

Школа ИШНПТ
 Направление подготовки 15. 03. 01. Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления Гайка S-26

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A61	Сюй Цяньхао		05.06.2020 г.

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	К.Т.Н.		05.06.2020 г.

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шибинский К.Г.			05.06.2020 г.

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук И.В.	К. Т. Н.		05.06.2020 г.

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.Н.	Д. Т. Н.		05.06.2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	К. Т. Н.		05.06.2020 г.

Результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении.
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
<i>Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств</i>	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

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

Школа ИШНПТ
Направление подготовки (специальность) 15.03.01. Машиностроение
Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП 15.03.01 Машиностроение

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

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
154A61	Сюй Цяньхао

Тема работы:

Разработка технологии изготовления Гайки S-26	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 г. №59-67/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020 г.
--	---------------

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	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Шибинский К.Г.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук И.В.
Социальная ответственность	Сечин А.И.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.04.2020 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	к.т.н.		13.04.2020 г.
Старший преподаватель	Шибинский К.Г.			13.04.2020 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A61	Сюй Цяньхао		13.04.2020 г.

Оглавление

Введение.....	7
1 Технологическая часть	9
1.1 Исходные данные	9
1.2 Определение типа производства.....	10
1.3 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.....	13
1.4 Разработка маршрута технологии изготовления крышки.....	14
1.5 Построение расчётной схемы и графа технологических размерных цепей	16
1.6 Расчет допусков, припусков и технологических размеров.....	17
1.7 Расчёт припусков на обработку заготовки	23
1.8 Расчёт припусков на осевые размеры	24
1.9 Расчёт технологических размеров на осевые размеры	25
1.10 Выбор средств технологического оснащения	28
1.11 Расчет данных резания	30
1.12 Расчет времени резания	58
1.13 Определение штучно-калькуляционного времени	61
Вывод.....	64
2 Конструкторская часть	65
2.1 Анализ данных и проектирование станочных приспособлений.	65
2.2 Расчетная схема и компоновка приспособления	66
2.3 Принцип работы приспособления	67
Вывод.....	67
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	69
Введение.....	70
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	70
3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	73

3.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	82
Вывод.....	84
4. Социальная ответственность	85
Введение.....	87
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	87
4.2 Производственная безопасность.....	88
4.3 Экологическая безопасность.....	99
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	100
Вывод.....	100
Заключение	102
Список литературы	103
Приложения	105

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 114 страниц пояснительной записки и 4 страниц приложения, 24 таблиц, 18 рисунков, 16 литературных источников, 4 листа графического материала формата A1, 1 лист графического материала формата A2 и 1 лист графического материала формата A3.

Ключевые слова: технологический процесс, режимы резания, гайка S-26, припуски, контрольно-измерительное приспособление.

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Гайка S-26».

Его количество приложений в основном используется для сборки корпусов различных устройств, в автомобилях, электронном оборудовании, медицинской технике и т. Д.

В технологической части выполнены: анализ конструкции детали, определение типа производства, расчет допусков, припусков и технологических размеров, расчет режимов резания, расчет основного времени, определение штучно-калькуляционного времени.

В конструкторской части спроектировано приспособление для фрезерования 4 пазов.

Объектом изучения являются: чертеж и технологический процесс детали «Гайка S-26».

Введение

Традиционно машиностроение является ведущей отраслью. Развитие машиностроения зависит как от разработки совершенно новой конструкции машины, так и от совершенствования технологии ее изготовления. Как правило, технологичность конструкции определяет, является ли она будет широко использоваться.

В современной инженерной технологии, развитие происходит в следующих областях:

Улучшать функцию, качество и экономическую эффективность технического оборудования (высокопроизводительных машин, более долговечных инструментов и т.д.).

- Создание наиболее эффективного технического маршрута;

- Использование эффективной системы управления и производственного плана;

- Полная автоматизация производства, в том числе дизайн продукта, процесс проектирования, разработка графика и т. Д.

Разумное использование современного оборудования и инструментов может значительно снизить производственные затраты и сложность производства. Используя передовые методы для изготовления деталей с минимальными допусками на обработку, вы можете получить те же результаты. В некоторых случаях рекомендуется снизить технологичность продукта, улучшить его качество, что может значительно повысить конкурентоспособность продукта и компенсировать дополнительные расходы. В любом случае ожидание технологичности не должно приводить к снижению производительности продукта ниже структурных требований.

Стандарт для построения эффективного технологического маршрута зависит от типа производства и возможностей предприятия. Одним из самых известных стандартов является принцип базового постоянства. Дизайн трассы должен максимально увеличить функциональность устройства.

Автоматизация на всех этапах производства может значительно сократить подготовку производства, внедрить новые продукты, сократить и упростить рабочий процесс, а также быстро изменить существующие процессы. Теперь без интегрированной системы автоматизации высокотехнологичные отрасли (самолеты и автомобили) не могут поддерживать конкурентоспособный уровень.

Этот выпускной квалификационной работы решает проблему создания эффективного процесса изготовления деталей. Процесс разработан для крупномасштабных производственных условий.

1 Технологическая часть

1.1 Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, представленного на следующем рисунке.

Программа выпуска - 10000 шт. в год.

