на линейные размеры для поковки по ГОСТ 7505-89:

$$TA_{01} = (95)_{-0,5}^{+0,9} = 1,4 \text{ мм};$$

$$TA_{02} = (20)_{-0,4}^{+0,8} = 1,2 \text{ мм};$$

$$TA_{03} = (55)_{-0,5}^{+0,9} = 1,4 \text{ мм};$$

Используя формулу (6), определим допуски на осевые технологические размеры [2, стр. 38]:

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

где ω_{ci} - статистическая погрешность, мм;

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

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

Остаточное пространственное отклонение поковки на одну сторону $\rho_{и} =$
500 мкм.

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{11} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,25 + 0,5 + 0 = 0,75 \text{ мм}$$

$$TA_{12} = \omega_c + \rho_{и1} + \varepsilon_{\delta} = 0,2 + 0 + 0 = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{13} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{21} = \omega_c + \rho_{и1} + \varepsilon_6 = 0,25 + 0,03 + 0 = 0,28 \text{ мм}$$

$$TA_{22} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,2 + 0 + 0 = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{23} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,2 + 0 + 0 = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{24} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{25} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{26} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{27} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{28} = \omega_c + \rho_{и3} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

1.7.2.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

Воспользуемся формулой для проверки точности расчетов (при расчете методом max-min.) [2, стр. 60]:

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

Схема размерной цепи №1 для конструкторского размера К1 (Рис. 7):

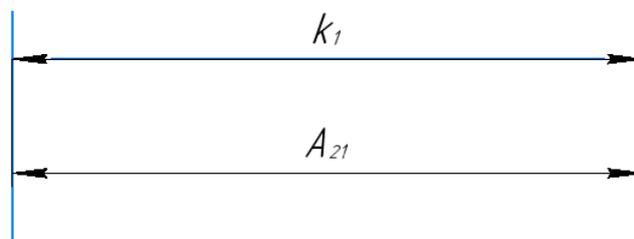


Рис. 7. Размерная цепь № 1

$$TK_1 = 0,87 \text{ мм}; \quad TA_{21} = 0,28 \text{ мм}$$

Конструкторский размер К1 выдерживается непосредственно.

Схема размерной цепи №2 для конструкторского размера К2 (рис. 8).

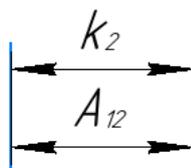


Рис. 8. Размерная цепь № 2

$$TK_2 = 0,52 \text{ мм}; \quad TA_{12} = 0,2 \text{ мм}$$

Конструкторский размер К2 выдерживается непосредственно.

Схема размерной цепи №3 для конструкторского размера К3 (рис. 9).

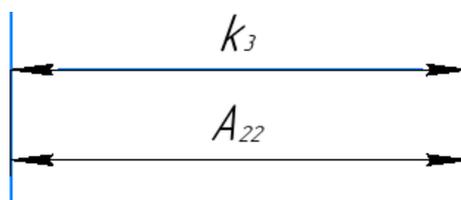


Рис. 9. Размерная цепь № 3

$$TK_3 = 0,74 \text{ мм}; \quad TA_{22} = 0,2 \text{ мм}$$

Конструкторский размер К3 выдерживается непосредственно.

Схема размерной цепи №4 для конструкторского размера К4 (рис. 10).

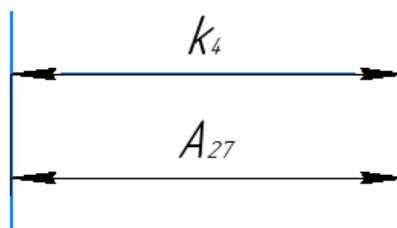


Рис. 10. Размерная цепь № 4

$$TK_4 = 0,62 \text{ мм}; \quad TA_{27} = 0,12 \text{ мм}$$

Конструкторский размер К4 выдерживается непосредственно.

Схема размерной цепи №5 для конструкторского размера К5 (рис. 11).

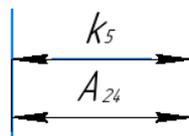


Рис. 11. Размерная цепь № 5

Конструкторский размер K_5 выдерживается непосредственно.

Схема размерной цепи №6 для конструкторского размера K_6 (рис. 12).

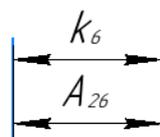


Рис. 12. Размерная цепь № 6

$$TK_6 = 0,52 \text{ мм}; \quad TA_{26} = 0,12 \text{ мм}$$

Конструкторский размер K_6 выдерживается непосредственно.

Схема размерной цепи №7 для конструкторского размера K_7 (рис. 13).

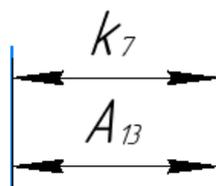


Рис. 13. Размерная цепь № 7

$$TK_7 = 0,25; \quad TA_{13} = 0,12 \text{ мм}$$

Конструкторский размер K_7 выдерживается непосредственно.

Схема размерной цепи №8 для конструкторского размера K_8 (рис. 14).

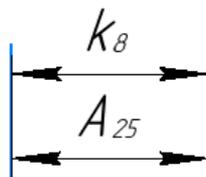


Рис. 14. Размерная цепь № 8

$$TK_8 = 1,15 \text{ мм}; \quad TA_{25} = 0,12 \text{ мм}$$

Конструкторский размер K_8 выдерживается непосредственно.

Схема размерной цепи №9 для конструкторского размера K_9 (рис. 15).

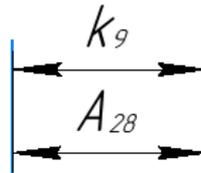


Рис. 15. Размерная цепь № 9

$$TK_9 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{28} = 0,12 \text{ мм}$$

Конструкторский размер K_9 выдерживается непосредственно.

Схема размерной цепи №10 для конструкторского диаметального размера KD_1 (рис. 16).

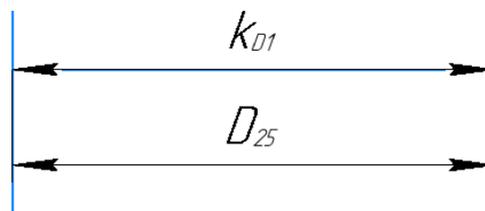


Рис. 16. Размерная цепь № 10

$$TK_{D1} = 0,035 \text{ мм}; \quad TD_{25} = 0,035 \text{ мм}$$

Конструкторский диаметальный размер KD_1 выдерживается непосредственно.

Схема размерной цепи №11 для конструкторского диаметального размера KD_2 (рис. 17).

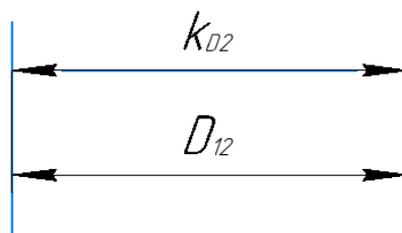


Рис. 17. Размерная цепь № 11

$$TK_{D2} = 0,12 \text{ мм}; \quad TD_{12} = 0,12 \text{ мм}$$

Конструкторский диаметральный размер KD2 выдерживается непосредственно.

Схема размерной цепи №12 для конструкторского диаметрального размера KD3 (рис. 18).

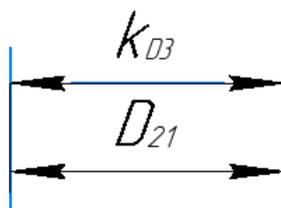


Рис. 18. Размерная цепь № 12

$$TK_{D3} = 0,62 \text{ мм}; \quad TD_{21} = 0,12 \text{ мм}$$

Конструкторский диаметральный размер KD3 выдерживается непосредственно.

Схема размерной цепи №13 для конструкторского диаметрального размера KD4 (рис. 19).

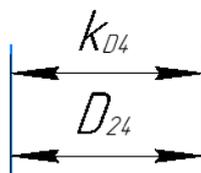


Рис. 19. Размерная цепь № 13

$$TK_{D4} = 0,013 \text{ мм}; \quad TD_{24} = 0,013 \text{ мм}$$

Конструкторский диаметральный размер KD4 выдерживается непосредственно.

1.7.3 Расчёт припусков на обработку заготовки

Процесс определения оптимальных технологических припусков и допусков имеет важное значение, как с технологической точки зрения, так и с экономической. Увеличенные величины линейных и диаметральных размеров приведет к лишнему расходу материала, а также к необходимости перехода на дополнительные технологии, увеличить трудоемкость процесса обработки, потребление энергии и инструментов и повысить стоимость обработки деталей. Из - за недостатка запасов и увеличения числа браков возрастает стоимость производства.

На основе оптимального остаточного количества можно разумно определить качество исходной детали, режим резки и временные нормы механической обработки.

Выбор избыточного количества заготовок зависит от экономически приемлемого способа обработки, конфигурации продукции и ее веса. расчет излишков может производиться на основе статистических и аналитических методов.

Метод анализа заключается в анализе производственных ошибок, возникающих при обработке отдельных изделий, определении размеров обрабатываемых деталей, остаточного компонента и его сложения.

Общий припуск – это слой материала, снимаемый механически с помощью режущего инструмента, необходимый для получения требуемой шероховатости

и геометрии. Промежуточный припуск – слой материала, снимаемый механически с помощью режущего инструмента, необходимый для получения промежуточных (технологических) размеров. Припуск должен быть достаточным для удаления необходимого металлического слоя из заготовки, а также для компенсации ошибок установки.

Метод расчётного анализа позволяет приблизить размеры заготовки к размерам реальной деталей и уменьшить общее время механообработки.

1.7.3.1 Расчет припусков на диаметральные размеры

Определим минимальный припуск на диаметр по формуле [2, стр. 47]:

$$2 \cdot z_{i\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (8)$$

где $z_{i\min}$ - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

Rz_{i-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

ε_i - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм.

Припуски $2 \cdot Z_{13}$:

Припуск расчетного $z_{13\min}$:

$$2 \cdot z_{13\min} = 2 \cdot (400 + 500 + \sqrt{140^2 + 50^2}) = 2097 \text{ мкм.}$$

Допуск звена $T2Z_{13}$:

$$T2Z_{13} = TD_{01} + TD_{13} = 1600 + 250 = 1850 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного $2Z_{13max}$:

$$2Z_{13max} = 2 \cdot z_{13min} + T2Z_{13} = 2097 + 1850 = 3947 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного $2Z_{13cp}$:

$$2Z_{13cp} = \frac{2 \cdot z_{13min} + 2 \cdot z_{13max}}{2} \pm \frac{T2Z_{13}}{2} = 3022 \pm 925 \text{ мкм.}$$

Припуски $2 \cdot Z_{21}$:

Припуск расчетного z_{21min} :

$$2 \cdot z_{21min} = 2 \cdot (400 + 500 + \sqrt{140^2 + 50^2}) = 2097 \text{ мкм.}$$

Допуск звеньев $T2Z_{21}$:

$$T2Z_{21} = TD_{03} + TD_{12} = 1400 + 120 = 1520 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного $2Z_{21max}$:

$$2Z_{21max} = 2 \cdot z_{21min} + T2Z_{21} = 2097 + 1520 = 3617 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного $2Z_{21cp}$:

$$2Z_{21cp} = \frac{2 \cdot z_{21min} + 2 \cdot z_{21max}}{2} \pm \frac{T2Z_{21}}{2} = 2857 \pm 760 \text{ мкм.}$$

Припуски $2 \cdot Z_{22}$:

Припуск расчетного $2 \cdot z_{22min}$:

$$2 \cdot z_{22min} = 2 \cdot (400 + 500 + \sqrt{140^2 + 50^2}) = 2097 \text{ мкм.}$$

Допуск звеньев $T2Z_{22}$:

$$T2Z_{22} = TD_{02} + TD_{21} = 1200 + 120 = 1320 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного $2Z_{22max}$:

$$2Z_{22max} = 2 \cdot z_{22min} + T2Z_{22} = 2097 + 1320 = 3417 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного $2Z_{22cp}$:

$$2Z_{22cp} = \frac{2 \cdot z_{22min} + 2 \cdot z_{22max}}{2} \pm \frac{T2Z_{22}}{2} = 2757 \pm 660 \text{ мкм.}$$

Припуски $2 \cdot Z_{24}$:

Припуск расчетного $2 \cdot z_{24min}$:

$$2 \cdot z_{24min} = 2 \cdot (20 + 25 + \sqrt{70^2 + 10^2}) = 230 \text{ мкм.}$$

Допуск звеньев $T2Z_{24}$:

$$T2Z_{24} = TD_{22} + TD_{24} = 84 + 13 = 97 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного $2Z_{24max}$:

$$2Z_{24max} = 2 \cdot z_{24min} + T2Z_{24} = 230 + 97 = 327 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного $2Z_{24cp}$:

$$2Z_{24cp} = \frac{2 \cdot z_{24min} + 2 \cdot z_{24max}}{2} \pm \frac{T2Z_{24}}{2} = 278,5 \pm 48,5 \text{ мкм.}$$

Припуски $2 \cdot Z_{23}$:

Припуск расчетного $2 \cdot z_{23min}$:

$$2 \cdot z_{23min} = 2 \cdot (20 + 25 + \sqrt{140^2 + 20^2}) = 372 \text{ мкм.}$$

Допуск звеньев $T2Z_{23}$:

$$T2Z_{23} = TD_{13} + TD_{25} = 250 + 35 = 285 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного $2Z_{23max}$:

$$2Z_{23max} = 2 \cdot z_{23min} + T2Z_{23} = 372 + 285 = 657 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного $2Z_{23cp}$:

$$2Z_{23cp} = \frac{2 \cdot z_{23min} + 2 \cdot z_{23max}}{2} \pm \frac{T_{2Z_{23}}}{2} = 514,5 \pm 142,5 \text{ мкм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 2.

Таблица 2.

Расчетный припуск	Элементы припуска				Расчетный минимальный припуск, мкм	Сумма допуск ов звеньев в в цепи, мкм	Расчетный максимальный припуск, мкм	Расчетный средний припуск, мкм
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_i				
$2Z_{13}$	400	500	50	500	2097	1850	3947	3022±925
$2Z_{21}$	100	100	50	420	2097	1520	3617	2857±760
$2Z_{22}$	100	100	30	370	2097	1320	3417	1708,5±660
$2Z_{23}$	100	100	30	320	372	285	657	514,5±142,5
$2Z_{24}$	20	25	10	320	230	213	943	278,5±48,5

1.7.3.2 Расчет припусков на осевые размеры

Определим припуск на линейные размеры по формуле из [2, стр. 47]:

$$z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (9)$$

Припуски Z_{11} :

Припуск расчетного $z_{11\min}$:

$$z_{11\min} = 400 + 500 + 30 = 930 \text{ мкм.}$$

Допуск звеньев TZ_{11} :

$$TZ_{11} = TA_{01} + TA_{11} = 1400 + 750 = 2150 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного $Z_{11\max}$:

$$Z_{11\max} = z_{11\min} + TZ_{11} = 930 + 2150 = 3080 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного $Z_{11\text{cp}}$:

$$Z_{11\text{cp}} = \frac{z_{11\min} + z_{11\max}}{2} \pm \frac{TZ_{11}}{2} = 2005 \pm 1075 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_{12} :

Припуск расчетного $z_{12\min}$:

$$z_{12\min} = 400 + 500 + 30 = 930 \text{ мкм.}$$

Допуск звеньев TZ_{12} : $TZ_{12} = TA_{01} + TA_{11} + TA_{02} + TA_{12} = 3550 \text{ мкм.}$

Припуск расчетного $Z_{12\max}$:

$$Z_{12\max} = z_{12\min} + TZ_{12} = 930 + 3550 = 4480 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного среднего:

$$Z_{12\text{cp}} = \frac{z_{12\min} + z_{12\max}}{2} \pm \frac{TZ_{12}}{2} = 2705 \pm 1775 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_{22} :

Припуск расчетного z_{22min} :

$$z_{22min} = 400 + 500 + 30 = 930 \text{ мкм.}$$

Допуск звеньев TZ_{22} :

$$TZ_{22} = TA_{22} + TA_{11} + TA_{03} + TA_{21} = 2630 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного Z_{22max} :

$$Z_{22max} = z_{22min} + TZ_{22} = 930 + 2630 = 3560 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного Z_{22cp} :

$$Z_{22cp} = \frac{z_{22min} + z_{22max}}{2} \pm \frac{TZ_{22}}{2} = 2245 \pm 1315 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_{23} :

Припуск расчетного z_{23min} :

$$z_{23min} = 20 + 25 + 100 + 20 = 165 \text{ мкм.}$$

Допуск звеньев:

$$TZ_{23} = TA_{23} + TA_{27} = 320 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного Z_{23max} :

$$Z_{23max} = z_{23min} + TZ_{23} = 165 + 320 = 485 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного Z_{23cp} :

$$Z_{23cp} = \frac{z_{23min} + z_{23max}}{2} \pm \frac{TZ_{23}}{2} = 325 \pm 160 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_{21} :

Припуск расчетного z_{21min} :

$$z_{21min} = 400 + 500 + 30 = 930 \text{ мкм.}$$

Допуск звеньев TZ_{21} : $TZ_{21} = TA_{21} + TA_{11} = 1030 \text{ мкм.}$

Припуск расчетного Z_{21max} :

$$Z_{21max} = z_{21min} + TZ_{21} = 930 + 1030 = 1960 \text{ мкм.}$$

Припуск расчетного Z_{21cp} :

$$Z_{21cp} = \frac{z_{21min} + z_{21max}}{2} \pm \frac{TZ_{21}}{2} = 1445 \pm 515 \text{ мкм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 3

Таблица 3

Расчетный припуск	Элементы припуска				Расчетный минимальный припуск, мкм	Сумма допусков звеньев в цепи, мкм	Расчетный максимальный припуск, мкм	Расчетный средний припуск, мкм
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_i				
Z_{11}	400	500	120	30	930	2150	3080	2005 ± 107 5
Z_{12}	100	100	90	30	930	3550	4480	2705 ± 177 5
Z_{22}	100	100	110	30	930	2630	3560	2245 ± 131 5
Z_{23}	20	25	100	20	165	320	485	325 ± 160
Z_{21}	400	500	120	30	930	1030	1960	1445 ± 515

1.7.4 Расчёт технологических размеров

1.7.4.1 Расчет технологических размеров на диаметральные размеры

Для расчета технологических размеров будем основываться на анализе предыдущих размеров. Далее, составим размерные цепи.