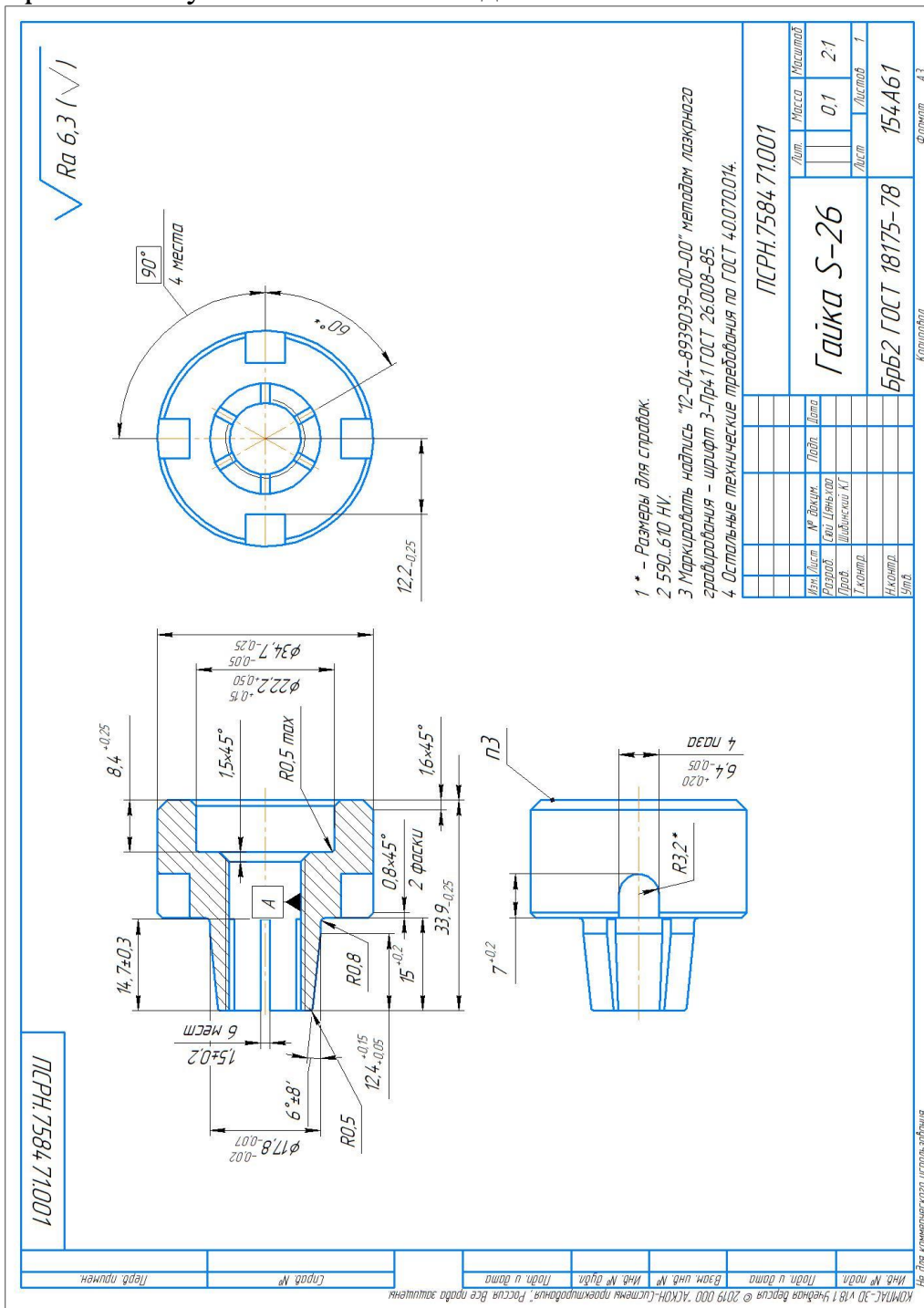


Рисунок 1.1 – Чертеж «Гайки S-26»

1.2 Определение типа производства

Тип производства определяется коэффициентом слияния операции, который мы можем найти по формуле [1, стр. 20]:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{с}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (1.1)$$

где $t_{\text{с}}$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$ – среднее количество штук - время расчета для выполнения процесса операции, мин.

Программа выпуска-----10000шт/год.

Операции технологического процесса

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

$$t_{\text{в}} = \frac{F_r}{N_r} \quad (1.2)$$

Где F_r –оборудования - годовой фонд времени работы, мин.;

N_r – годовая программа выпуска деталей.

Годовая капитальная наработка оборудования определяется по следующей таблице [1, стр. 22] Может быть получено из этой таблицы: $F_r = 4060$ ч.

и так:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_r}{N_r} = \frac{8030 \cdot 60}{10000} = 63,6 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время, необходимое для выполнения расчета процесса:

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

Где $T_{\text{ш.к} i}$ –время штучно-калькуляционное для i-й основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

Как основная операция мы выбираем процесс операции ($n=2$). Основное технологическое время T_0 на операционные переходы определяем по укрупненным нормативам таблица 1.1. [4, прилож.11 с.244]

Таблица 1.1 - Формулы для определения норм основного времени

Наименование перехода	Основное время обработки, T_0 , мин
Отрезка	$0,011 D$
Черновая подрезка торца	$0,000037 (D^2 - d^2)$
Черновое точение	$0,000075 dl$
Чистовое точение	$0,00017 dl$
Сверление отверстий	$0,00052 dl$
Рассверливание отверстий	$0,00052 dl$
Черновое растачивание отверстий	$0,00020 dl$
Растачивание отверстий	$0,00018 dl$
Фрезерование	$0,00701 dl$
d - диаметр обрабатываемой поверхности; l - длина обрабатываемой поверхности; D - диаметр обрабатываемого торца; $(D-d)$ - разность наибольшего и наименьшего диаметров обрабатываемого торца.	

Расчет основного времени по переходам операций базового техпроцесса

Для все операции (Токарная с ЧПУ) $фк=2,14$.

Заготовительная:

$$T_0 = 0,011D = 0,011 \times 50 = 0,55 \text{ мин.}$$

Переход 010 :

$$T_0 = 0,000037(D^2 - d^2) = 0,000037 \times 50^2 = 0,925 \text{ мин}$$

$$T_0 = 0,000075dl = 0,000075 \times 17,8 \times 15 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_0 = 0,000075dl = 0,000075 \times 34,7 \times 40 = 0,1041 \text{ мин}$$

$$T_0 = 0,000075dl = 0,000075 \times 15 \times 17,8 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_0 = 0,000075dl = 0,000075 \times 0,8 \times 34,7 = 0,021 \text{ мин}$$

Переход 015:

$$T_0 = 0,00052dl = 0,000052 \times 11,5 \times 36 = 0,022 \text{ мин}$$

Переход 020:

$$T_0 = 0,00052dl = 0,000052 \times 12,7 \times 36 = 0,024 \text{ мин}$$

Переход 025:

$$T_0 = 0,000037(D_2 - d_2) = 0,000037 \times 34,72 = 0,0445 \text{ мин}$$

Переход 030:

$$T_0 = 0,000075dl = 0,000075 \times 8,4 \times 22,2 = 0,0140 \text{ мин}$$

$$T_0 = 0,000075dl = 0,000075 \times 1,6 \times 34,7 = 0,0042 \text{ мин}$$

$$T_0 = 0,000075dl = 0,000075 \times 1,5 \times 11,5 = 0,0013 \text{ мин}$$

$$T_0 = 0,000075dl = 0,000075 \times 1 \times 22,2 = 0,0017 \text{ мин}$$

Переход 035:

$$T_0 = 0,000075dl = 0,000075 \times 12,5 \times 17,8 = 0,0167 \text{ мин}$$

Переход 040:

$$T_0 = 0,00701dl = 0,00701 \times 17,8 \times 14,7 = 1,834 \text{ мин}$$

Переход 045:

$$T_0 = 0,00701dl = 0,00701 \times 34,7 \times 3,8 = 0,927 \text{ мин}$$

$$T_{ш-к} = \varphi_k T_{02} = 3,692 \times 2,14 = 7.90 \text{ мин}$$

Среднее количество штук, использованных для выполнения операции процесса - время расчета определяется по формуле (1,3):

$$T_{cp} = \frac{T_{ши}}{n} = \frac{7.90}{2} = 3,95 \text{ мин}$$

Тип производства определяется по следующей формуле:

$$K_{3,0} = \frac{t_b}{T_{cp}} = \frac{63,6}{3.95} = 16.10$$

Так как $10 < K_{3,0} = 16.10 < 20$, то тип производства: среднесерийный.

1.3 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

Принимая во внимание технические характеристики, размер и качество материала детали (бронза ВрВ2), требования к механическим характеристикам и типу производства (среднесерийный), выбираем без оловянную бериллиевую бронзу, прокат. Химический состав этого сплава описан в ГОСТ 18175-78

Таблица 1.2 - Химический состав сплава

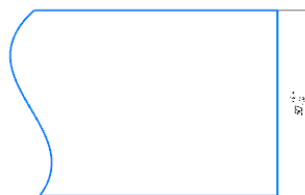
Химический элемент	%
Кремний (Si)	До 0,15
Железо (Fe)	До 0,15
Медь (Cu)	96,9-98
Алюминий (Al)	До 0,15
Никель (Ni)	0,2-0,5
Свинец (Pb)	До 0.005
Бериллий (Be)	1.8 - 2.1
Примесей	всего 0.5

Таблица 1.3 Механические свойства бронза БрВ2

Сортамент	Предел кратковременной прочности σ_B	Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации) σ_T	Относительное удлинение при разрыве σ
-	МПа	МПа	%
Проволока мягк., ГОСТ 15834 - 77	343-686		15-60
Проволока тверд., ГОСТ 15834 - 77	735-1372		
Полоса мягк., ГОСТ 1789-70	390-590		20-30
Полоса твердая, ГОСТ 1789-70	590-930		2.5
Сплав мягкий, ГОСТ 1789-70	400-600	196-344	40-50
Сплав твердый, ГОСТ 1789-70	600-950	588-930	2-4

1.4 Разработка маршрута технологии изготовления крышки

Таблицы 1.4 - маршрута изготовления детали



Разработка маршрута технологии изготовления полушфты.

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
00	005		<p>Установить и снять деталь</p> <p>Отрезать деталь выдерживая размер $A_{з1}$</p>
01	010		<p>Установить и снять деталь</p> <p>Подрезать торец, выдерживая размер A_{11}</p> <p>Точить поверхность выдерживая размер A_{12}, D_{11} и D_{12}</p> <p>Точить фаску выдерживая размер $A_{13} \times 45^\circ$</p>
	015		<p>Центровать торец.</p> <p>Сверлить сквозное отверстие выдерживая размер до D_{13}</p>
	020		<p>Сверлить отверстие выдерживая размер до D_{14}</p>
		Остальные технические требования по ГОСТ 0070.014	

Продолжение Таблицы 1.4 - маршрута изготовления детали

025		<p>Установить и снять деталь</p> <p>Подрезать торец, выдерживая размер A_1</p>
030		

1.5 Построение расчётной схемы и графа технологических размерных цепей

Расчётная схема изготовления изделия представляет собой комбинацию всех технических размерных цепей. В технологической цепочке наиболее близким соединением является получение припуска на обработку поверхности и расчетного размера непосредственно из чертежа. В дополнение к закрытым ссылкам в технологической цепочке существуют компонентные ссылки, которые представляют собой технические измерения, полученные во всех операциях (переходах) обработки изделия [2, стр. 21].