Построим размерную цепь при обработке вала $\varnothing 25k6^{+0,015}_{+0,002}$ мм (рис. 18).

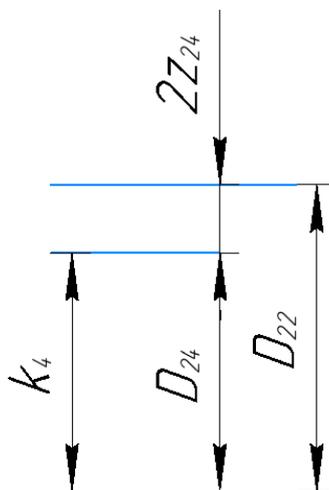


Рис. 18. Размерная цепь для расчета технологического размера при обработке вала $\varnothing 25k6$

Технологический размер D_{24} и конструкторский размер K_{D4} должны равны т.е.:

$$D_{24} = K_{D4} = \varnothing 25k6^{+0,015}_{+0,002} \text{ мм}$$

Определим $D_{24\text{ср}}$, чтобы посчитать технологический размер D_{22} :

$$D_{24\text{ср}} = 25,0085 \text{ мм, тогда}$$

$$D_{22\text{ср}} = D_{24\text{ср}} + 2Z_{24\text{ср}} = 25,0085 + 0,2785 = 25,287 \text{ мм,}$$

$$\text{поэтому } TD_{22} = 0,084 \text{ мм, то } D_{22\text{расч}} = 25,329^{(0)}_{(-0,084)} \text{ мм}$$

Округлим номинальный размер в меньшую сторону с точностью до одной десятой миллиметров:

$$D_{22} = 25,3({}_{-0,084}^0)\text{мм}$$

Минимальное и максимальное значения получаются при чистовом точении:

$$2Z_{24\max} = D_{22\max} - D_{24\min} = 25,3 - 25,002 = 0,298 \text{ мм}$$

$$2Z_{24\min} = D_{22\min} - D_{24\max} = 25,216 - 25,015 = 0,201 \text{ мм}$$

Глубину резания вычислим по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$

Вычислим среднюю глубину резания $t_{\text{ср}}$:

$$t_{24\text{ср}} = \frac{t_{24\max} + t_{24\min}}{2} = \frac{0,149 + 0,1005}{2} = 0,12475 \text{ мм}$$

Построение размерной цепи при обработке вала $\varnothing 32_{-0,12}^0\text{мм}$ (рис. 19).

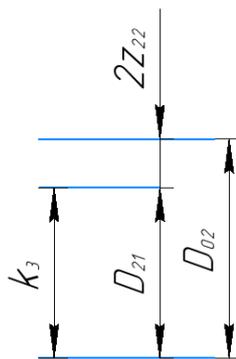


рис. 19. Размерная цепь для расчета технологического размера при обработке вала $\varnothing 32$

Технологический размер D_{21} и конструкторский размер K_{D3} должны равны, т.е.:

$$D_{21} = K_{D3} = \varnothing 32_{-0,12}^0\text{мм}$$

Определим $D_{24\text{ср}}$, чтобы получить технологический размер D_{02} :

$$D_{21\text{ср}} = 31,94 \text{ мм, тогда}$$

$$D_{02\text{ср}} = D_{21\text{ср}} + 2Z_{22\text{ср}} = 31,94 + 2,757 = 34,697\text{мм,}$$

Поэтому $TD_{02} = 1,2$ мм, то $D_{02расч} = 34,497^{(+0,8)}_{(-0,4)}$ мм

Необходимо произвести округление номинальный размер с точностью до десятых долей миллиметра (в меньшую сторону):

$$D_{02} = 34,5^{(+0,8)}_{(-0,4)} \text{ мм}$$

Определим минимальное и максимальное значения при черновой обработки:

$$2Z_{22max} = D_{02max} - D_{21min} = 35,3 - 31,88 = 3,42 \text{ мм}$$

$$2Z_{22min} = D_{02min} - D_{21max} = 34,1 - 32 = 2,1 \text{ мм}$$

Глубину резания вычислим по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$

Вычислим среднюю глубину резания $t_{ср}$:

$$t_{22ср} = \frac{t_{22max} + t_{22min}}{2} = \frac{1,71 + 1,05}{2} = 1,38 \text{ мм}$$

Построение размерной цепи при обработке вала $\varnothing 60h10^0_{-0,12}$ мм (рис. 20).

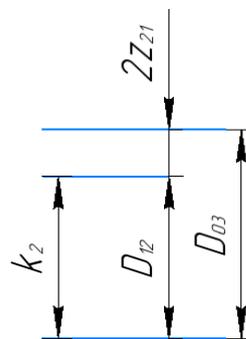


рис. 20. Размерная цепь для расчета технологического размера при обработке вала $\varnothing 60h10$

Технологический размер D_{21} и конструкторский размер K_{D2} должны равны, т.е.:

$$D_{12} = K_{D2} = \varnothing 60^0_{-0,12} \text{ мм}$$

Определим $D_{12ср}$, чтобы получить технологический размер D_{03} :

$$D_{12ср} = 59,94 \text{ мм.}$$

$$D_{03ср} = D_{12ср} + 2Z_{21ср} = 59,94 + 2,857 = 62,797 \text{ мм}$$

поэтому $TD_{03} = 1,4$ мм, то $D_{03\text{расч}} = 62,597^{(+0,9)}_{(-0,5)}$ мм

Необходимо произвести округление номинальный размер с точностью до десятых долей миллиметра (в меньшую сторону):

$$D_{03} = 62,6^{(+0,9)}_{(-0,5)} \text{ мм}$$

Определим минимальное и максимальное значения при черновой обработки:

$$2Z_{21\text{max}} = D_{03\text{max}} - D_{12\text{min}} = 63,5 - 59,88 = 3,62 \text{ мм}$$

$$2Z_{21\text{min}} = D_{03\text{min}} - D_{12\text{max}} = 62,1 - 60 = 2,1 \text{ мм}$$

Глубину резания вычислим по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$

Вычислим среднюю глубину резания $t_{\text{ср}}$:

$$t_{21\text{ср}} = \frac{t_{21\text{max}} + t_{21\text{min}}}{2} = \frac{1,81 + 1,05}{2} = 1,43 \text{ мм}$$

Построение размерной цепи для обработки вала $\varnothing 120h7^0_{-0,035}$ мм (рис. 21).

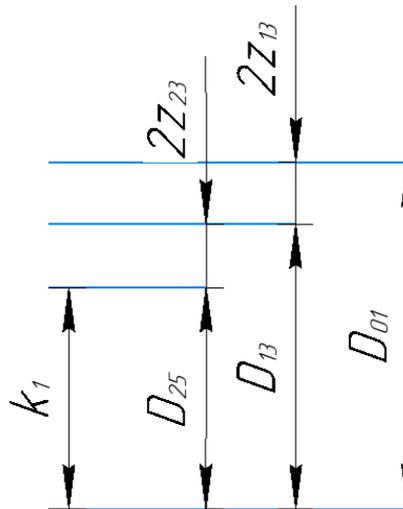


Рис. 21. Размерная цепь для расчета технологического размера при обработке вала $\varnothing 120h7$

Технологический размер D_{25} и конструкторский размер K_{D1} должны равны, т.е.:

$$D_{25} = K_{D1} = \varnothing 120h7^0_{-0,035} \text{ мм}$$

Определим $D_{25\text{ср}}$, чтобы получить технологический размер D_{13} :

$$D_{25\text{cp}} = 119,9825 \text{ мм.}$$

$$D_{13\text{cp}} = D_{25\text{cp}} + 2Z_{23\text{cp}} = 119,9825 + 0,5145 = 120,497 \text{ мм}$$

Поэтому $TD_{13} = 0,25 \text{ мм}$, то $D_{13\text{расч}} = 120,622({}_{-0,25}^0) \text{ мм}$

Необходимо произвести округление номинальный размер с точностью до десятых долей миллиметра (в меньшую сторону):

$$D_{13} = 120,6({}_{-0,25}^0) \text{ мм}$$

Определим минимальное и максимальное значения при черновой обработки:

$$2Z_{23\text{max}} = D_{13\text{max}} - D_{25\text{min}} = 120,6 - 119,965 = 0,635 \text{ мм}$$

$$2Z_{23\text{min}} = D_{13\text{min}} - D_{25\text{max}} = 120,35 - 120 = 0,35 \text{ мм}$$

Глубину резания вычислим по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$

Вычислим среднюю глубину резания t_{cp} :

$$t_{23\text{cp}} = \frac{t_{23\text{max}} + t_{23\text{min}}}{2} = \frac{0,3175 + 0,175}{2} = 0,24625 \text{ мм}$$

Определим $D_{25\text{cp}}$, чтобы получить технологический размер D_{01} :

$$D_{13\text{cp}} = 120,497 \text{ мм}$$

$$D_{01\text{cp}} = D_{13\text{cp}} + 2Z_{13\text{cp}} = 120,497 + 3,022 = 123,519 \text{ мм}$$

поэтому $TD_{01} = 1,6 \text{ мм}$, то $D_{01\text{расч}} = 123,219({}_{-0,5}^{+1,1}) \text{ мм}$

Необходимо произвести округление номинальный размер с точностью до десятых долей миллиметра (в меньшую сторону):

$$D_{01} = 123,2({}_{-0,5}^{+1,1}) \text{ мм}$$

Определим минимальное и максимальное значения при черновой обработки:

$$2Z_{13\text{max}} = D_{01\text{max}} - D_{13\text{min}} = 124,3 - 120,35 = 3,95 \text{ мм}$$

$$2Z_{13\min} = D_{01\min} - D_{13\max} = 122,7 - 120,6 = 2,1 \text{ мм}$$

Глубину резания вычислим по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$

Вычислим среднюю глубину резания $t_{\text{ср}}$:

$$t_{13\text{ср}} = \frac{t_{13\max} + t_{13\min}}{2} = \frac{1,975 + 1,05}{2} = 1,5125 \text{ мм}$$

Данные величины расчеты приводятся в таблице 4

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания	Средняя глубина резания
D ₂₄	25 ^{+0,015} _{+0,002}	0,149	0,1005	0,12475
D ₂₂	25,3 ⁰ _{-0,084}	-	-	-
D ₂₁	32 ⁰ _{-0,12}	1,71	1,05	1,38
D ₀₂	34,5 ^{+0,8} _{-0,4}	-	-	-
D ₁₂	60 ⁰ _{-0,12}	1,81	1,05	1,43
D ₀₃	62,6 ^{+0,9} _{-0,5}	-	-	-
D ₂₅	120 ⁰ _{-0,035}	0,3175	0,175	0,24625
D ₁₃	120,6 ⁰ _{-0,25}	1,975	1,05	1,5125
D ₀₁	123,2 ^{+1,1} _{-0,5}	-	-	-

1.7.4.2 Расчет технологических размеров на осевые размеры

Размерная цепи при обработке поверхности $90_{(-0,28)}\text{мм}$ (рис. 22).

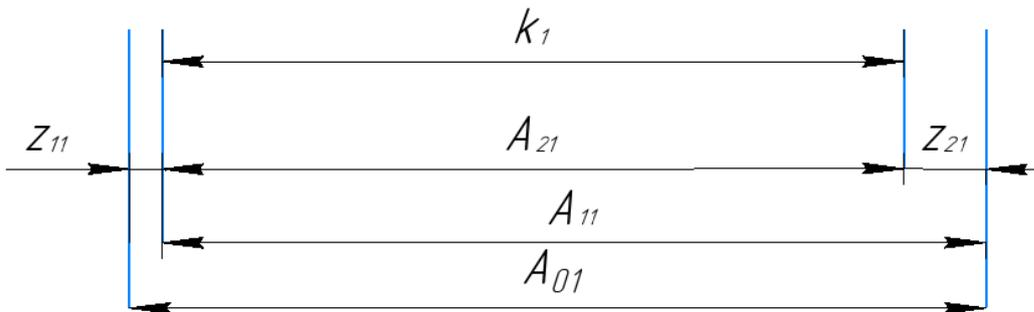


Рис. 22. Размерные цепи для расчета технологических размеров

Технологический размер A_{21} и конструкторский размер K_1 должны быть равны, т.е.: $A_{21} = K_1 = 90_{(-0,28)}\text{мм}$ по 10 качеству.

Рассчитав $A_{21_{\text{cp}}}$, определяем технологический размер A_{11} :

$$A_{21_{\text{cp}}} = 89,86 \text{ мм.}$$

$$A_{11_{\text{cp}}} = A_{21_{\text{cp}}} + Z_{21_{\text{cp}}} = 89,86 + 1,445 = 91,305 \text{ мм,}$$

тогда,

$$TA_{11} = 0,75\text{мм, то } A_{11_{\text{расч}}} = 91,68_{(-0,75)} \text{ мм.}$$

Необходимо произвести округление номинальный размер с точностью до десятых долей миллиметра в большую сторону, т.к. размер охватываемый:

$$A_{11} = 91,7_{(-0,75)} \text{ мм.}$$

Определим минимальное и максимальные значения при черновой обработки:

$$Z_{21_{\text{max}}} = A_{11_{\text{max}}} - A_{21_{\text{min}}} = 90,7 - 89,72 = 0,98 \text{ мм.}$$

$$Z_{21_{\text{min}}} = A_{11_{\text{min}}} - A_{21_{\text{max}}} = 90,95 - 90 = 0,95\text{мм.}$$

Вычислим среднюю глубину резания t_{cp} :

$$t_{21cp} = \frac{t_{21max} + t_{21min}}{2} = \frac{(0,98 + 0,95)}{2} = 0,965 \text{ мм.}$$

Рассчитав A_{11cp} , определим технологический размер A_{01} :

$$A_{11cp} = 91,305 \text{ мм.}$$

Тогда,

$$A_{01cp} = A_{11cp} + Z_{11cp} = 91,305 + 2,005 = 93,31 \text{ мм,}$$

поэтому $TA_{01} = 1,4 \text{ мм}$, то $A_{01pacч} = 93,11^{(+0,9)}_{(-0,5)} \text{ мм.}$

Необходимо произвести округление номинальный размер с точностью до десятых долей миллиметра в большую сторону, т.к. размер охватываемый:

$$A_{01} = 93,1^{(+0,9)}_{(-0,5)} \text{ мм.}$$

Определим минимальное и максимальное значения при черновой обработки:

$$Z_{11max} = A_{01max} - A_{11min} = 94 - 90,95 = 3,05 \text{ мм.}$$

$$Z_{11min} = A_{01min} - A_{11max} = 92,6 - 91,7 = 0,9 \text{ мм.}$$

Вычислим среднюю глубину резания t_{cp} :

$$t_{11cp} = \frac{t_{11max} + t_{11min}}{2} = \frac{(0,9 + 3,05)}{2} = 1,975 \text{ мм.}$$

Построение размерной цепи при обработке поверхности $44^{(-0,12)} \text{ мм}$ (рис. 23).

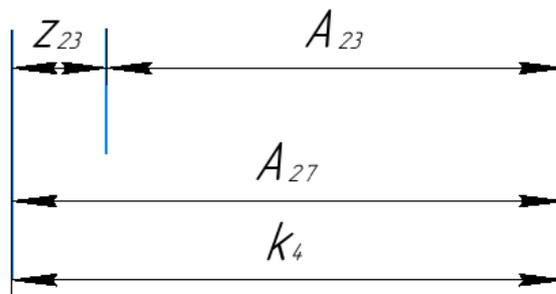


Рис. 23. Размерные цепи для расчета технологических размеров

Технологический размер A_{27} и конструкторский размер K_4 должны быть равны, т.е.: $A_{27} = K_4 = 44_{(-0,12)}$ мм (по 10 качеству).

Рассчитав $A_{27_{cp}}$, определим технологический размер A_{11} :

$$A_{27_{cp}} = 43,94 \text{ мм.}$$

Тогда

$$A_{23_{cp}} = A_{27_{cp}} - Z_{23_{cp}} = 43,94 - 0,325 = 43,615 \text{ мм,}$$

поэтому $TA_{23} = 0,2 \text{ мм}$, то $A_{23_{расч}} = 43,615_{(-0,1)}^{+0,1}$ мм.

Необходимо произвести округление номинальный размер с точностью до десятых долей миллиметра в большую сторону, т.к. размер охватываемый:

$$A_{23} = 43,6_{(-0,1)}^{+0,1} \text{ мм.}$$

Определим минимальное и максимальное значения при черновой обработки:

$$Z_{23_{max}} = A_{27_{max}} - A_{23_{min}} = 44 - 43,5 = 0,5 \text{ мм.}$$

$$Z_{23_{min}} = A_{27_{min}} - A_{23_{max}} = 43,88 - 43,7 = 0,18 \text{ мм.}$$

Вычислим среднюю глубину резания t_{cp} :

$$t_{23_{cp}} = \frac{t_{23_{max}} + t_{23_{min}}}{2} = \frac{(0,18 + 0,5)}{2} = 0,34 \text{ мм.}$$

Построение размерной цепи при обработке поверхности $54_{(-0,2)}$ мм (рис. 24).