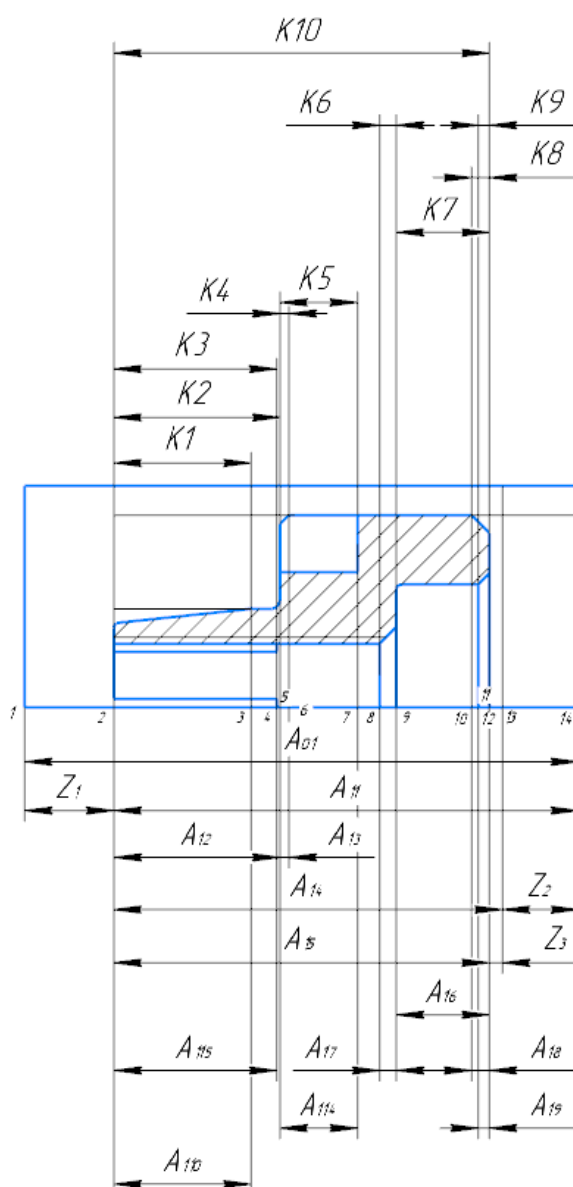


Рисунок 1.2 - Размерная схема

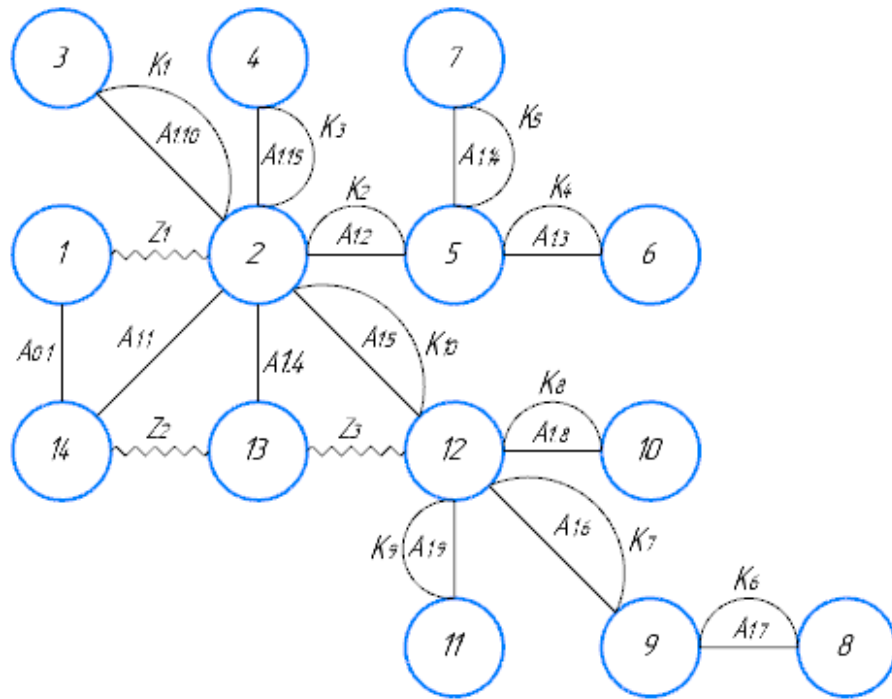


Рисунок 1.3 – Граф технологических размерных цепей

1.6 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

1.6.1 Допуски для конструкторских размеров

Из чертежа деталей мы получили допуск проектных размеров:

$$TK_1 = 0.1\text{mm}$$

$$TK_2 = 0.2\text{mm}$$

$$TK_3 = 0.6\text{mm}$$

$$TK_4 = 0.25_{mm}$$

$$TK_5 = 0.2\text{mm}$$

$$TK_6 = 0.25_{mm}$$

$$TK_7 = 0.25_{mm}$$

$$TK_8 = 0.25\text{мм}$$

$$TK_9 = 0.25\text{мм}$$

$$TK_{10} = 0.25\text{мм}$$

1.6.2 Определение допусков технологические размеры процессов

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u.i-1} + \varepsilon_{\delta i}, \quad (1.4)$$

Где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

$\rho_{u.i-1}$ - Измерение (техническое) базового пространственного отклонения, мм.

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

Размеры осевой допуск технической части:

$$TA_{01} = 1,4\text{мм}$$

$$TA_{11} = \omega_c + \rho_{и1} + \varepsilon_6 = 0,2 + 0 + 0 = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{12} = \omega_c + \rho_{и1} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{13} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{14} = \omega_c + \rho_{и1} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{15} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,07 + 0 + 0 = 0,07 \text{ мм}$$

$$TA_{16} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{17} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{18} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,1 + 0 + 0 = 0,1\text{мм}$$

$$TA_{19} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{110} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,1 + 0 + 0 = 0,1\text{мм}$$

$$TA_{114} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,2 + 0 + 0 = 0,2\text{мм}$$

$$TA_{115} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12\text{мм}$$

1.6.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете максимального и минимального метода проверьте условия, чтобы обеспечить точность расчетных размеров по формуле [2, стр. 60]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i. \quad (1.5)$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_1

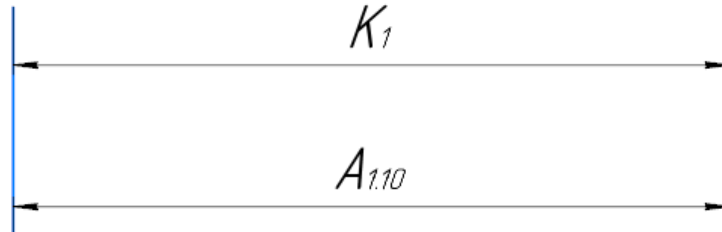


Рисунок 1.4 - Размеры цепи K_1

$$TK_1 = 0.1\text{мм} \quad TA_{1.10} = 0.1\text{мм}$$

Размер K_1 выдержан.