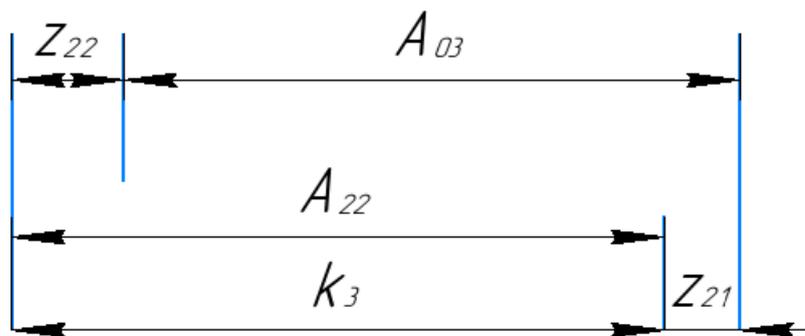


Рис. 24. Размерные цепи для расчета технологических размеров

Технологический размер A_{22} и конструкторский размер K_3 должны быть равны, т.е.: $A_{22} = K_3 = 54_{(-0,2)}$ мм (по 10 качеству).

Рассчитав $A_{22_{cp}}$, определим технологический размер A_{03} :

$$A_{22_{cp}} = 53,9 \text{ мм.}$$

Тогда,

$$A_{03_{cp}} = A_{22_{cp}} - Z_{22_{cp}} + Z_{21_{cp}} = 53,9 - 2,245 + 1,445 = 53,1 \text{ мм,}$$

поэтому $TA_{03} = 1,4 \text{ мм}$, то $A_{03_{расч}} = 53,1_{(-0,5)}^{+0,9}$ мм.

Необходимо произвести округление номинальный размер с точностью до десятых долей миллиметра в большую сторону, т.к. размер охватываемый:

$$A_{03} = 53,1_{(-0,5)}^{+0,9} \text{ мм.}$$

Определим минимальное и максимальное значения при черновой обработки:

$$Z_{22_{max}} = A_{22_{max}} - A_{03_{min}} + Z_{21_{max}} = 54 - 52,6 + 1,96 = 2,36 \text{ мм.}$$

$$Z_{22_{min}} = A_{22_{min}} - A_{03_{max}} + Z_{21_{min}} = 53,8 - 54 + 0,93 = 0,73 \text{ мм.}$$

Вычислим среднюю глубину резания t_{cp} :

$$t_{22_{cp}} = \frac{t_{22_{max}} + t_{22_{min}}}{2} = \frac{(2,36 + 0,73)}{2} = 1,545 \text{ мм.}$$

Построение размерной цепи при обработке поверхности $20_{(-0,2)}$ мм (рис. 25).

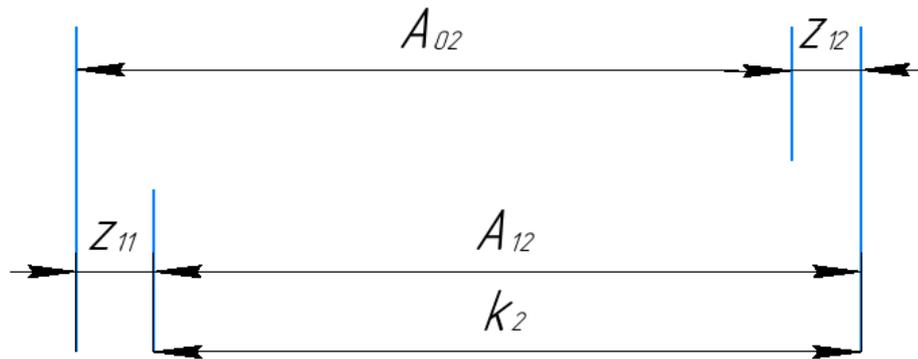


Рис. 25. Размерные цепи для расчета технологических размеров

Технологический размер A_{12} и конструкторский размер K_2 должны быть равны, т.е.: $A_{12} = K_2 = 20_{(-0,2)}$ мм (по 10 качеству).

Рассчитав $A_{12_{cp}}$, определим технологический размер A_{02} :

$$A_{12_{cp}} = 19,9 \text{ мм.}$$

Тогда,

$$A_{02_{cp}} = A_{12_{cp}} - Z_{12_{cp}} + Z_{11_{cp}} = 19,9 - 2,705 + 2,005 = 19,2 \text{ мм,}$$

$$\text{Поэтому } TA_{02} = 1,2 \text{ мм, то } A_{02_{расч}} = 19_{(-0,4)}^{+0,8} \text{ мм.}$$

Необходимо произвести округление номинальный размер с точностью до десятых долей миллиметра в большую сторону, т.к. размер охватываемый:

$$A_{02} = 19_{(-0,4)}^{+0,8} \text{ мм.}$$

Определим минимальное и максимальное значения при черновой обработки:

$$Z_{12_{max}} = A_{12_{max}} - A_{02_{min}} + Z_{11_{max}} = 20 - 18,6 + 3,08 = 4,48 \text{ мм.}$$

$$Z_{12_{min}} = A_{12_{min}} - A_{02_{max}} + Z_{11_{min}} = 19,8 - 19,8 + 0,93 = 0,93 \text{ мм.}$$

Вычислим среднюю глубину резания t_{cp} :

$$t_{12cp} = \frac{t_{12max} + t_{12min}}{2} = \frac{(4,48 + 0,93)}{2} = 2,705\text{мм.}$$

Данные величины расчеты приводятся в таблице 5.

Таблица 5

	Расчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания	Средняя глубина резания
A ₂₁	90 _{-0,28}	0,98	0,95	0,965
A ₁₁	91,7 _{-0,75}	3,05	0,9	1,975
A ₀₁	93,1 ^{+0,9} _{-0,5}	-	-	-
A ₂₃	43,6 ^{+0,1} _{-0,1}	0,5	0,18	0,34
A ₂₇	44 _{-0,12}	-	-	-
A ₀₃	53,1 ^{+0,9} _{-0,5}	2,36	0,73	1,545
A ₂₂	54 _{-0,2}	-	-	-
A ₀₂	19 ^{+0,8} _{-0,4}	4,48	0,93	2,705
A ₁₂	20 _{-0,2}	-	-	-

1.8 Выбор средств технологического оснащения

Для подбора оборудования, необходимо учитывать тип производства и объем выпуска. Технологическое оборудование нужно выбирать отдельно на каждую операцию технологического процесса производства детали.

Токарно-универсально станок с ЧПУ Модель TURN 450

Максимальные диаметр/длина точения	220/310	мм
По оси X	160	мм
По оси Z	310	мм
Мощность главного привода	13	кВт
Частота вращения (бесступенчатое регулирование)	0–6300	Мин-1
Максимальный крутящий момент (при 60 % ПВ)	78	Нм
Количество инструментов	12	
Частота вращения приводного инструмента	0–5000	Мин-1
Крутящий момент приводного инструмента	16	Нм
Диаметр / ход пиноли	60/120	мм

Длина x ширина x высота	2250	мм
	1630	
	1940	
Габариты станка	2250x1630x1950	мм
Масса	3300	кг

Расстояния между центрами	687	мм
Диаметр вращения над станиной	430	мм
Диаметр вращения над поперечными салазками	210	мм

Вертикально-сверлильный станок

Модель 2Н125

Технические характеристики:

Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	25
Рабочая поверхность стола, мм	400×450
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	700
Вылет шпинделя, мм	250
Наибольший ход шпинделя, мм	200

Наибольшее вертикальное перемещение:	
-сверлильной головки, мм	170
-стола, мм	270
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45 – 2000
Число подач шпинделя	9
Подача шпинделя, мм/об	0,1 – 1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	2,2
Габаритные размеры:	915x785x2350
Масса, кг	880

1.9 Расчет режимов резания

При расчете режимов резания необходимо учитывать вид обработки и режущего инструмента, размеры заготовки, а также уровень технического оснащения.

Параметры режимов резания устанавливаются в порядке, указанном ниже:

1. Глубина резания, t (мм);
2. Подача, S (мм / об);
3. Скорость резания, u (м/мин).

После расчетов подачи, глубины и скорости резания, необходимо рассчитать:

1. Число оборотов, n ;
2. Фактическая скорость резания, u_f ;
3. Главная составляющая силы резания;
4. Мощность резания, N (кВт);
5. Мощность главного привода движения;
6. Проверка мощности.

1.9.1 Операция 1: токарная операция с ЧПУ

1.9.1.1 Токарная операция с ЧПУ: подрезка торца A_{11}

В качестве материала для инструмента назначаем сплав титановольфрамовой группы Т15К6.

1. Глубина резания определяется как максимальный припуск:

$$t = Z_{11_{max}} = 3,05 \text{ мм.}$$

2. Подача S выбирается из табличных данных [1, стр.266]. При черновом точении подача равна:

$$S = 0,8 \frac{\text{мм}}{\text{об.}}$$

3. Необходимую скорость резания определим по следующей формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принять:

$$T=45 \text{ мин;}$$

Коэффициенты для расчетов C_v , m , x , y , выбираются из таблицы 17 [1, стр. 269]:

$$C_v = 340; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45$$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (11)$$

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

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

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

По табл. 1, 5, 6 [с.261]:

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

Необходимое значение коэффициента K_{Γ} и n_V выбираются исходя из материала инструмента и материала заготовки (Сталь 40x13) из таблицы 2 [3, с.262]:

$$K_{\Gamma} = 1,0 \quad n_V = 1,0$$

Получают: $K_{MV} = 0,88$; $K_{ПV} = 0,8$; $K_{ИV} = 1,0$.

Поэтому коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,88 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,706$$

Найдем значения скорости резания V , при $t = Z_{11_{cp}} = 1,975$ мм

по формуле (10):

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_y} \cdot K_V = \frac{340}{40^{0,2} \cdot 1,975^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,706 = 114,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчетное число оборотов шпинделя определим по следующей формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 114,6}{3,14 \cdot 62,6} = 583,01 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Округлим значение:

$$n = 580 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Определим фактическую скорость резания V :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 62,6 \cdot 580}{1000} = 114 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

6. Определим главную составляющую силы резания P_z , которая находится по следующей формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (13)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – из таблицы 22 [1, стр.273].

Определим глубину резания как: $t = Z_{11_{max}} = 3,05$ мм.

Коэффициент K_p , определим по формуле:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (14)$$

Далее, по таблицам 9 и 23 [1, стр.264], указываем значения коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

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

$$K_{MP} = 1,1; K_{\varphi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,1 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,979$$

Формула для определений главной составляющей силы резания (13):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p =$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 3,05^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 114^{(-0,15)} \cdot 0,9789 = 3723,4 \text{ Н}$$

7. Мощность резания N определяем по следующей формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3723,4 \cdot 114}{1020 \cdot 60} = 6,94 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения $N_{пр}$, определяется по следующей формуле:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{6,94}{0,75} = 9,25 \text{ кВт.}$$

Из-за неизвестного К.П.Д., принимаем самый худший вариант при $\eta = 0,75$.

1.9.1.2 Токарная операция с ЧПУ: черновое точение ØD12

Выбираем материал режущей части инструмента – T15K6.

Далее, определяем параметры:

1. Глубина резания: $t_{21 \text{ } \emptyset_{\text{ср}}} = 1,43 \text{ мм}$, $t_{12 \text{ } \text{ос}_{\text{ср}}} = 2,705 \text{ мм}$.
2. Подача: $s = 0,8 \text{ мм/об}$.
3. Скорость резания определяется по формуле (10):

$$V_{\emptyset} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\emptyset}^x \cdot S_y} \cdot K_V = \frac{340}{40^{0,2} \cdot 1,43^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,706 = 120,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$V_{\text{ос}} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\text{ос}}^x \cdot S_y} \cdot K_V = \frac{340}{40^{0,2} \cdot 2,705^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,706 = 109,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_{\emptyset} = \frac{1000 \cdot V_{\emptyset}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 120,3}{3,14 \cdot 62,6} = 612 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$n_{\text{ос}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{ос}}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 109,3}{3,14 \cdot 62,6} = 556 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка, обработки и обрабатываемого инструментального материала - принимаем:

$$n = 550 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания V , определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 62,6 \cdot 550}{1000} = 108,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. По формуле ниже определяем главную составляющую силы резания

для глубины резания $t_{12 \text{ } \text{ос}_{\text{max}}} = 4,48 \text{ мм}$ (13):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p =$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 4,48^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 108,1^{(-0,15)} \cdot 0,9789 = 5512,9 \text{ Н}$$

7. Определим мощность резания N , по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{5512,9 \cdot 108,1}{1020 \cdot 60} = 9,7 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения $N_{пр}$, определяется по формуле:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{9,7}{0,75} = 12,93 \text{ кВт.}$$

К.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

1.9.1.3 Токарная операция с ЧПУ: черновое точение $\varnothing D_{13}$

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1. Глубина резанья определена: $t_{13 \varnothing_{cp}} = 1,5125$ мм
2. Подача резца: $s = 0,8$ мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле (10):

$$V_{\varnothing} = \frac{C_v}{T^m \cdot t_{\varnothing}^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{340}{40^{0,2} \cdot 1,5125^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,706 = 119,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Число оборотов шпинделя n_{\varnothing} , расчетное определим по формуле:

$$n_{\varnothing} = \frac{1000 \cdot V_{\varnothing}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 119,3}{3,14 \cdot 123,2} = 308,4 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка, обработки и обрабатываемого инструментального материала - принимаем:

$$n = 300 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Расчитаем фактическую скорость резания V , по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 123,2 \cdot 300}{1000} = 116,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания P_z , для глубины резания по формуле (13): $t_{13 \text{ ос}_{\max}} = 1,975$ мм

$$\begin{aligned} P_z &= 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 300 \cdot 1,975^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 116,1^{(-0,15)} \cdot 0,9789 = 2404,5 \text{ Н} \end{aligned}$$

7. Определим мощность резания N , по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2404,5 \cdot 116,1}{1020 \cdot 60} = 4,56 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения $N_{пр}$, определяется по формуле:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{4,56}{0,75} = 6,08 \text{ кВт.}$$

К.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

1.9.1.4 Токарная операция с ЧПУ: точение фаски.

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1. Глубину резанья примем: $t_{\phi 1} = 1 \text{ мм}$.
2. Подачу примем: $s = 0,8 \text{ мм/об}$.
3. Скорость резания определяется по формуле (10):

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{340}{40^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,706 = 126,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя n , рассчитаем по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 126,9}{3,14 \cdot 60} = 673,5 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка, обработки и обрабатываемого инструментального материала - принимаем:

$$n = 670 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Расчитаем фактическую скорость резания V , по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 670}{1000} = 126,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания P_z , для глубины резания по формуле (13):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = \\ = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 126,2^{(-0,15)} \cdot 0,9789 = 1202,3 \text{ Н}$$

7. Находим по формуле мощность привода N , формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1202,3 \cdot 126,2}{1020 \cdot 60} = 2,48 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения $N_{пр}$, находим по формуле:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,48}{0,75} = 3,31 \text{ кВт.}$$

К.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

1.9.1.5 Токарная операция с ЧПУ: подрезка торца A_{21}

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1. Глубина резания примем: $t_{21cp} = 0,965$ мм
2. Подача примем: $s = 0,4$ мм/об.

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{21cp}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{40^{0,2} \cdot 0,965^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,706 = 163,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

3. Расчётное число оборотов шпинделя n , рассчитаем по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 163,7}{3,14 \cdot 34,5} = 1511,1 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка, обработки и обрабатываемого инструментального материала - принимаем:

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

4. Рассчитаем фактическую скорость резания, V определяется как:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 34,5 \cdot 1500}{1000} = 162,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

5. Рассчитаем силу главную составляющую резания для глубины резания

$t_{21_{\max}} = 2$ мм по формуле (13):

$$\begin{aligned} P_z &= 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 300 \cdot 0,98^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 162,5^{(-0,15)} \cdot 0,9789 = 664 \text{Н} \end{aligned}$$

6. Формула мощности резания N , используется ниже:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{664 \cdot 162,5}{1020 \cdot 60} = 1,76 \text{ кВт.}$$

7. Находим по формуле мощность привода $N_{\text{пр}}$, формуле:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,76}{0,75} = 2,35 \text{ кВт.}$$

К.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

1.9.1.6 Токарная операция с ЧПУ: черновое точение OD_{21}

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1. Глубину резанья примем:

$$t_{22 \text{ } \emptyset_{cp}} = 1,38 \text{ мм}, \quad t_{22 \text{ } oc_{cp}} = 1,545 \text{ мм}.$$

2. Подачу примем: $s = 0,4 \text{ мм/об}$.

3. Определим скорость резания, которая определяется по формуле (10):

$$V_{\emptyset} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\emptyset}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{40^{0,2} \cdot 1,38^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,706 = 155,2 \quad \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

$$V_{oc} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{oc}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{40^{0,2} \cdot 1,545^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,706 = 152,5 \quad \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4. Число оборотов шпинделя, расчетное определим по формуле:

$$n_{\emptyset} = \frac{1000 \cdot V_{\emptyset}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 155,2}{3,14 \cdot 34,5} = 1432,7 \quad \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$n_{oc} = \frac{1000 \cdot V_{oc}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 152,5}{3,14 \cdot 34,5} = 1407,7 \quad \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка, обработки и обрабатываемого инструментального материала - принимаем:

$$n = 1400 \quad \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

5. Расчитаем скорость резания V , находится как:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 34,5 \cdot 1400}{1000} = 151,7 \quad \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

6. Расчитаем силу главную составляющую резания для глубины резания $t_{\Phi_{\max}}$
 $= 2,36 \text{ мм}$ по формуле (13):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p =$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 2,36^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 151,7^{(-0,15)} \cdot 0,9789 = 1641,2 \text{ Н}$$

7. Формула мощности резания N , используется ниже:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1641,2 \cdot 151,7}{1020 \cdot 60} = 4,07 \text{ кВт.}$$

8. Находим по формуле мощность привода $N_{пр}$, формуле:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{4,07}{0,75} = 5,43 \text{ кВт.}$$

К.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

1.9.1.7 Токарная операция с ЧПУ: черновое точение ØD_{22}

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1. Глубину резанья примем:

$$t_{\text{Ø}_{ср}} = 2 \text{ мм}$$

2. Подачу примем:

$$s = 0,4 \text{ мм/об.}$$

3. Определим скорость резания $V_{\text{Ø}}$, которая определяется по формуле (10):

$$V_{\text{Ø}} = \frac{C_v}{T^m \cdot t_{\text{Ø}}^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{40^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,706 = 146,75 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

4. Число оборотов шпинделя n , расчетное определим по формуле:

$$n_{\text{Ø}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{Ø}}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 146,75}{3,14 \cdot 32} = 1460,5 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка, обработки и обрабатываемого инструментального материала - принимаем:

$$n = 1460 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Рассчитаем скорость резания V , находится как:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 1460}{1000} = 146,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Рассчитаем силу главную составляющую резания для глубины резания $t_{\phi_{\max}} = 2$ мм по формуле (13):

$$\begin{aligned} P_z &= 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 146,7^{(-0,15)} \cdot 0,9789 = 1397,9 \text{ Н} \end{aligned}$$

7. Формула мощности резания N , используется ниже:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1397,9 \cdot 146,7}{1020 \cdot 60} = 3,351 \text{ кВт.}$$

8. Находим по формуле мощность привода $N_{\text{пр}}$, формуле:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{3,351}{0,75} = 4,47 \text{ кВт.}$$

К.п.д. привода нам неизвестно, так что принимаем наихудший вариант $\eta = 0,75$.