Потом рассмотрим размерную цепь для размера K_2

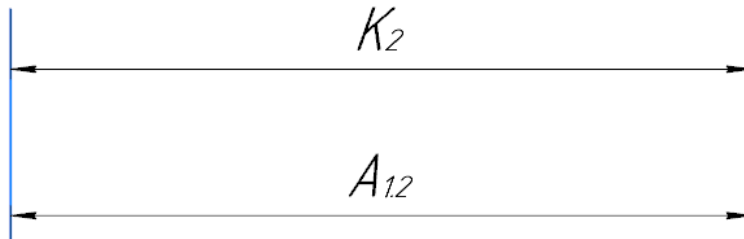


Рисунок 1.5 - Размеры цепи K_2

$$TK_2 = 0.2\text{мм} \quad TA_{1.2} = 0.12\text{мм}$$

Размер K_2 выдержан.

Потом рассмотрим размерную цепь для размера K_3

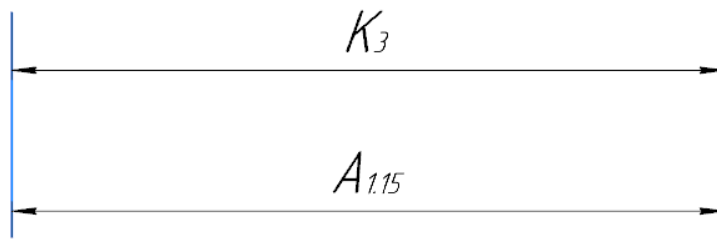


Рисунок 1.6 - Размеры цепи K_3

$$TK_3 = 0.6\text{мм} \quad TA_{1.15} = 0.12\text{мм}$$

Размер K_3 выдержан.

Потом рассмотрим размерную цепь для размера K_4

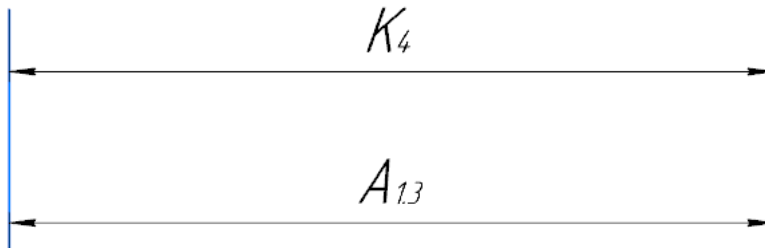


Рисунок 1.7 - Размеры цепи K_4

$$TK_4 = 0.25\text{мм} \quad TA_{1.3} = 0.12\text{мм}$$

Размер K_4 выдержан.

Потом рассмотрим размерную цепь для размера K_5

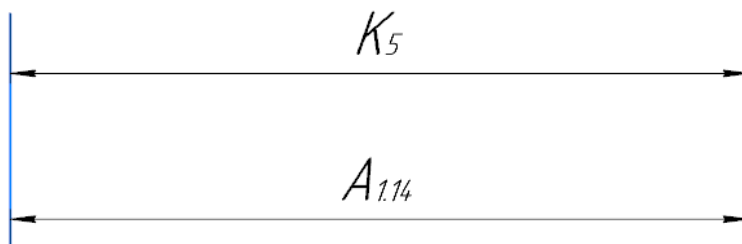


Рисунок 1.8 - Размеры цепи K_5

$$TK_5 = 0.2\text{мм} \quad TA_{1.14} = 0.2\text{мм}$$

Размер K_5 выдержан.

Потом рассмотрим размерную цепь для размера K_6

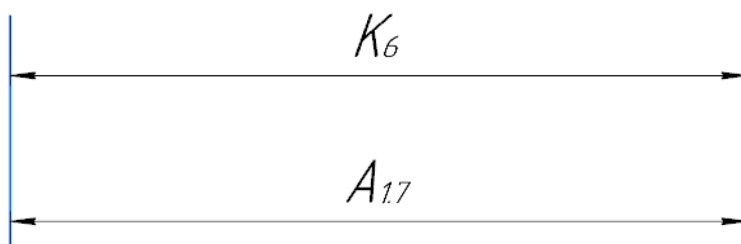


Рисунок 1.9 - Размеры цепи K_6

$$TK_6 = 0.25\text{мм} \quad TA_{1.7} = 0.1\text{мм}$$

Размер K_6 выдержан.

Потом рассмотрим размерную цепь для размера K_7

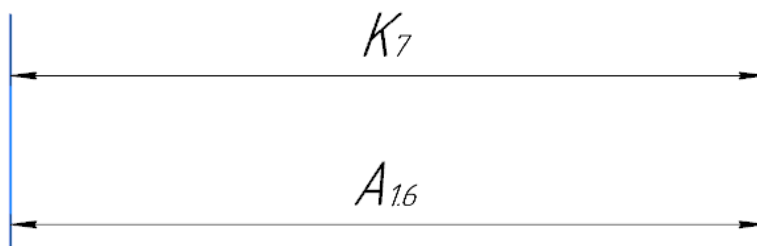


Рисунок 1.10 - Размеры цепи K_7

$$TK_7 = 0.25\text{мм} \quad TA_{1,6} = 0.12\text{мм}$$

Размер K_7 выдержан.

Потом рассмотрим размерную цепь для размера K_8

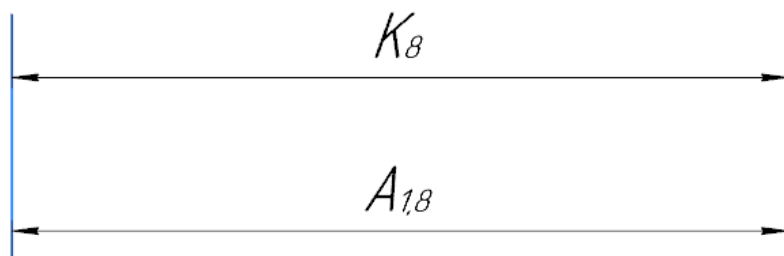


Рисунок 1.11 - Размеры цепи K_8

$$TK_8 = 0.25\text{мм} \quad TA_{1,8} = 0.1\text{мм}$$

Размер K_8 выдержан.