1.9.1.8 Операция с ЧПУ: сверление отверстий ØD23

1. Диаметр сверла $D_{23} = 10\text{мм}$.

Быстрорежущая сталь P6M5 – это материал сверла.

2. Подача по 25 [с. 277]: $S=0,32\text{мм/об}$.

3. Глубина: $t_1 = 0,5 \cdot D_{23} = 10 \cdot 0,5 = 5\text{мм}$.

4. Скорость резания v , рассчитывается по следующей формуле:

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

Коэффициент: $C_v = 9,8$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,50$; по табл. 28 [с.278].

Принимаем период стойкости инструмента:

$T=25$ мин, по табл. 30 [с.279].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{IV};$$

$K_{MV} = 1$ – определены по таблице 2 [с.262];

$K_{NV} = 1$ – определены по таблице 6 [с.263];

$K_{IV} = 1$ – определены по таблице 31 [с.280].

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{NV} = 0,89;$$

Скорость резания определяем v :

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = 20,3 \text{ м/мин};$$

5. Расчет скорости вращения шпинделя n :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 20,3}{\pi \cdot 10} = \frac{646,2 \text{ об}}{\text{мин}};$$

6. Используем следующую формулу для определения крутящего момента

$M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Коэффициенты: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – по табл. 32 [с.281].

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические условия резания. Согласно таблице 9 [с.264]:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{850}{750} \right)^{0,75} = 1,1;$$

Составляющие силы резания $M_{кр}$, по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^2 \cdot 0,32^{0,8} \cdot 1,1 = 15,3 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

7. Формула мощности резания N , используется ниже:

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{15,3 \cdot 646,2}{9750} = 1,01 \text{ кВт};$$

8. Находим по формуле мощность привода $N_{пр}$, формуле:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,01}{0,75} = 1,35 \text{ кВт};$$

1.9.1.9 Операция с ЧПУ: зенкерование фаски.

Диаметр сверла $D_{26} = 10\text{мм}$. Быстрорежущая сталь Р6М5 – это материал сверла -.

Подача по 26 [с. 277]: $S=0,32\text{мм/об}$.

Глубина: $t_1 = 1\text{мм}$.

Скорость резания v , рассчитывается по следующей формуле:

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

Коэффициент: $C_v = 16,3$; $m = 0,30$; $q = 0,30$; $y = 0,50$ $x=0.20$; по табл. 29 [с.279].

Период стойкости инструмента принимаем: $T=25$ мин, по табл. 30 [с.279].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{IV};$$

$K_{MV} = 1$ – определены по таблице 2 [с.262];

$K_{NV} = 1$ – определены по таблице 6 [с.263];

$K_{IV} = 1$ – определены по таблице 31 [с.280].

Последний коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{NV} = 0,89;$$

Скорость резания определяем v , по следующей формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} K_v = 22,35 \text{ м/мин};$$

Расчет скорости вращения шпинделя n :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 22,35}{\pi \cdot 10} = \frac{711,4 \text{ об}}{\text{мин}};$$

Используем следующую формулу для определения крутящего момента $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \cdot t^x$$

Коэффициенты:

$$C_M = 0,09;$$

$$q = 1;$$

$$y = 0,8$$

$$x = 0,9 \text{ – по табл. 32 [с.281].}$$

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические условия резания. Согласно таблице 9 [с.264]:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{850}{750} \right)^{0,75} = 1,1;$$

Составляющие силы резания $M_{кр}$, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 1^1 \cdot 0,32^{0,8} \cdot 1,1 \cdot 5^{0,9} = 1,7 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания N , рассчитывается по следующей формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{1,7 \cdot 710}{9750} = 0,124 \text{ кВт};$$

Мощность привода $N_{пр}$, рассчитывается по следующей формуле:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,124}{0,75} = 0,165 \text{ кВт};$$

1.9.10 Операция с ЧПУ: нарезание резьбы.

1. Диаметр резьбы $D_{26} = 10\text{мм}$.

Быстрорежущая сталь P6M5 – это материал метчика

2. Метчики работают с самоподачей. Поэтому выбираем $S=0,32\text{мм/об}$.

3. Скорость резания V , рассчитывается по следующей формуле (из с 297):

$$V_{\emptyset} = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

Коэффициент: $C_v = 64,8$;

$m = 0,9$;

$q = 1,2$;

$y = 0,50$;

$T=90$ мин; по табл. 49 [с.296].

Коэффициент K_v , находим по формуле:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{IV};$$

$K_{MV} = 1$ – определены по таблице 50 [с.298];

$K_{NV} = 1$ – определены по таблице 50 [с.298];

$K_{IV} = 1$ – определены по таблице 50 [с.298].

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{TV} \cdot K_{IV} = 1;$$

Скорость резания V , определяется по формуле как:

$$V_{\emptyset} = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = 31,6 \text{ м/мин};$$
$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 31,6}{3,14 \cdot 10} = 1006,4 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

1.9.2 Операция 2: токарная операция с ЧПУ

1.9.2.1 Токарная операция с ЧПУ: Чистовое точение ØD24.

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1. Глубина резания:

$$t_{24\varnothing_{cp}} = 0,12475 \text{ мм}$$

2. Подача: $s = 0,2 \text{ мм/об.}$

3. По формуле (10) определим скорость резания:

Коэффициент:

$$C_v = 420;$$

$$m = 0,20;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,20 \text{ по табл. 17 [с.269]}$$

$$V_{\varnothing} = \frac{C_v}{T^m \cdot t_{\varnothing}^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{420}{40^{0,2} \cdot 0,12475^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,706 = 286,4 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

4. Найдем расчётное число оборотов шпинделя n_{\varnothing} , по формуле:

$$n_{\varnothing} = \frac{1000 \cdot V_{\varnothing}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 286,4}{3,14 \cdot 25,3} = 3605,1 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Принимаем число оборотов, с учетом типа станка, обработки и обрабатывающего инструмента:

$$n = 3600 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

5. Скорость резания фактическая рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25,3 \cdot 3600}{1000} = 286 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем необходимую составляющую для глубины силу резания $t_{\phi_{\max}} = 0,149$ мм по формуле (13):

$$\begin{aligned} P_z &= 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 300 \cdot 0,149^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 286^{(-0,15)} \cdot 0,9789 = 56,02 \text{ Н} \end{aligned}$$

7. Найдем мощность резания N, исходя из формулы:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{56,02 \cdot 286}{1020 \cdot 60} = 0,262 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения $N_{\text{пр}}$, рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,262}{0,75} = 0,35 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

1.9.2.2 Токарная операция с ЧПУ: Чистовое точение ØD25.

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1. Глубина резания составит:

$$t_{23\phi_{cp}} = 0,24625 \text{ мм}$$

2. Подачу примем:

$$s = 0,2 \text{ мм/об.}$$

3. По формуле (10) определим скорость резания:

Коэффициент:

$$C_v = 420;$$

$$m = 0,20;$$

$$x = 0,15;$$

$y = 0,20$ найдено по табл. 17 [с.269]

$$V_{\emptyset} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\emptyset}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{420}{40^{0,2} \cdot 0,24625^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,706 = 241,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Найдем расчётное число оборотов шпинделя n , по формуле:

$$n_{\emptyset} = \frac{1000 \cdot V_{\emptyset}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 241,4}{3,14 \cdot 120,6} = 637,5 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем число оборотов, с учетом типа станка, обработки и обрабатываемого инструмента:

$$n = 630 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Скорость резания фактическая рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 120,6 \cdot 630}{1000} = 238,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем необходимую составляющую для глубины силу резания $t_{\phi_{\max}} = 0,3175$ мм по формуле (13):

$$\begin{aligned} P_z &= 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 300 \cdot 0,3175^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 238,6^{(-0,15)} \cdot 0,9789 = 122,7 \text{ Н} \end{aligned}$$

7. Мощность резания N , рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{122,7 \cdot 238,6}{1020 \cdot 60} = 0,48 \text{ кВт.}$$

8. Найдем мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,64 \text{ кВт.}$$

К.п.д. привода нам неизвестно, поэтому примем худший вариант $\eta = 0,75$.

1.9.2.3 Токарная операция с ЧПУ: точение фаски.

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1. Глубина составляет:

$$t_{\phi 1} = 1 \text{ мм.}$$

2. Примем подачу:

$$s = 0,4 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определим исходя из формулы(10):

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{40^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,8^{0,35}} \cdot 0,706 = 127,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Найдем расчётное число оборотов шпинделя n:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 127,8}{3,14 \cdot 25} = 1628 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

С учетом типа станка, принимаем фактическое число оборотов, обрабатывающего инструментального материала:

$$n = 1620 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическую скорость резания V, рассчитаем по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 1620}{1000} = 305,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Рассчитаем для глубины резания главную составляющую силы резания P_z

по формуле (13):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p =$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 305,2^{(-0,15)} \cdot 0,9789 = 626,2 \text{ Н}$$

7. Рассчитаем необходимую мощность резания N :

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{626,2 \cdot 305,2}{1020 \cdot 60} = 3,12 \text{ кВт.}$$

8. Рассчитаем мощность привода главного движения $N_{пр}$:

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

Значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем $\eta = 0,75$ (худший вариант).

1.9.3 Оправка 3: сверлильная операция

1.9.3.1 Сверлильная операция: сверление 6 отверстий ØD₃₁

1. Диаметр сверла $D_{23} = 8,5\text{мм}$.

Быстрорежущая сталь P6M5 – это материал сверла -.

2. Подача по 25 [с. 277]: $S=0,32\text{мм/об}$.

3. Глубина:

$$t_1 = 0,5 \cdot D_{23} = 8,5 \cdot 0,5 = 4,25\text{мм}.$$

4. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

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

Коэффициент:

$$C_v = 9,8;$$

$$m = 0,20;$$

$$q = 0,40;$$

$$y = 0,50 ;$$

находим по табл. 28 [с.278].

Период стойкости инструмента принимаем:

$$T=25 \text{ мин, по табл. 30 [с.279].}$$

Коэффициент K_v :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV};$$

$K_r = 1$ – определены по таблице 2 [с.262];

$K_{NV} = 1,0$ – определены по таблице 6 [с.263];

$K_{IV} = 1,0$ – определены по таблице 31 [с.280].

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 0,89;$$

Скорость резания определим как:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = 19,1 \text{ м/мин};$$

5. Расчет скорости вращения шпинделя, n :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 19,1}{\pi \cdot 10} = \frac{608 \text{ об}}{\text{мин}};$$

6. Используем следующую формулу для определения крутящего момента $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Коэффициент необходимые для расчета крутящего момента:

$$q = 2,0;$$

$$C_M = 0,0345;$$

$y = 0,8$ – находим по табл. 32 [с.281].

Коэффициенты, учитывают фактические условия резания. Согласно таблице 9 [с.264]:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{850}{750} \right)^{0,75} = 1,1;$$

Силы составляющие резание, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,5^2 \cdot 0,32^{0,8} \cdot 1,1 = 11,02 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

7. Мощность резания N , находим как:

$$N_e = \frac{M_{\text{мр}} \cdot n}{9750} = \frac{11,02 \cdot 608}{9750} = 0,69 \text{ кВт};$$

8. Мощность привода $N_{\text{пр}}$, определим по формуле:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,69}{0,75} = 0,92 \text{ кВт}$$

1.10 Расчет основного времени

Расчитаем основное время необходимле для операций на токарных станках,

T_o определим по формуле

[4, стр. 603]:

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

Где L – длина обработки (расчѐтная), мм;

i – необходимое количество рабочих ходов;

n – рабочая частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчѐтная длина обработки L , определяется по формуле:

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

$l_{\text{сх}}$ – величина схода инструмента, мм;

$l_{\text{пд}}$ – величина подвода инструмента, мм.

$l_{\text{в}}$ – величина врезания инструмента, мм;

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

Расчитаем величину врезания инструмента l_v , по формуле:

$$l_v = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}$$

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Формула для определения основного времени, T_o :

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

Основное время для первой токарной операции:

Токарные операции на ЧПУ:

Проход 1: подрезание торца.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_1}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{пд} \right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(62,6 + \frac{1,975}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1 \right) \cdot 1}{580 \cdot 0,8} = 0,14 \text{ мин}$$

Проход 2: Проточка поверхности.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_2}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{пд} \right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(20 + \frac{2,705}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1 \right) \cdot 1}{550 \cdot 0,8} = 0,05 \text{ мин}$$

Проход 3: проточка поверхности.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_3}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{пд} \right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(17,545 + \frac{1,5125}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1 \right) \cdot 1}{300 \cdot 0,8} = 0,08 \text{ мин}$$

Проход 4: обработка фаски.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_4}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{пд} \right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1 \right) \cdot 1}{670 \cdot 0,8} = 0,01 \text{ мин}$$

Основное время для второй токарной операции:

Токарные операции на ЧПУ:

Проход 1: подрезание торца.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_1}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(34,5 + \frac{0,965}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{1500 \cdot 0,4} = 0,06 \text{ мин}$$

Проход 2: проточка поверхности.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_2}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(54 + \frac{1,545}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{1400 \cdot 0,4} = 0,1 \text{ мин}$$

Проход 3: проточка поверхности.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_3}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(43,6 + \frac{2}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1) \cdot 4}{1460 \cdot 0,4} = 0,312 \text{ мин}$$

Проход 4: сверление отверстия.

$$T_o = \frac{(l + \frac{d_1}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(25 + \frac{10}{2} \cdot \operatorname{ctg} 59 + 1 + 1) \cdot 1}{646 \cdot 0,32} = 0,145 \text{ мин;}$$

Проход 5: зенкование фаски.

$$T_o = \frac{(l + \frac{d_2}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + 1 \cdot \operatorname{ctg} 59 + 1 + 1) \cdot 1}{710 \cdot 0,32} = 0,02 \text{ мин;}$$

Проход 6: нарезание резьбы.

$$T_o = \frac{(l + \frac{d_2}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + \frac{10}{2} \cdot \operatorname{ctg} 59 + 1 + 1) \cdot 1}{1000 \cdot 0,32} = 0,02 \text{ мин;}$$

Основное время для третьей токарной операции:

Токарные операции на ЧПУ:

Проход 1: проточка поверхности (чистовая).

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_1}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(44 + \frac{0,125}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{3600 \cdot 0,2} = 0,07 \text{ мин}$$

Проход 2: проточить поверхность (чистовая).

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_2}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(16 + \frac{0,25}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{630 \cdot 0,2} = 0,14 \text{ мин}$$

Проход 3: проточить фаску фаску.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_3}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + \frac{1}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{1620 \cdot 0,4} = 0,01 \text{ мин}$$

Основное время для операции на вертикально-сверлильной станке.

При сверлении за проход глубину (длину) врезания определяют по формуле:

$$l_b = \frac{d}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi$$

$$T_o = \frac{(l + \frac{d_1}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(16 + \frac{8,5}{2} \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ + 1 + 1) \cdot 6}{600 \cdot 0,32} = 0,64 \text{ мин;}$$

1.11 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно – калькуляционная время $T_{всп}$, рассчитывается по формуле;

$$T_{всп} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{изм}$$

Где $T_{у.с}$ – время которое необходимо на установку и снятие детали;

$T_{з.о}$ – время которое необходимо для закрепление и открепление детали;

$T_{уп}$ – время затраченное на управление станком;

$T_{изм}$ – время затраченное на измерение детали;

$T_{всп}$ – вспомогательное (дополнительное) время.

Оперативное время $T_{опер}$, найдем по формуле:

$$T_{опер} = T_o + T_{всп}$$

Вычислим по формуле время обслуживания и отдыха

$T_{o.o}$:

$$T_{o.o} = 15\% \cdot T_{опер}$$

Время затраченное на производство единицы продукции (штучное время) $T_{шт}$, находим по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{o.o}$$

Определим время расчета удельной стоимости:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \left(\frac{T_{п.э}}{n} \right)$$

$T_{шт}$ – подготовительно заключительное время

n – количество деталей в плане, $n = 11000$ шт.