Потом рассмотрим размерную цепь для размера K_9

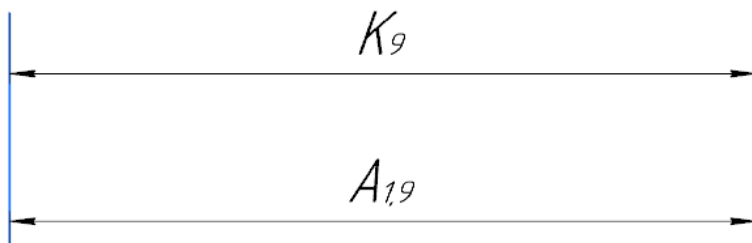


Рисунок 1.12 - Размеры цепи K_9

$$TK_9 = 0.25\text{мм} \quad TA_{1,9} = 0.11\text{мм}$$

Размер K_9 выдержан.

Потом рассмотрим размерную цепь для размера K_{10}

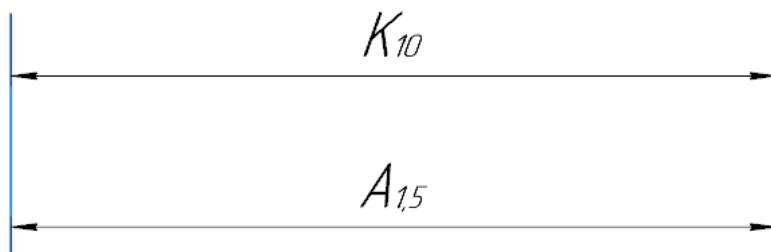


Рисунок 1.13 - Размеры цепи K_{10}

$$TK_{10} = 0.25\text{мм} \quad TA_{1,5} = 0.07\text{мм}$$

Размер K_{10} выдержан.

1.7 Расчёт припусков на обработку заготовки

При обработке всех деталей большое техническое и экономическое значение имеет установление наилучшего допуска на обработку и технологического допуска для размера обрабатываемой детали для технического развития. Завышенные квоты приведут к перерасходу материалов при изготовлении деталей, и потребуются другие технические преобразования, что увеличит сложность процесса обработки, энергопотребления и режущих инструментов, а также увеличит стоимость обработки деталей. Из-за недостаточных надбавок увеличились браки, что привело к увеличению издержек производства.

На основе оптимального запаса может быть разумно определено качество исходной заготовки, режим резки и стандарт времени для выполнения операции обработки.

В соответствии с экономически приемлемым способом обработки, структурой продукта и его весом выбирается оставшееся количество обрабатываемой детали. Расчет пособия можно проводить двумя следующими методами: статистикой и анализом.

Методы анализа включают анализ производственных ошибок, возникающих при обработке деталей при определенных условиях, определение

значений элементов, составляющих запас, и суммирование их.

Основное сырье - металлические слои, используемые для обработки и получения требуемой геометрии изделия и шероховатости. Промежуточный инвентарь - металлический слой для технического перехода. Запас должен быть достаточным для удаления дефектного металлического слоя с заготовки и компенсации ошибок при установке и заливке деталей. Методы расчета и анализа приближают заготовку к размеру детали, уменьшая запас металлического слоя перед другими методами.

1.8 Расчёт припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на плоскости обработки определяется по следующей формуле [2, стр. 47]:

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (1.6)$$

Припуски Z_1 :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1\min} = 100 + 60 + 150 = 310 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_1 = TA_{01} + TA_{11} = 1400 + 200 = 1600 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + TZ_1 = 310 + 1600 = 1910 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1\text{cp}} = \frac{Z_{1\max} + Z_{1\min}}{2} \pm \frac{TZ_1}{2} = \frac{1910 + 310}{2} \pm \frac{1600}{2} = 1110 \pm 800 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_2 :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2\min} = 80 + 50 + 150 = 280 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_2 = TA_{11} + TA_{14} = 200 + 120 = 320 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2max} = Z_{2min} + TZ_2 = 280 + 320 = 600 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2cp} = \frac{Z_{2max} + Z_{2min}}{2} \pm \frac{TZ_2}{2} = \frac{600 + 280}{2} \pm \frac{320}{2} = 440 \pm 160 \text{ мкм.}$$

Припуски Z_3 :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{3min} = 30 + 40 + 9 = 79 \text{ мкм}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_3 = TA_{14} + TA_{15} = 120 + 70 = 190 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{3max} = Z_{3min} + TZ_3 = 79 + 190 = 269 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{3cp} = \frac{Z_{3max} + Z_{3min}}{2} \pm \frac{TZ_3}{2} = \frac{269 + 79}{2} \pm \frac{190}{2} = 348 \pm 95 \text{ мкм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.5

Таблица 1.5 - Рассчитанные данные заносим

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}				
Z_1	100	60	150	310	1600	1910	1110 ± 800
Z_2	80	50	150	79	320	600	440 ± 160
Z_3	30	40	9	280	190	269	348 ± 95

1.9 Расчёт технологических размеров на осевые размеры

Вычерчиваем размерные цепи для обработки поверхности

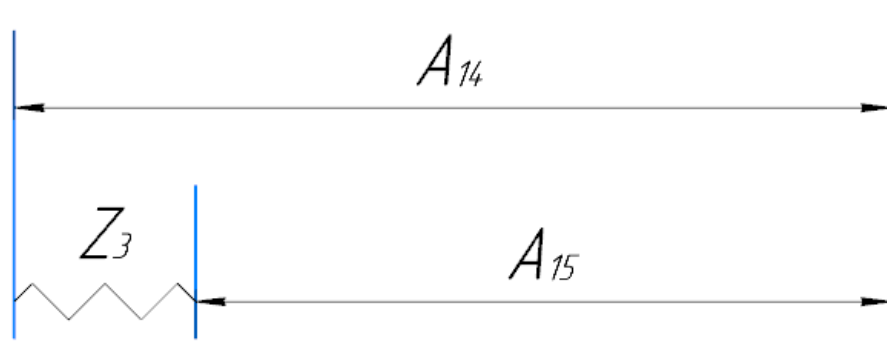


Рис. 1.14 Размерные цепи для расчета технологических размеров

1. Мы находим A_{14} технологического размера:

$$A_{1.5_{cp}} = 33.9 - 0.25 \text{ мм.}$$

$$A_{14_{cp}} = A_{1.5_{cp}} + Z_{3_{cp}} = 33.9 + 0.296 = 34.196 \text{ мм.}$$

Поэтому $TA_{14} = 0.25(-0.25) \text{ мм}$, то $A_{14_{расч}} = 34.196(-0.25) \text{ мм}$.

Мы округлили номинальный размер (потому что это покрытый размер) с точностью до одной сотой миллиметра:

$$A_{14} = 34.2(-0.25) \text{ мм.}$$

Пересчитать минимальные и максимальные припуски при черновом точении:

$$Z_{3_{max}} = A_{14_{max}} - A_{1.5_{min}} = 34.2 - 33.65 = 0.55 \text{ мм.}$$

$$Z_{3_{min}} = A_{14_{min}} - A_{1.5_{max}} = 33.95 - 33.9 = 0.05 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = Z$.

Средняя глубина резания t_{cp} (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{3_{cp}} = \frac{t_{3_{max}} + t_{3_{min}}}{2} = \frac{(0.55 + 0.05)}{2} = 0.3 \text{ мм.}$$

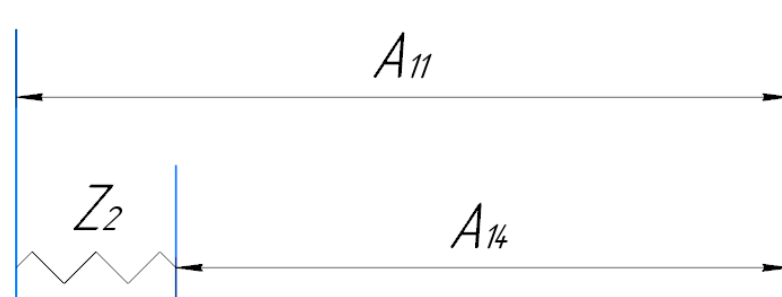


Рис. 1.15 Размерные цепи Z_2

2. Находим A_{11} технологического размера:

$$A_{14_{\text{cp}}} = 34.2 \text{ мм.}$$

$$A_{11_{\text{cp}}} = A_{14_{\text{cp}}} + Z_{2_{\text{cp}}} = 34.2 + 0.6 = 34.8 \text{ мм.}$$

Поэтому $TA_{11} = 0,2(\pm 0.1)$ мм, то $A_{11_{\text{расч}}} = 34,9(\pm 0,1)$ мм.

$$Z_{2_{\text{max}}} = 0.8 \text{ мм; } Z_{2_{\text{min}}} = 0.6 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{2_{\text{cp}}} = \frac{t_{2_{\text{max}}} + t_{2_{\text{min}}}}{2} = \frac{(0.8 + 0.6)}{2} = 0.7 \text{ мм.}$$

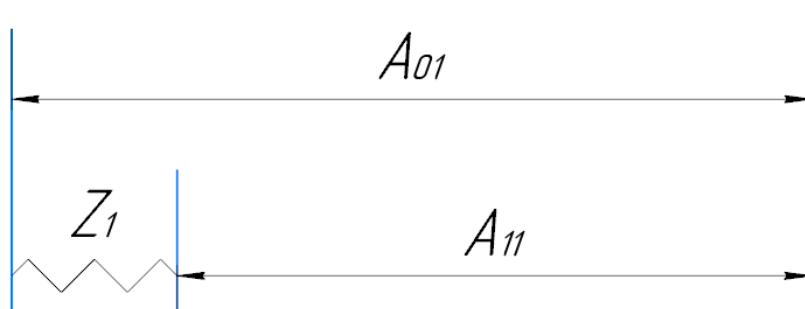


Рис. 1.16 Размерные цепи Z_1

3. Находим A_{11} технологического размера:

$$A_{11_{\text{cp}}} = 34.9 \text{ мм.}$$

$$A_{01_{\text{cp}}} = A_{11_{\text{cp}}} + Z_{3_{\text{cp}}} = 34.9 + 1.91 = 36.81 \text{ мм.}$$

Поэтому $TA_{01} = 1,4(\pm 0,7)$ мм, то $A_{01_{\text{расч}}} = 38,21(\pm 0,7)$ мм.

$$A_{01} = 38,3(\pm 0,7) \text{ мм.}$$

$$Z_{2_{\text{max}}} = 4.1 \text{ мм; } Z_{2_{\text{min}}} = 2.7 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{2_{\text{cp}}} = \frac{t_{2_{\text{max}}} + t_{2_{\text{min}}}}{2} = \frac{(4.1 + 2.7)}{2} = 3.4 \text{ мм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.6

Таблица 1.6 - Рассчитанные данные заносим

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания	Средняя глубина резания
A ₁₄	34,2(−0,25)	0,55	0,5	0,3
A ₁₁	34,9(±0,1)	0,8	0,6	0,7
A ₀₁	38,3(±0,7)	4,1	2,7	3,4

1.10 Выбор средств технологического оснащения

При выборе оборудования необходимо учитывать тип производства и выпуска. Технологическое оборудование назначается для каждой операции процесса обработки деталей.