Токарная операция на ЧПУ

$$T_o = 0,28 \text{ мин};$$

Вспомогательное время $T_{всп}$:

$$T_{всп} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{изм}$$

$$T_{уп} = 0,25 \text{ мин};$$

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

$$T_{изм} = 0,29 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = 0,25 + 0,18 + 0,29 = 0,72 \text{ мин};$$

Оперативное время, найдем по формуле;

$$T_{опер} = T_o + T_{всп} = 0,28 + 0,72 = 1 \text{ мин};$$

Время затраченное на обслуживание и отдых, $T_{o.o}$, определяется по формуле;

$$T_{o.o} = 15\% \cdot T_{oper} = 15\% \cdot 1 = 0,15 \text{ мин};$$

Штучное время, найдем по формуле;

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{o.o} = 0,28 + 0,72 + 0,15 = 1,15 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время, найдем по формуле:

$$T_{шт.к.1} = T_{шт} + \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) = 1,15 + \frac{12}{11000} \approx 1,151 \text{ мин}$$

Токарная операция с ЧПУ

$$T_o = 0,557 \text{ мин};$$

Вспомогательное время $T_{всп}$, найдем по формуле:

$$T_{всп} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{изм}$$

$$T_{уп} = 0,25 \text{ мин};$$

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

$$T_{изм} = 0,29 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = 0,25 + 0,18 + 0,29 = 0,72 \text{ мин};$$

Оперативное время, найдем по формуле;

$$T_{oper} = T_o + T_{всп} = 0,557 + 0,72 = 1,277 \text{ мин};$$

Время затраченное на обслуживание и отдых, определим по формуле;

$$T_{o.o} = 15\% \cdot T_{oper} = 15\% \cdot 1,277 = 0,192 \text{ мин};$$

Время, затраченное на одну единицу продукции, определяется по формуле;

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{o.o} = 0,557 + 0,72 + 0,192 = 1,469 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время, найдем по формуле:

$$T_{шт.к.2} = T_{шт} + \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) = 1,469 + \frac{12}{11000} \approx 1,47 \text{ мин};$$

Токарная операция с ЧПУ

$$T_o = 0,22 \text{ мин};$$

Вспомогательное время $T_{всп}$, найдем по формуле:

$$T_{всп} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{изм}$$

$$T_{уп} = 0,25 \text{ мин};$$

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

$$T_{изм} = 0,29 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = 0,25 + 0,18 + 0,29 = 0,72 \text{ мин};$$

Оперативное время, найдем по формуле;

$$T_{опер} = T_o + T_{всп} = 0,22 + 0,72 = 0,94 \text{ мин};$$

Время затраченное на обслуживание и отдых, определим по формуле;

$$T_{о.о} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 0,94 = 0,141 \text{ мин};$$

Штучное время $T_{шт}$, найдем по формуле;

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{о.о} = 0,22 + 0,72 + 0,141 = 1,081 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время, найдем по формуле:

$$T_{шт.к.з} = T_{шт} + \left(\frac{T_{п.э}}{n} \right) = 1,081 + \frac{12}{11000} \approx 1,082 \text{ мин};$$

Вертикально-сверлильная операция с ЧПУ

$$T_o = 0,64 \text{ мин};$$

Вспомогательное время $T_{всп}$, найдем по формуле:

$$T_{всп} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{изм}$$

$$T_{уп} = 0,25 \text{ мин};$$

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

$$T_{\text{изм}} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = 0,25 + 0,18 + 0,15 = 0,58 \text{ мин};$$

Оперативное время, найдем по формуле;

$$T_{\text{опер}} = T_o + T_{\text{всп}} = 0,64 + 0,58 = 1,22 \text{ мин};$$

Время затрачиваемое на обслуживание и отдых, определим по формуле;

$$T_{o.o} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 1,22 = 0,183 \text{ мин};'$$

Время затрачиваемое на одну единицу продукции, $T_{\text{шт}}$, определяется по формуле;

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{o.o} = 0,64 + 0,58 + 0,183 = 1,403 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время, найдем по формуле:

$$T_{\text{шт.к.4}} = T_{\text{шт}} + \left(\frac{T_{\text{п.з}}}{n} \right) = 1,403 + \frac{13}{11000} \approx 1,404 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время деталей, определяется по формуле:

$$\begin{aligned} T_{\text{шт.к}} &= T_{\text{шт.к.1}} + T_{\text{шт.к.2}} + T_{\text{шт.к.3}} + T_{\text{шт.к.4}} = \\ &= 1,404 + 1,082 + 1,356 + 1,151 = 4,993 \text{ мин.} \end{aligned}$$

2. Конструкторская часть

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

Задание на проектирование специальных приспособлений в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «фланец» на вертикально-сверлильном станке Модель 2Н125.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «фланец».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «фланец» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия

<p>Технические (тактико- технические) требования</p>	<p><u>Тип производства</u> – среднесерийный</p> <p><u>Программа выпуска</u> - 11000 шт. в год.</p> <p>Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать вертикально-сверлильную станку Модель 2Н125.</p> <p><u>Входные данные</u> о заготовке, поступающей на точную операцию:</p> <p>высота заготовки 90 мм,</p> <p>Ra=6,3</p>
<p>Документация, подлежащая разработке</p>	<p>Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.</p>

2.2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.

Теперь мы приступаем к разработке приспособлений, этот раздел предназначен для разработки экономически жизнеспособных приспособлений, которые отвечают всем требованиям.

На рисунке 1 ниже показано усилие зажима в процессе фиксации

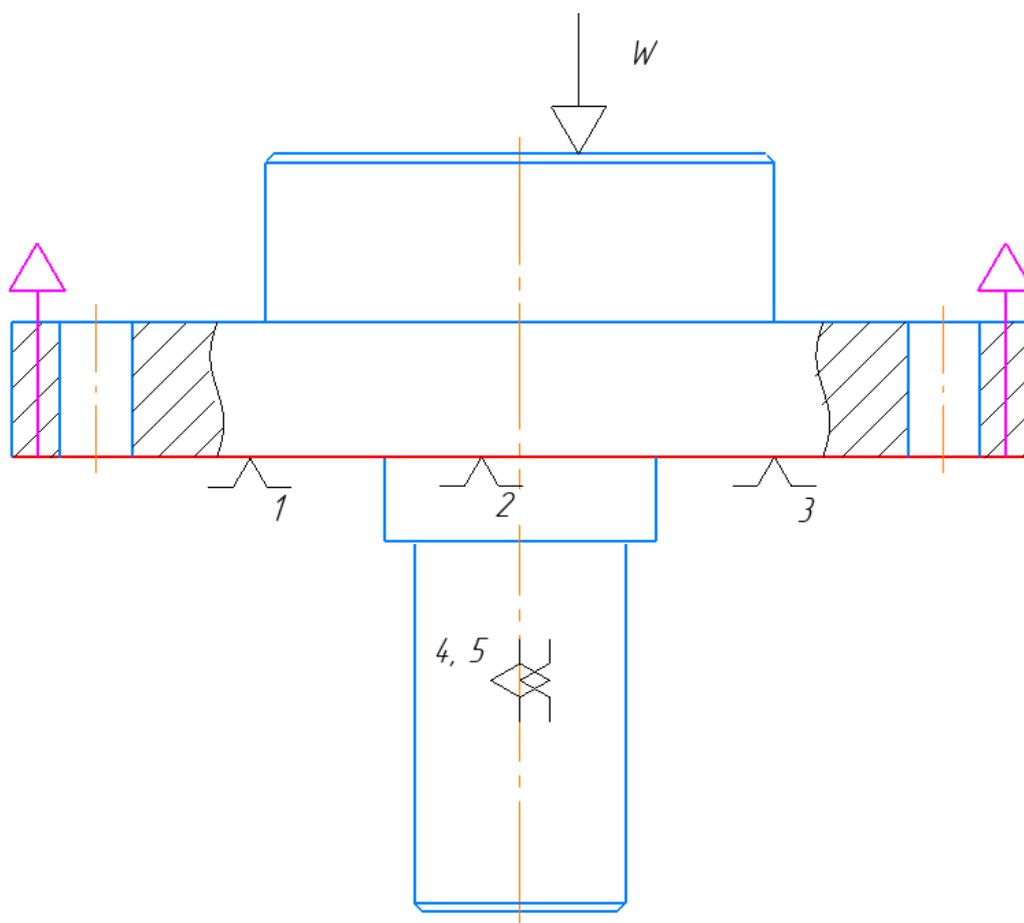


Рис. 1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

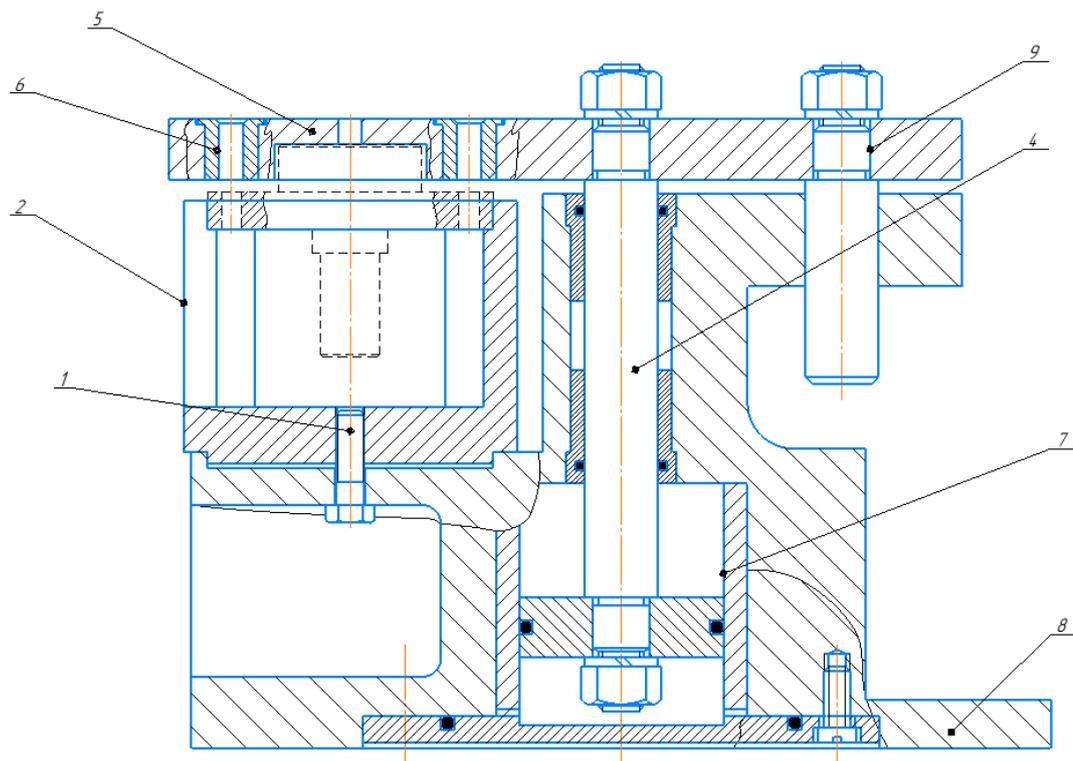


Рис. 2. Компоновка (общий вид) приспособления.

2.3. Описание конструкции и работы приспособления.

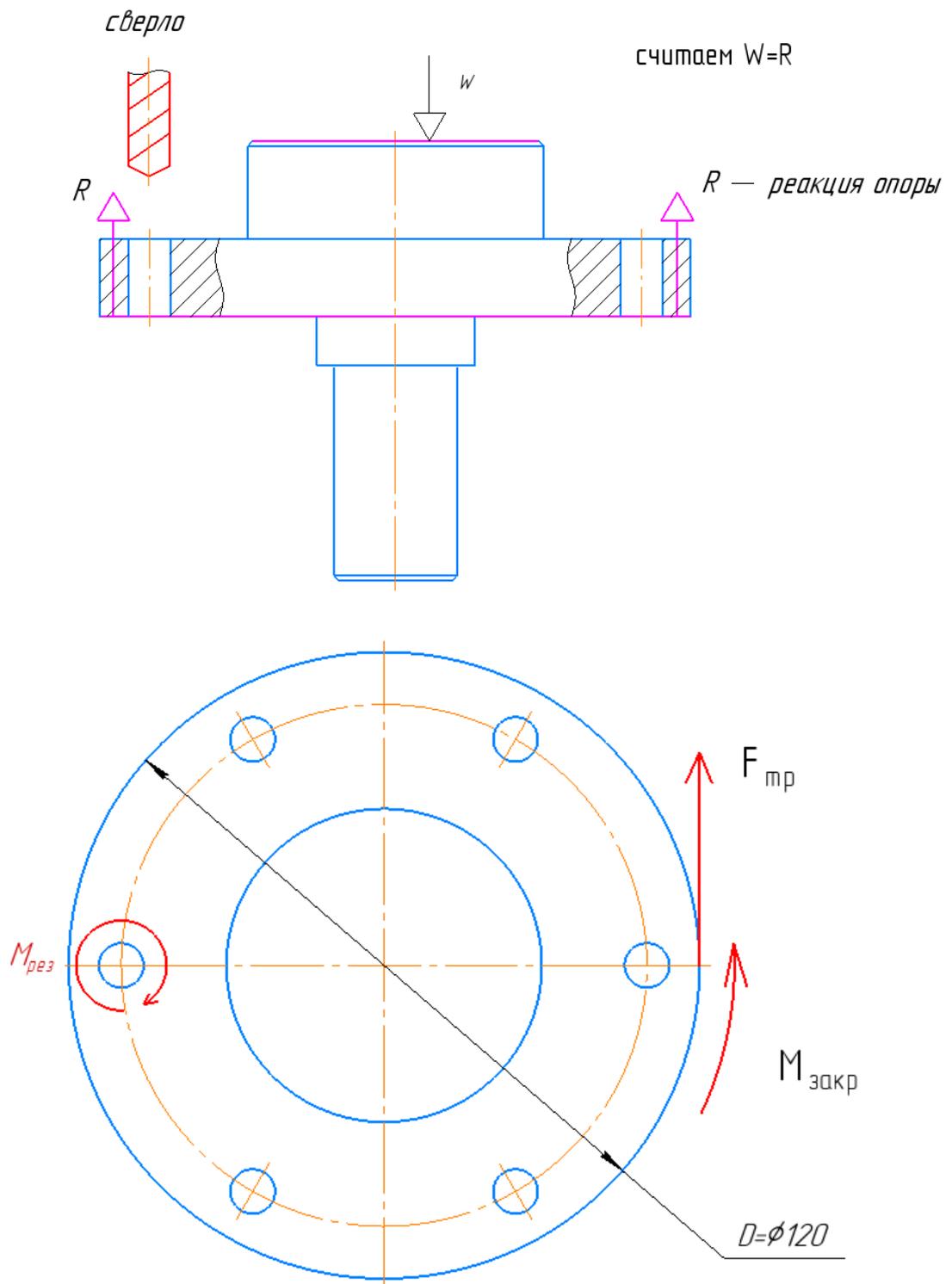
Приспособление надежно и точно фиксрует фланец на вертикально – сверлильных станках 2Н125.

Приспособления приведено в формате А2.

Деталь устанавливается на опору 2. Опора прикреплена к корпусу кондуктора болтами 1. Зажим детали осуществляется кондукторной плитой 5. В корпус 8 кондуктора встроен цилиндр 7, в котором перемещается поршень со штоком 4. На скалках 9 установлена плита 5, в которой монтируются кондукторных втулок 6.

Конструкция и все размеры приспособления должны соответствовать ГОСТ и нормативам машиностроения.

2.4. Определение необходимой силы зажима



1. Момент закрепления по формуле

$$M_{закр} = K \cdot M_{рез}$$

Где $M_{закр}$ —момент закрепления

$M_{рез}$ —момент резания

K —коэффициент

$$M_{закр} = KM_{рез} = 11,02 \cdot 1,5 = 16,53 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

2. Рассчитаем силу трения по формуле

$$M_{закр} = F_{тр} \cdot D/2$$

Где $M_{закр}$ —момент закрепления

$F_{тр}$ —сила трения

D —диаметр торца

$$F_{тр} = \frac{2M_{закр}}{D} = 16,53 \cdot \frac{2}{0,12} = 275,5 \text{ Н}$$

3. Рассчитаем силу реакции по формуле

$$F_{тр} = f_{тр} \cdot R$$

Где $F_{тр}$ —сила трения

R —сила реакции

$f_{тр}$ —коэффициент трения

$$R = \frac{F_{тр}}{f_{тр}} = \frac{275,5}{0,15} = 1837 \text{ Н}$$

4. Рассчитаем диаметр поршня[стр.143]

$$P_{ш} = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) p \eta \quad (2.1)$$

Где $P_{ш}$ – сила тянущая;

D – диаметр поршня;

p – давление сжатого воздуха в мпа;

η – к.п.д цилиндра.

$$P_{ш} = W = R = 1837 \text{ Н}$$

$$p = 5 \text{ мпа} \quad \eta = 0,9 \quad d = 0,02 \text{ м}$$

$$D = \sqrt{P_{ш} \cdot 4 / \pi p \eta + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1837}{\pi \cdot 0,9 \cdot 5 \cdot 10^6} + 0,02^2} = 0,03768 \text{ м} = 37,68 \text{ мм}$$

Применяем $D = 80 \text{ мм}$ для того, чтобы это приспособление может закрепить детали во время работы.

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

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	Ли Инцзе

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. Анализ конкурентных технических решений. 2. SWOT—анализ.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	1. Планирование работ. 2. Разработка графика Ганта. 3. Формирование бюджета затрат.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Описание потенциального эффекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А71	Ли Инцзе	Ли Инцзе	01.02.2021г.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1. Общая информация

Цель данной ВКР – разработка технологии изготовления Фланца.

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала разработки.
- планирование научно-исследовательской работы;
- расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности

исследования.

3.2.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Оценка конкурентоспособности

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	5	2	2	0,1	0,06	0,04
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	2	4	0,7	0,4	0,6
3. Помехоустойчивость	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	2	0,05	0,03	0,01
5. Надежность	0,3	5	2	4	1,5	0,8	1,2
6. Уровень шума	0,01	1	1	2	0,01	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	4	5	3	0,6	0,5	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	2	2	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,01	5	5	5	0,04	0,05	0,05

Продолжение таблицы 3.1

10. Простота эксплуатации	0	5	4	4	0	0	0
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	2	0,3	0,2	0,1

2. Уровень проникновения на рынок	0,02	4	2	2	0,12	0,08	0,04
3. Цена	0,05	4	2	3	0,12	0,03	0,06
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	2	2	0,3	0,3	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,04	4	3	2	0,16	0,12	0,05
6. Финансирование научной разработки	0,03	3	3	3	0,09	0,09	0,09
7. Срок выхода на рынок	0,01	1	2	2	0,02	0,02	0,02
8. Наличие сертификации разработки	0,04	5	4	2	0,2	0,16	0,07
Итого	1	68	51	48	4,33	2,86	2,98

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

3.2.3 SWOT-анализ

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

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

Таблица 3.2

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Низкая цена исходного сырья.	Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.
С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.	Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного

	исследования.
С3. Более информация, которая была использована для разработки проекта.	Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.
С4. Экологичность технологии.	Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.
С5. Квалифицированный персонал.	Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности	Угрозы
В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ.	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
В3. Внедрение передовых технологий.	
В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 3.3–3.6.

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

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

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

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	-	-	+	+	+
	В2	-	-	-	-	-
	В3	-	-	-	-	-
	В4	-	-	-	-	-

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные

стороны»

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

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

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

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>C1. Низкая цена исходного сырья.</p> <p>C2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.</p> <p>C3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.</p> <p>C4. Экологичность технологии</p> <p>C5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.</p> <p>Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.</p> <p>Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.</p> <p>Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.</p> <p>Сл5. Вероятность получения брака.</p>
<p>Возможности</p> <p>В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.</p> <p>В2. Появление потенциального спроса на новые</p>	<p>Направления развития</p> <p>В2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки.</p>	<p>Сдерживающие факторы</p> <p>В1Сл3Сл4Сл5. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.</p>

разработки.		
-------------	--	--

Продолжение таблицы 3.7

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

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

3.3. Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

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

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

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

Таблица 3.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель

исследования	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

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

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

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

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

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить

продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i}, \quad (3,3)$$

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

$t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (3.3):

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (3,4)$$

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

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

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (3,5)$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

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

Таблица 3.10 – Диаграмма Ганта

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

Примечание:



– Исп. 1 (научный руководитель),



– Исп. 2 (инженер)

3.3.3 Бюджет научно-технического исследования

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

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

3.3.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

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

Стоимость инструмента и стоимость в процессе производства.

Таблица 3.11 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Комплекс канцелярских принадлежностей	400	3	1200
Картридж для лазерного принтера	3300	1	3300
Итого:			4500

Цены приняты на основании прайс-листа поставщика материалов: <https://papyrus->

3.3.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

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

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n} \quad (3,6)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \times И}{12} \times m \quad (3,7)$$

где $И$ – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot И}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 30000}{12} \cdot 3 = 2475 \text{ руб.}$$

Таблица 3.12 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.	м.в.из. мес.	Н _А %	А _{АМО} . руб.
1	ПЭВМ	1	3	49	49	0,6	33	4109
3	КСЕРОКС	1	7	39	39	0,7	14	1486
Итого								5595

ПЭВМ-персональная электронно-вычислительная машина

3.3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (3,8)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 3.8).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{53625 \times 10,3}{246} = 2245,3 \text{ руб.} \quad (3,9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического

персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \times M}{F_{\text{д}}} = \frac{34125 \times 11,2}{213} = 1794,4 \text{руб.} \quad (3,10)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \times (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \times K_{\text{р}} = 27500 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 53625 \text{руб.} \quad (3,11)$$

– для инжен

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \times (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \times K_{\text{р}} = 17500 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 34125 \text{руб.} \quad (3,12)$$

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

Таблица 3.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

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

Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213
--	-----	-----

Таблица 3.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{mc}, руб$	$k_{гп}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}, руб$	$Z_{он}, руб$	$T_{р}, раб.дн.$	$Z_{осн}, руб$
Руководитель	25999	0,3	0,2	1,3	53625	2245,3	13,5	28663,6
Инженер	16999	0,3	0,2	1,3	34125	1794,4	68,5	114396,4
Итого:								143060

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = K_{доп} \times Z_{осн} = 0,15 \times 28663,6 = 4299,5 \text{ руб} \quad (3,13)$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = K_{доп} \times Z_{осн} = 0,15 \times 114396,4 = 17159,5 \text{ руб} \quad (3,14)$$

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

3.3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times (28663,6 + 4299,5) = 9888,9 \text{ руб} \quad (3,15)$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times (114396,4 + 17159,5) = 39466,77 \text{ руб} \quad (3,16)$$

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

3.3.3.5 Накладные расходы

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

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$З_{накл} = (\text{сумма статей} 1 \div 5) \cdot k_{np}, \quad (3,17)$$

где k_{np} – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

3.3.3.6 Формирование бюджетной стоимости

Таблица 3.15 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
Материальные затраты	Амортизация	Основная зарботная	Дополнительн ая зарботная	Отчисления на социальные	Итого без накладных	Накладные расходы	Итого бюджетная
4500	5595	143060	21459	49355,7	223965,7	44793,14	268762,8 4

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

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 3.12).

Таблица 3.12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект	Весовой	Текущи	Исп.2	Исп.3

исследования Критерии	коэффициент параметра	й проект		
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4
2. Стабильность работы	0,2	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,3	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	4	5
ИТОГО	1	4,65	3,8	4,05

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,65;$$

$$I_{p2} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 3,80;$$

$$I_{p3} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 4,05.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}} \quad (3,18)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{0,90} = 5,18, \quad I_{исп.2} = \frac{3,8}{0,91} = 4,18, \quad I_{исп.3} = \frac{4,05}{1} = 4,05.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 3.13).

Таблица 4.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,8	4,05
2	Интегральный показатель эффективности	5,18	4,18	4,05
3	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,81	0,78

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими. Таким вариантом является результат проведенных исследований.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей.

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 268762,84 руб.

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 3,8 и 4,05;

2) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,3, по сравнению с 4,2 и 4,05, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту: Ли Инцзе

Группа	ФИО
154A71	Ли Инцзе

ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема дипломной работы: Проектирование технологического процесса изготовления детали «фланца»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</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. 	<p style="text-align: center;">Приводится перечень НТД, используемой в данном разделе.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p style="text-align: center;">Анализ показателей шума и вибрации</p> <ul style="list-style-type: none"> • установление соответствие показателей нормативному требованию; <p style="text-align: center;">Анализ показателей микроклимата</p> <ul style="list-style-type: none"> • показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности. <p style="text-align: center;">Анализ освещенности рабочей зоны</p> <ul style="list-style-type: none"> • типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности; • при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету. <p style="text-align: center;">Анализ электробезопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> • наличие электроисточников, характер их опасности; • установление класса электроопасности помещения, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления. • при расчете заземления указать схему размещения заземлителя согласно проведенному расчету. <p style="text-align: center;">Анализ пожарной безопасности</p>	<p>Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указать ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты; • привести классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления, • категорию пожароопасности помещения, • марки огнетушителей, их назначение. <p>При отклонении показателя предложить мероприятия.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности. • категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение. • Разработать схему эвакуации при пожаре. 	
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • защита селитебной зоны • анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); • анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); • анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); • разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов.</p> <p>Наличие радиоактивных отходов также требует разработки их утилизации.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • выбор наиболее типичной ЧС; • разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Рассматриваются 2 ситуации ЧС:</p> <p>1) природная – сильные морозы зимой;</p> <p>2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии).</p> <p>Предусмотреть мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</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. 	<p>Приведены:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечень НТД, используемых в данном разделе, • схема эвакуации при пожаре, • схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.20 г.
---	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин А.И.	Д.т.н.		26.02.20 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата

154A71	Ли Инцзе		26.02.20 г.
--------	----------	--	----------------

Введение

Цель настоящего раздела заключается в том, чтобы технические специалисты осуществляли и анализировали вредные и опасные факторы труда и разрабатывали меры по их предотвращению, а также проводили оценку микроусловий труда в условиях труда. В настоящем разделе рассматриваются также вопросы безопасности, пожарной безопасности и охраны окружающей среды, а также предлагаются оптимальные условия труда.

Безопасность человеческой жизни зависит от характера работы, организации работы, взаимоотношений на рабочем месте и организации рабочего места, а также от опасных и вредных факторов, таких, как свет, звук, излучение и природные явления.

В определенной степени вред здоровью может быть причинен различными факторами, т.е.

продолжительная компьютерная работа может негативно сказаться на здоровье человека. персональный компьютерный монитор является источником электростатического поля; низкочастотное и низкочастотное электромагнитное излучение (А.Х); ультрафиолетовые лучи; инфракрасные лучи; видимое излучение.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

- Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;

На заводе работникам в возрасте до 18 лет запрещено выполнять работу на фабрике в одиночку. Подростки в возрасте от 16 до 18 лет могут работать в команде с работниками, которые знакомы с операцией.

Лица моложе 16 лет к выполнению путевых работ не допускаются.

Лица моложе 18 лет и беременные женщины не должны допускаться к работам, связанным с воздействием вибрации, ядохимикатов и связанным с радиоактивными, асбестосодержащими и другими опасными и вредными веществами

- Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны являются:

Рабочее место располагается на 1 этаже в цеху, помещение представляет собой комнату размером 6 м на 9 м, высотой 4 м, 4 окно выходящих на север, в помещении находится (4 единиц технологического оборудования, 8 людей).

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ условий труда на рабочем месте.

Рабочее место должно соответствовать требованиям [ГОСТ 12.2.003-91](#) и настоящего стандарта. Рабочее место, его оборудование и оснащение, применяемые в соответствии с характером работы, должны обеспечивать безопасность, охрану здоровья и работоспособность работающих.

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы:

а) неудобные метеоусловия; б) пожарной безопасности; в) шум; г) недостаточное освещение; д) электромагнитного излучения

Таблица 4.1 -Вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
2.Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

4.2.2 Анализ показателей микроклимата

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

1. температура воздуха;
2. относительная влажность воздуха;
3. скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных

помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 4.2.

Таблица 4.2 Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

4.2.3. Анализ пожарной безопасности

в зависимости от опасности пожаров и пожаров здания подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. в зависимости от пожарной опасности наружные помещения подразделяются на: Ан, Бн, Вн, Гн и Дн.

В соответствии с планом национальной безопасности управление 105 - 03 относится к категории в: горючая жидкость и трудно воспламеняющаяся жидкость, твёрдые горючие и трудновоспламеняющиеся вещества и материалы, в том числе пыль и волокна, вещества и материалы. с водой, кислородом или горением друг друга при условии, что это место пригодится для использования или обработки; категории А или В не включены.

в зависимости от степени огнестойкости, эта комната относится к 1 - му уровню огнеупорности рельсов типа 2.01.02-85 (изготовленных из кирпича, из которого трудно сгорать). при использовании электронного оборудования возник пожар как по электрическим, так и по неэлектрическим причинам.

неэлектрические причины пожара:

(1) небрежный огонь (необслуживаемое нагревательное устройство, использование открытого огня)

при взрыве метана в концентрациях 4,4 - 17% в воздухе происходит утечка метана.

причина пожара:

1) короткое замыкание;

- 2) перегрузка тока;
- 3) искры и дуги;
- 4) статическое электричество.

для устранения причин пожара и борьбы с ним лаборатория должна:

- 1) использовать только исправное оборудование;
- 2) проведение регулярных брифингов по вопросам пожарной безопасности;
- 3) прекращение работы электрооборудования, освещения и электроснабжения при отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работы;
- 4) курение в строго установленных местах;
- 5) поддержание дорог и каналов для свободной эвакуации людей.

огнетушители типа СНVP - 10 используются для пожаротушения при первоначальном горении твердых и воспламеняющихся жидкостей.

держат существующее противопожарное оборудование в хорошем рабочем состоянии.

Подготовка и инструктаж сотрудников предприятий по вопросам пожарной безопасности. В случае пожара эвакуация людей и оборудования должна осуществляться по специальному маршруту эвакуации, указанному в плане пожарной эвакуации. Это хороший пример, который также размещен в наиболее известном месте.

эвакуационный коридор - это двери и двери, выходящие из здания.

4.2.4. Производственный шум

максимальный допустимый уровень шума является одним из факторов, влияющих на уровень работы вне рабочего дня, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего времени, не приводящего к заболеваниям или плохому состоянию здоровья. соблюдение закона о предотвращении шумового и шумового загрязнения не исключает проблем со здоровьем для лиц, которые находятся в особо уязвимом положении.

допустимый уровень шума ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. максимальный уровень шума на рабочем месте не должен превышать 80 дБА. в нашем случае этот параметр соответствует 60 дБА.

при превышении допустимых уровней необходимо принимать во внимание положения о здравоохранении и единую систему.

- устранение причин, приводящих к шуму, или значительное сокращение шума в учебных заведениях;

- изоляция источников шума от окружающей среды путем поглощения звуков и вибраций, звуков и вибраций;

- использование средств для снижения уровня шума и вибрации;

Сиз

- использование рабочей одежды, обуви и слуховых аппаратов: наушники, наушники и наушники.

4.2.5. Недостаточное освещение

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 10$ м, ширина $B = 8$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м.

Площадь помещения: $S = A \times B$,

где A – длина, м; B – ширина, м.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,2$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

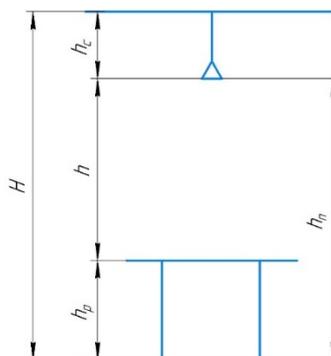


Рисунок 4.1 Основные расчетные параметры

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$h = h_n - h_p$, где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.} \quad (4.1)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м} \quad (4.2)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = \frac{B}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,3 \approx 3 \quad (4.3)$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = \frac{A}{L} = \frac{10}{2,4} = 4,16 \approx 4 \quad (4.4)$$

Общее число светильников:

$$N = N_a \cdot N_b = 3 \cdot 4 = 12 \quad (4.5)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м} \quad (4.6)$$

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97 \quad (4.7)$$

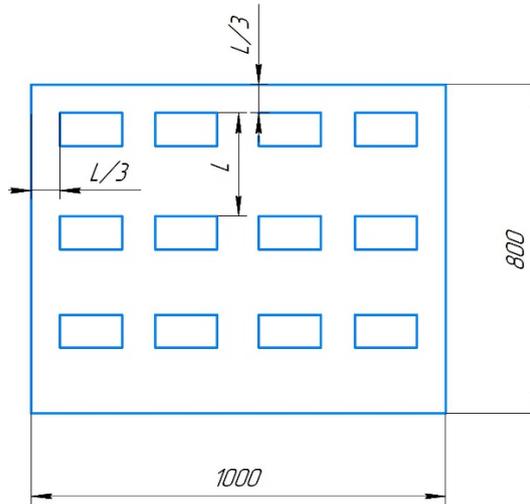


Рисунок 4.2 План размещения светильников

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 4061 \text{ лм} \quad (4.8)$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%. \quad (4.9)$$

Таким образом: $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$, необходимый световой поток.

4.2.6. Электробезопасность

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

4.3 Экологическая безопасность:

Защита атмосферы

в целях защиты окружающей среды от загрязнения воздуха были приняты следующие меры защиты:

- экологизация технологического процесса;
- очистка вредных примесей в газах;
- рассеяние атмосферных выбросов газов;
- соблюдение норм, допускающих Выбросы вредных веществ;
- план строительства системы здравоохранения и т.д.

газ очищает от вредных примесей. с учетом нынешнего технического уровня невозможно в полной мере предотвратить преступления, связанные с выбросами вредных веществ и газов в атмосферу. к различным методам относятся использование выхлопных газов, аэрозолей (пыли) и токсичных газов и загрязнителей (NO, NO₂, SO₂, SO₃ и т.д.)

строительство и строительство охраняемых зон.

Деятельность по проектированию и планированию включает правильное размещение источников выбросов и населенных пунктов друг с другом, а также Выбор подходящего для строительства высокоскоростного промышленного предприятия, благоприятного ветра и т.д. Д.

защита гидросферы

защита поверхностных вод от загрязнения, загрязнения и потерь.

для предотвращения загрязнения принимаются меры по удалению строительных отходов, твердых отходов, почвы и других объектов в воде и реках; Это может негативно сказаться на качестве воды, местообитаниях рыб и т.д.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

производство находится в Томске, имеет континентальный циклонический климат. в этом городе нет таких природных явлений, как землетрясения, наводнения, засуха, ураганы. в этом случае может возникнуть чрезвычайная ситуация, которая может быть серьезной заморозкой и разрушением. зимой в сибире характерно мороз. достижение критической температуры приведет к авариям, сбоям в работе, обморожениям и даже к гибели людей в системах теплоснабжения и жизнеобеспечения. В случае замораживания трубопровода необходимо предоставить запасной газ и подогреватели катализатора. их количество и потенциал должны быть достаточными для обеспечения того, чтобы производство не прекратилось. В случае отключения проводов генераторы должны быть установлены и использоваться для нагревателей и другого оборудования. необходимо хранить воду для персонала и технических нужд. заключить контракт с транспортными компаниями и переложить ответственность на частный сектор. масштабы разрушений увеличиваются. Такие угрозы часто являются ложными. но на самом деле был взрыв. для предотвращения возможных разрушений предприятия должны быть оснащены

системой видеонаблюдения, круглосуточной системой безопасности, системой прохода и надежной системой связи, исключающей распространение информации о системах, установках и оборудовании, системах безопасности и сигналах объектов, их местоположении и количестве. каждые шесть месяцев офицеры проводят экстренные эвакуационные учения.

Выводы

в разделе « социальная ответственность» анализируются вредные и опасные факторы в производственной среде, а также обсуждаются вопросы обеспечения экологической безопасности и охраны окружающей среды в чрезвычайных ситуациях.

Основная цель настоящего раздела заключается в создании наилучших стандартов для улучшения условий труда, обеспечения безопасности производства и повышения производительности труда. поддерживать работоспособность в процессе работы при одновременном сохранении и окружающей среды.

Мы проанализировали ряд факторов в производственных цехах, изучили возможные риски и приняли превентивные меры для обеспечения их безопасного и упорядоченного функционирования.

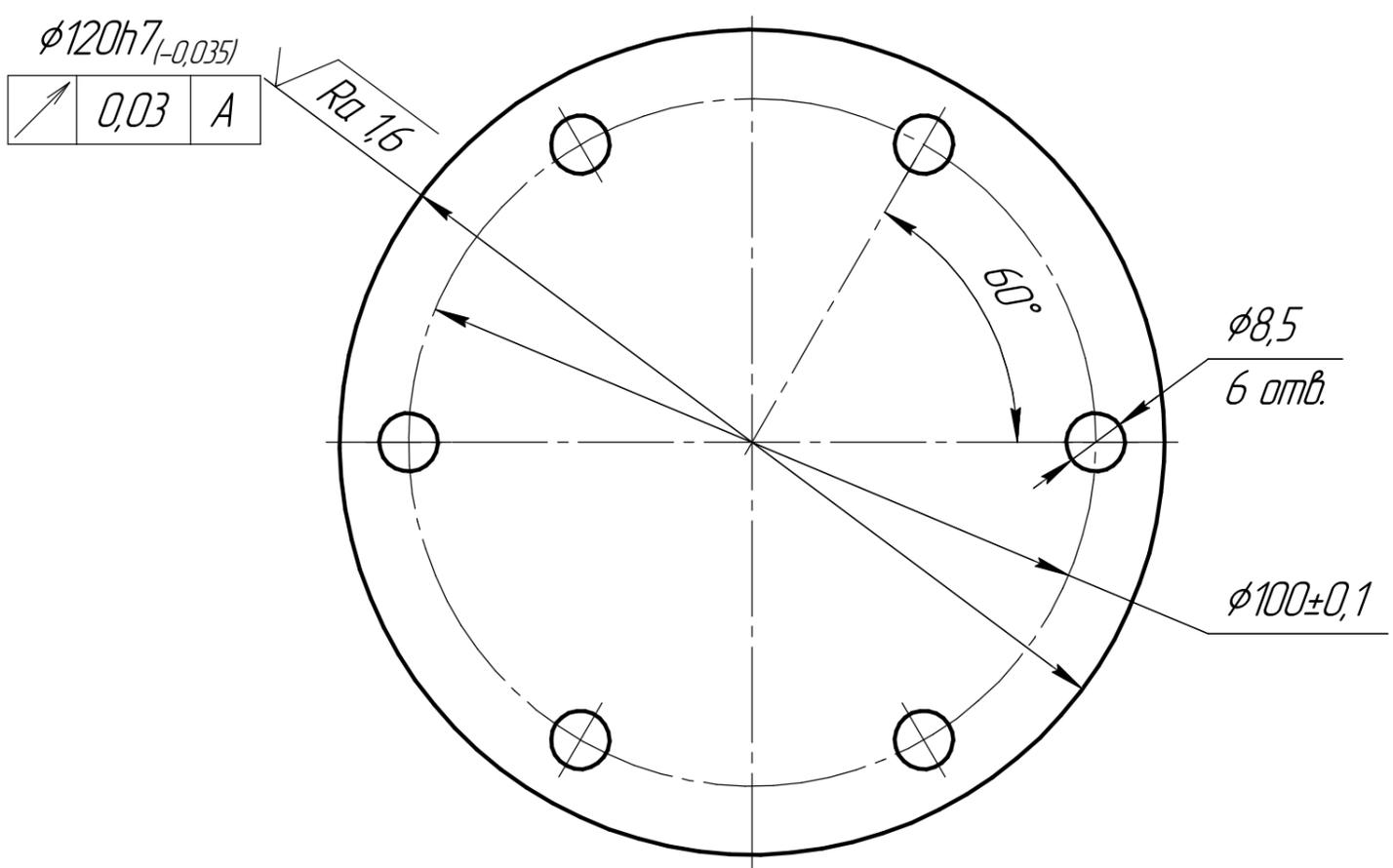
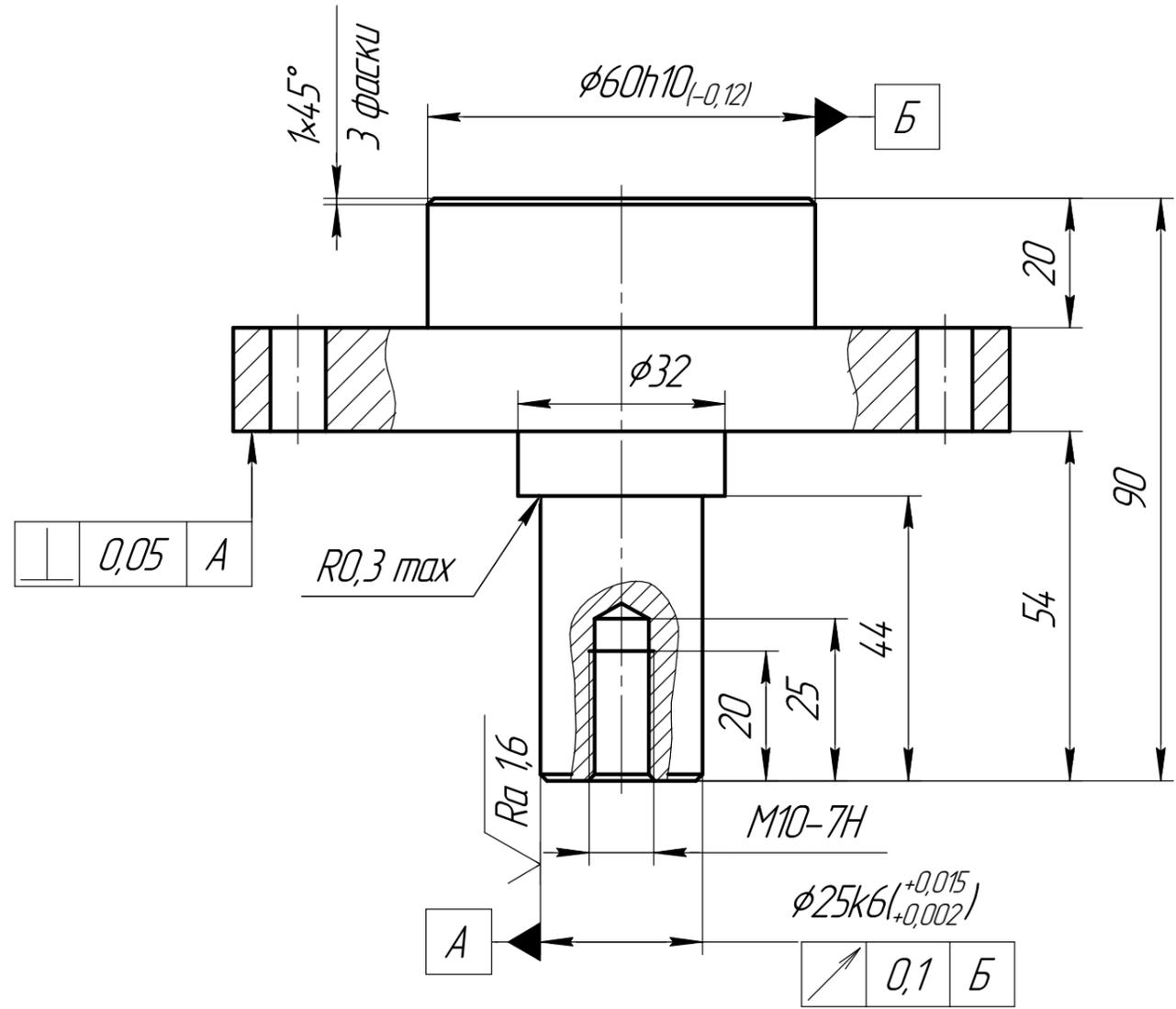
Список литературы

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.–М.: ОООИД «Альянс», 2007.–256с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского и А.Г. Сулова. Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 1986. 656 с., илл
5. Горошкин А. К., Приспособления для металлорежущих станков:Справочник.-7-е изд, перераб. И доп.-М: Машиностроение, 1979. 303 с.
6. Горохов В. А. , Проектирование и расчет приспособлений. МИНСК, «Вышэйшая школа», 1986

Приложение А

√ Ra 6,3 (□)

МК.01.02.04



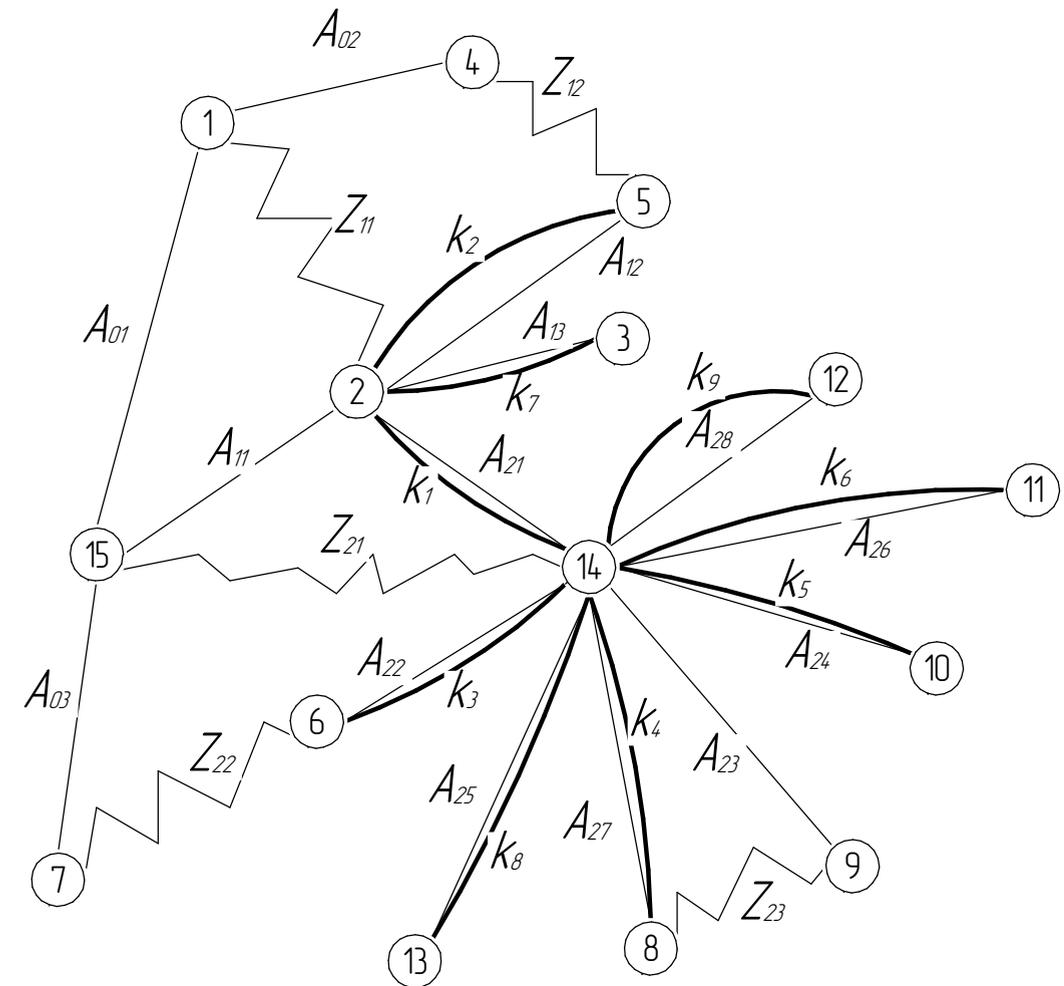
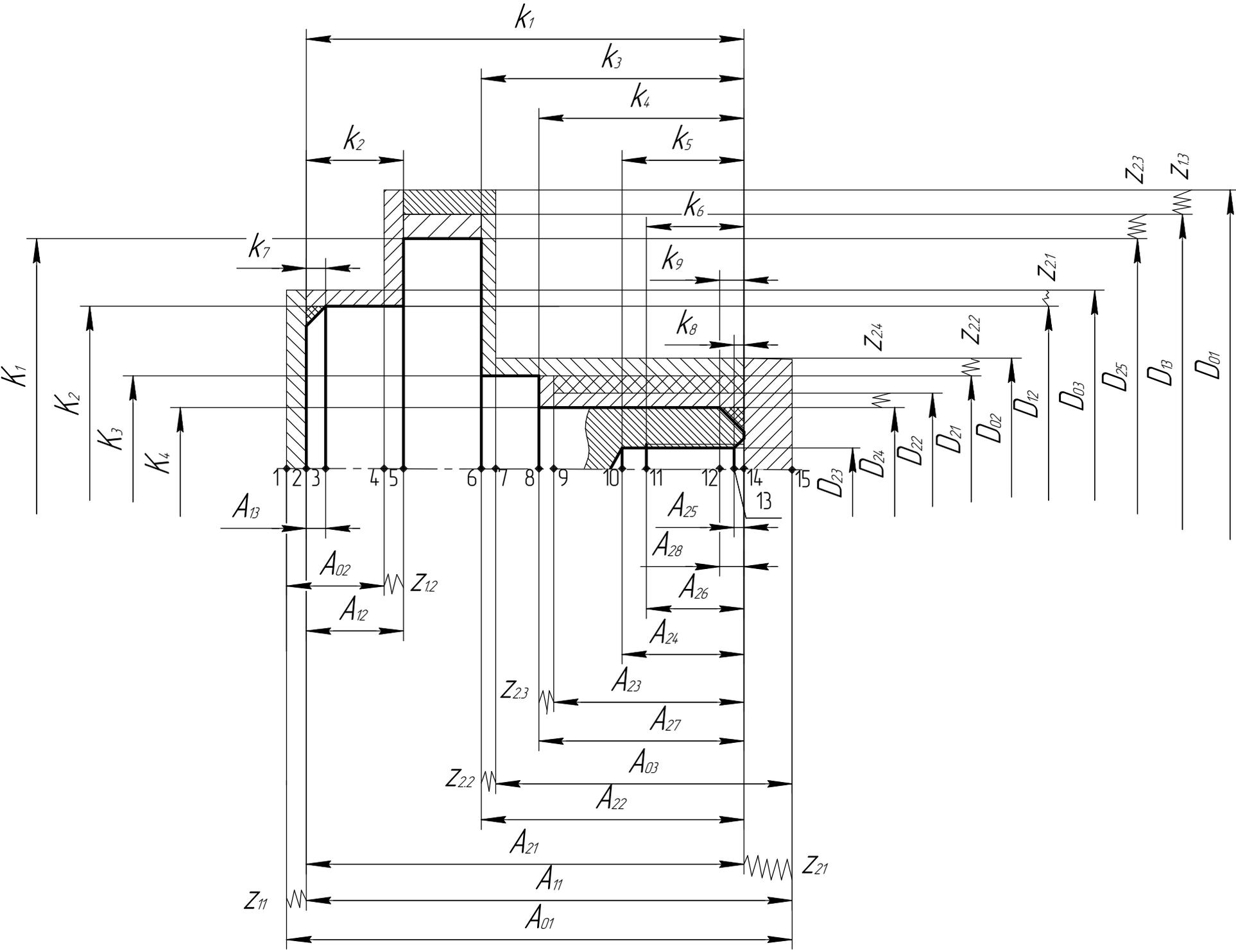
1. Общие допуски по ГОСТ 30893.2-мН: Н14, h14, IT14/2.

					МК.01.02.04			
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Фланец	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Ли Ин-зе							1:1
Пров.	Ким.А.Б.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ИШНПТ Группа 154А71		
Н.контр.					Сталь 40X13 ГОСТ 5632-2014			
Утв.					Копировал			
					Формат А3			

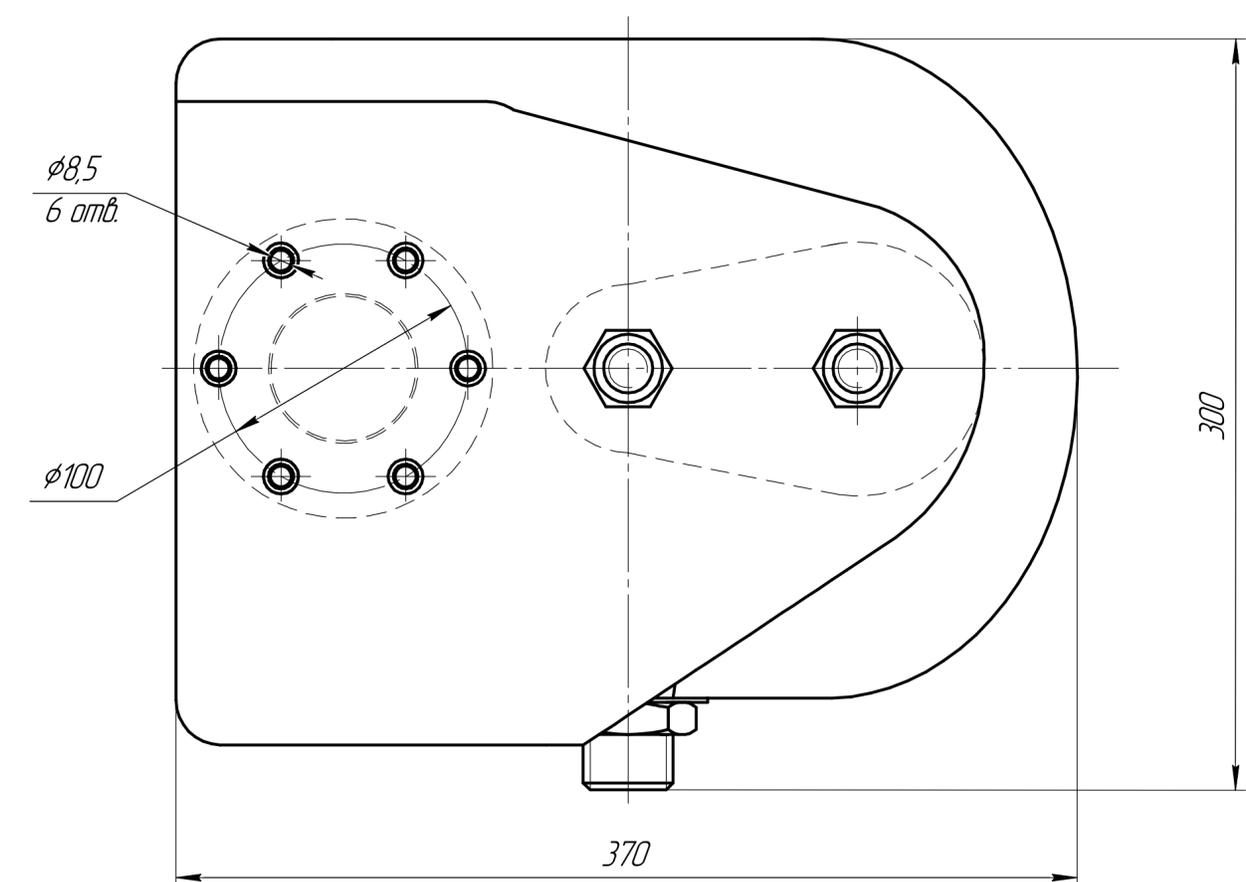
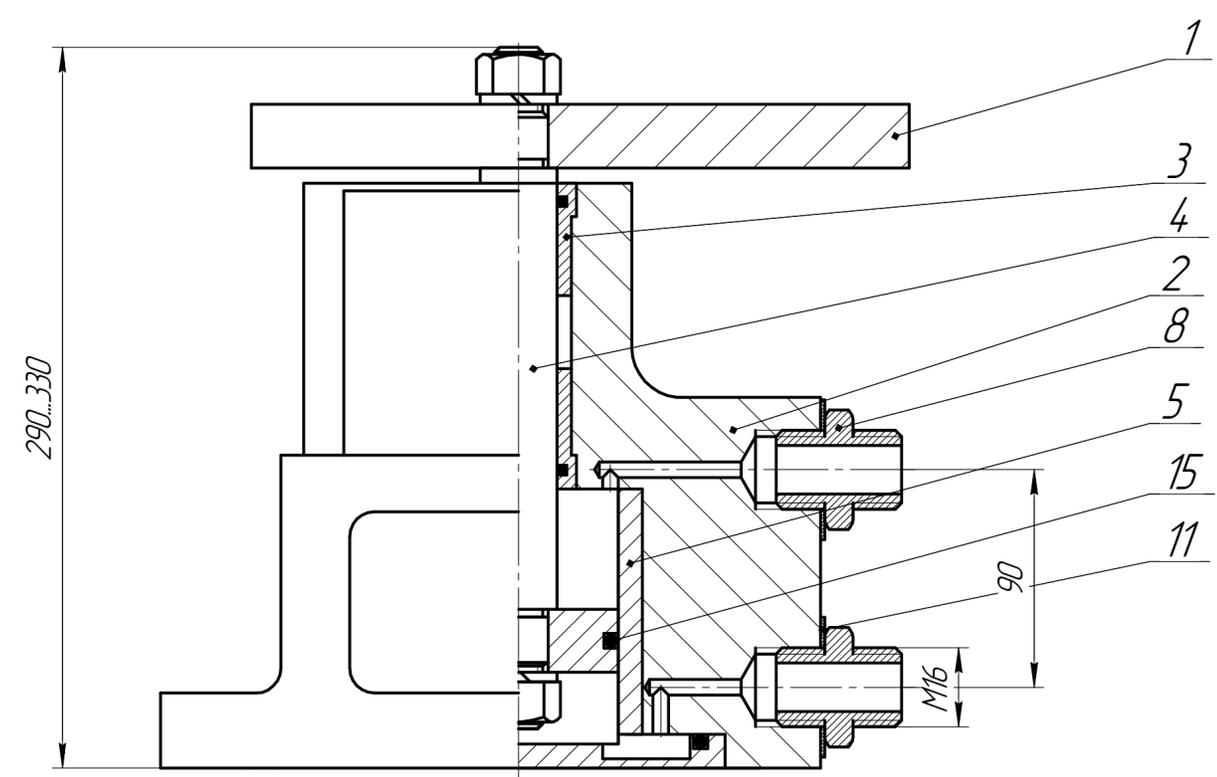
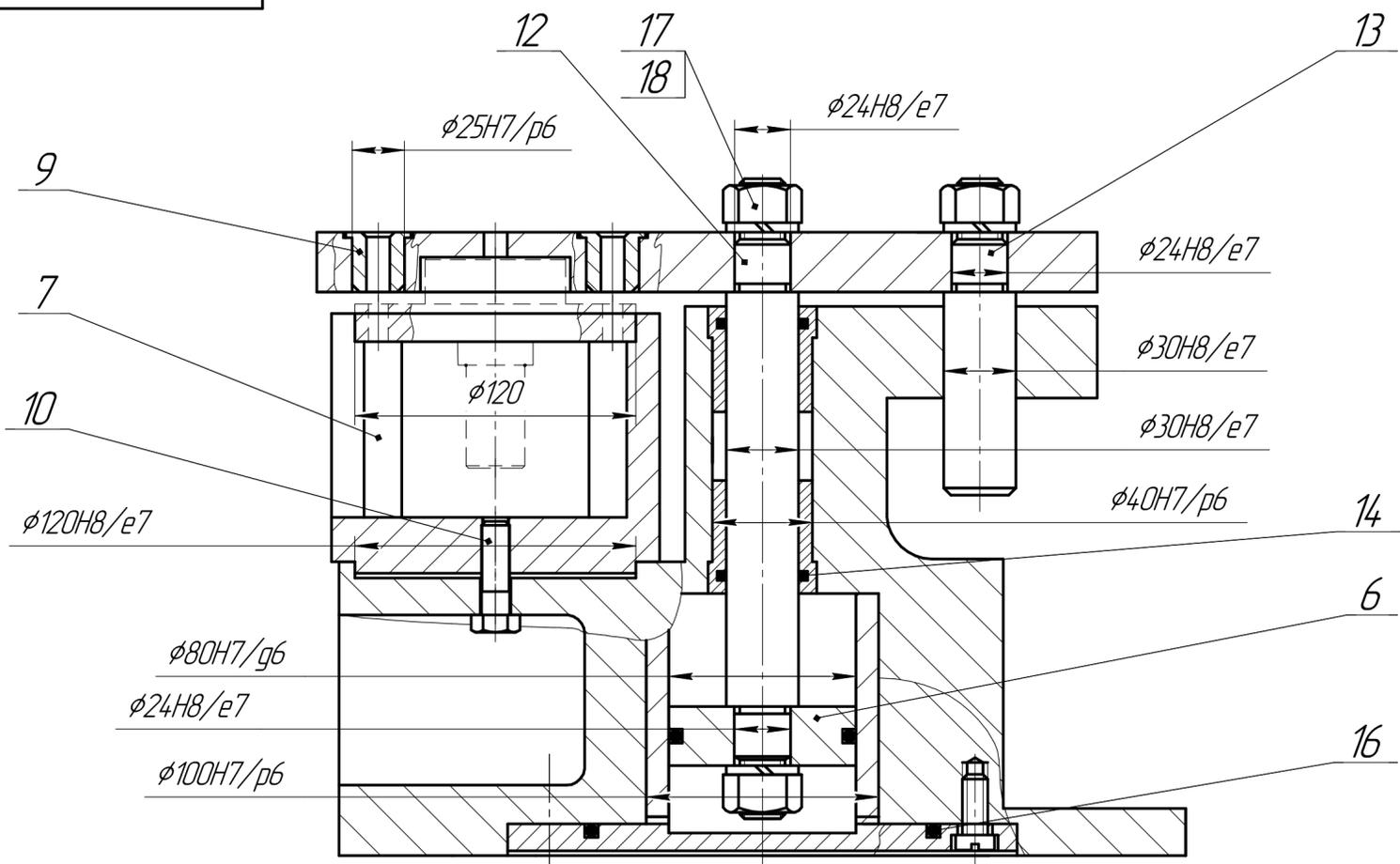
ЮМПАС-ЭД и ВТ Учебная версия © 2009 ООО "АКЮ-Системы проектирования", Россия. Все права защищены. Не для коммерческого использования

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

Приложение Б



Приложение В



Технические характеристики

- 1 Усилие зажима: 4600 Н.
- 2 Рабочее давление сжатого воздуха: 0,5 МПа

Технические требования

- 1 Размеры для справок.
- 2 Маркировать ударным способом серийный номер приспособления, товарный знак завода изготовителя. Шрифт ПО-5 ГОСТ 2930-62.

				ВКР.ТАМП.15.03.01 СБ			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление сверлильное специальное Сборочный чертёж	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Ли Ин-зе						1:2
Проб.	Ким А. Б			Лист	Листов	1	
Т.контр.				НИ ТПУ ИШПНТ Группа 154А71			
Н.контр.				Копировал			Формат А2
Утв.							

Перв. примен.
Справ. №
Изм. № 1
Изм. № 2
Изм. № 3
Изм. № 4
Изм. № 5
Изм. № 6
Изм. № 7
Изм. № 8
Изм. № 9
Изм. № 10
Изм. № 11
Изм. № 12
Изм. № 13
Изм. № 14
Изм. № 15
Изм. № 16
Изм. № 17
Изм. № 18
Изм. № 19
Изм. № 20
Изм. № 21
Изм. № 22
Изм. № 23
Изм. № 24
Изм. № 25
Изм. № 26
Изм. № 27
Изм. № 28
Изм. № 29
Изм. № 30

Приложение Г

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A2			ВКР.ТАМП.15.03.01 СБ	Документация		
					Приспособление сверлильное специальное		
					Детали		
			1		Кондукторная плита	1	
			2		Корпус	1	
			3		Втулка направляющая	1	
			4		Шток	1	
			5		Стакан	1	
			6		Поршень	1	
			7		Опора специальное	1	
			8		Штуцер	2	
			9		Втулка кондукторная	6	
			10		Болт	1	
			12		Скалка	1	
			13		Скалка направляющая	1	
					Стандартные изделия		
			11		Шайба	1	
			14		Кольцо резиновое	1	
		15		Кольцо резиновое	1		
		16		Кольцо резиновое	1		
		17		Гайка М20	1		
		18		Шайба 20	1		

Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разрад.	Ли	Инцзе		
Пров.	Ким	А.Б.		
Н.контр.				
Утв.				

Кондуктор скальчатий

Лит.	Лист	Листов
Н		1
ТТУ ИШНПТ		
Группа 154А71		

Приложение Д

Чертеж детали представлен на листе 1

Национальный исследовательский
Томский политехнический университет

Кафедра ТАМТ

Карта технологического процесса

Материал	Каждой величины	Масса де- тали, кг	Заготовка			
Наименование, марка			Профиль Размеры	Код и вид	Кол.	Масса, кг
Сталь 40Х13 ГОСТ 5632-2014		2,74	Покавка		11000	1,99

ВКР.ТАМТ.15.03.01

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие однорез обработ. деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении поддачи, мм	Длина в направ- лении поддачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы		
						режущий	измери- тельный						mm/об	mm/мин	Частота, об/мин	Скорость ре- зания, м/мин	T ₀	T _{вс}	T _{пз}		T _{шт}	T _{штк}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
00	A	Заготовительная																				
1		Ковать выдерживая размеры 1-6.					Штангенциркуль ШЦ-1-125-01 ГОСТ 166-80															
01	A	Токарная с ЧПУ																				
1		Установить и снять заготовку; Подрезать торец, выдерживая размер 1.				Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18868-73	Штангенциркуль ШЦ-1-125-01 ГОСТ 166-80	1	1	626	313	1975	0,8	464	580	114	0,14					
2		Точить поверхность, выдерживая размеры 2 и 3.				Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18868-73	Микрометр МК 50-75 ГОСТ 6507-78, Глубиномер МГ 50 ГОСТ 74-70-78	1	1	60	20	143	0,8	440	550	108,1	0,05					
3		Точить поверхность, выдерживая размер 4.				Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18868-73	Микрометр гладкий МК 100-125 ГОСТ 6507-78	1	1	1206	186	15125	0,8	240	300	116,1	0,08	0,72	12	15	151	
4		Точить фаску, выдерживая размер 5.				Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18868-73	Шаблон для контроля фасок ГОСТ 2875-62	1	1	60	1	1	0,8	536	670	126,2	0,01					
02	A	Токарная с ЧПУ																				
1		Установить и снять деталь. Подрезать торец, выдерживая размер 1.				Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18868-73	Микрометра гладкий МК 75-100 ГОСТ 6507-78	1	1	34,5	17,25	0,965	0,4	600	1500	162,5	0,06					

Токарно-универсально станок с ЧПУ Модель TURN 450
Трехкулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 2675-80

Справка № _____

Лист 1 из 3

ВКР.ТАМТ.15.03.01		
Лист	№ док.	Подп.
Разраб.	Ли Инже	Дата
Проб.	Ким А. Б	
Т.контр.		
И.контр.		
Этап		
Операционная карта		
Лит	Масса	Масштаб
Лист 1	Листов 3	
НИ ТПУ ИШНПТ Группа 154А71		
Формат А1		

Не для коммерческого использования

Копировать в файл
Имя, № докум.
Лист, № листа
Дата

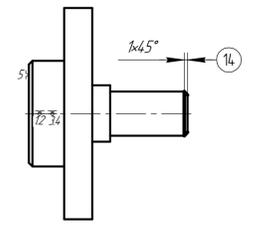
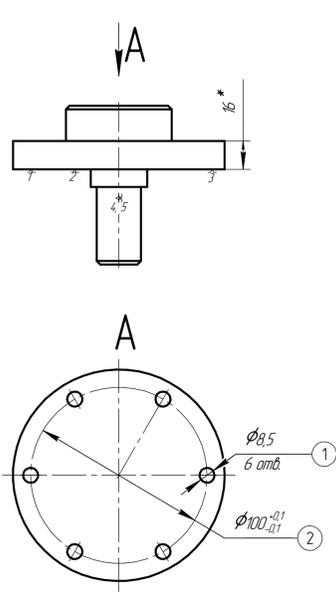
Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Режим обработки					Нормы времени, мин										
						режущий	измерительный	Поддача	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	Т _{об}	Т _{вс}	Т _{пз}	Т _{шт}	Т _{шт.к}	Разряд работы							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	2	Точить поверхность, выдерживая размеры 2 и 3.				Резец проходной циркулярный Т15К6 ГОСТ 18868-73	Микрометр МК 25-50-75 ГОСТ 6507-78; Глубиномер МГ 75 ГОСТ 74-70-78	1	1	32	54	1,38	0,4	560	14,00	15,17	0,1						
	3	Точить поверхность, выдерживая размеры 4 и 5.				Резец проходной циркулярный Т15К6 ГОСТ 18868-73	Микрометр МК 25-50-75 ГОСТ 6507-78; Глубиномер МГ 75 ГОСТ 74-70-78	1	4	25,3	43,6	2	0,4	584	14,60	14,67	0,312						
	4	Сверлить отверстие, выдерживая размеры 6 и 7.				Сверло спиральное Р6М5 φ8,5 ГОСТ 4010-77	Штангенциркуль ШЦ-1-125-01 ГОСТ 166-80	1	1	10	25	5	0,32	206,8	646,2	20,3	0,145						
	5	Зенковать фаску, выдерживая размер 8.				Зенковка коническая Р6М5 φ20 φ4,5 ГОСТ 4022-77	Шаблон для контроля фасок ГОСТ 2875-62	1	1	10	1	1	0,32	227,6	711,4	22,35	0,02						
	6	Нарезать резьбу, выдерживая размеры 9 и 10.				Метчик М10 2621-1761 Р6М5 ГОСТ 3266-81	Калибр резьбовой М10-7Н ПР-НН; ГОСТ 2016-86	1	1	10	20	5	0,32	322	1006,4	316	0,02	0,72	12	1469	147		
	7	Точить поверхность, выдерживая размеры 12 и 11.				Резец проходной циркулярный Т15К6 ГОСТ 18868-73	Головка измерительная МГ ГОСТ 18833-73; Концевые меры 1-42 ГОСТ 9038-90; Глубиномер МГ 50 ГОСТ 74-70-78	1	1	25	44	0,12475	0,2	720	3600	286	0,07						
	8	Точить поверхность, выдерживая размеры 13.				Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18868-73	Микрометр гладкий МК 100-125 ГОСТ 6507-78	1	1	120	16	0,24625	0,2	126	630	238,6	0,14						

Токарно-универсально станок с ЧПУ Модель TURN 450

Трехшлицевой самоцентрирующий патрон ГОСТ 2675-80

ВКР.ТАМП.15.03.01

ИЗМ. № 01
 Вид, № докум.
 Подп. и дата
 Дата введения в действие
 Вид, № докум.
 Подп. и дата
 Дата введения в действие

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одноразовых абразивных деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы	ВКР. ТАМТ.15.03.01				
операции	перехода					режущий	измерительный						Подача		Т ₀	Т _{вс}	Т _{пз}	Т _{шт}	Т _{штк}						
													мм/об	мм/мин								Частота об/мин	Скорость резания, м/мин		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
	9	Точить фаску, выдерживая размер 14.				Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18868-73	Шаблон для контроля фасок ГОСТ 2875-62	1	1	25	1	1	0,4	64,8	1620	305,2	0,01								
03	A	Сверлильная Установить и снять деталь.				Вертикально-сверлильный станок 2Н125	Приспособление сверлильное специальное																		
1		Сверлить 6 отверстий, выдерживая размеры 1 и 2.				Сверло спиральное Р6М5 $\phi 8,5$ ГОСТ 4010-77	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80; Шлифты измерительные специальные; Микрометр гладкий МК 100-125 ГОСТ 6507-78	1	6	8,5	16	4,25	0,32	194,6	608	19,1	0,64	0,58	13	1403	1404				