Токарно-универсально станок с ЧПУ

Модель TRUN 450

Таблица 1.7 - Технические характеристики:

Межосевое расстояние, мм	687
Вращающийся диаметр станины, мм	430
Вращающийся диаметр поперечного скольжения, мм	210
Максимальный диаметр/длина точения, мм	220/310
Длина оси X, мм	160
Длина оси Z, мм	310
Основная мощность привода, кВт	13
Частота вращения, мин ^{−1}	0–6300
Максимальный крутящий момент, Нм	78

Продолжение Таблица 1.7 - Технические характеристики:

Количество инструментов (среди них)	12
Частота вращения привода инструмента, мин ⁻¹	0–5000
Крутящий момент электроинструмента, Нм	16
Диаметр / ход пиноли, мм	60/120
Длинный широкий высоким, мм	2250, 1630, 1940
Габариты станка, мм	2250x1630x1950
Масса, кг	3300

Вертикально-фрезерный станок 6Т104

Таблица 1.8 - Технические характеристики:

Наибольшее перемещение стола	400мм, 160мм, 320мм
Наибольший угол поворота шпиндельной головки	±45
Скорость вращения шпинделя	12
Частота вращения шпинделя об/мин	63--2800
Число подач стола	12
Стол продольной и горизонтальной подачи, об/мин	11,2--500
Скорость быстрого перемещения стола продольного и поперечного	3800 об/мин
Мощность двигателя	10
Габариты станка(Д*Ш*В)	1250мм*1205мм*1630мм
Масса, кг	830

1.11 Расчет данных резания

При выделении элементов режима резания необходимо учитывать ряд условий: какой материал заготовки, какой материал режущей части, какой тип оборудования, тип обработки заготовки и оборудования, тип инструмента, заготовка Размеры и размеры режущих частей.

Установите элементы режима резания в следующем порядке:

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

Далее рассчитываются:

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

Заготовительная операция

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [2, с. 182] –Т5К10.

1. Глубина резания: $t = 5 \text{ мм}$.
2. Подачу S назначаем по таблице 14 [2,с. 364] $s = 0,4 \text{ мм/об}$.
3. По следующей формуле определяет скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \quad (1.7)$$

Инструмента период стойкости $T=30-60 \text{ мин}$ [2, с. 363], выбираем $T=60 \text{ мин}$;

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

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} \quad (1.8)$$

Где K_{MV} – коэффициент качества обрабатываемых материалов[2,с. 358,табл.1-4];

$K_{ПV}$ – коэффициент поверхностного состояния заготовки[2,с. 358,табл.5];

$K_{ИV}$ – коэффициент, который учитывает качество инструментальных материалов[2,с. 358,табл.6].

По табл. 1 [2,с. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (1.9)$$

По табл. 2 [2, с. 359] : $K_r = 1,1$;

По табл. 2 [2, с. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{ПV} = 0,8$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{ИV} = 0,65$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,39 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,722;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,8}} \cdot 0,72 = 31,14 \text{ м/мин};$$

4. Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 31,14}{\pi \cdot 25} = 396 \text{ об/мин}; \quad (1.10)$$

5. Определив расчетную скорость шпинделя, рассчитаем основные составляющие силы резания[2,с. 371]:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad (1.11)$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2,с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [2,с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} \quad (1.12)$$

$K_{\text{мр}}$ -определяется по формуле[2,с. 362]

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (1.13)$$

Где $\sigma_B = 590 \text{ МПа}$ -фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9[2,с. 362]

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{590}{750}\right)^{0,75} = 0,84$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2,с. 374]:

$$K_{\text{фр}} = 0,89; K_{\text{γр}} = 1,25; K_{\text{λр}} = 1; K_{\text{гр}} = 0,87.$$

$$K_p = K_{\text{мр}} K_{\text{фр}} K_{\text{γр}} K_{\text{λр}} K_{\text{гр}} = 0,84 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 0,81$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 5^{0,72} \times 0,4^{0,8} \times 31,14^0 \times 0,81 = 5059 \text{ Н}$$

Мощность резания [2,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{5059 \times 31,14}{1020 \times 60} = 2,57 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,57}{0,75} = 3,43 \text{ кВт} \quad (1.15)$$

Токарная операция с ЧПУ: Подрезать торец 1

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [2, с. 180] –Т5К10.

1. Глубина резания: $t = 4 \text{ мм}$.
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [2,с. 364] $s = 0,4 \text{ мм/об}$.
3. По следующей формуле определяет скорость резания:

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

Инструмента период стойкости $T = 30\text{-}60 \text{ мин}$ [2, с. 363], выбираем $T = 60 \text{ мин}$;

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

Коэффициент K_v :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV},$$

По табл. 1 [2, с. 358]:

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

По табл. 2 [2, с. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361]: $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{PV} = 0,8$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{IV} = 0.65$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1.27 \cdot 0,8 \cdot 0.65 = 0,66;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,8}} \cdot 0,66 = 28.47 \text{ м/мин};$$

4. Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 28.47}{\pi \cdot 25} = 362.5 \text{ об/мин};$$

5. Определив расчетную скорость шпинделя, рассчитаем основные составляющие силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{с. 372}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с. 371]:

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

K_{mp} -определяется по формуле [2, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 590 \text{ МПа}$ -фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [2, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0.84$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, с. 374]:

$$K_{fp} = 0,89; K_{yp} = 1,25; K_{lp} = 1,0; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 0.84 \times 0.89 \times 1.25 \times 1 \times 0.87 = 0.81$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 4^{0.72} \times 0.4^{0.8} \times 28.47^0 \times 0.81 = 4308 \text{ Н}$$

Мощность резания [2, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{4308 \times 28.47}{1020 \times 60} = 2,0 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,0}{0,75} = 2,67 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: точить поверхность 1

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [2, с. 182] – Т15К6.

1. Глубина резания: $t = 3 \text{ мм}$.
2. Подачу S назначаем по таблице 14 [2, с. 364] $s = 0,3 \text{ мм/об}$.
3. По следующей формуле определяет скорость резания:

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

Инструмента период стойкости $T = 30-60 \text{ мин}$ [2, с. 363], выбираем $T = 60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; $m = 0,2$; выбираем по таблице 17 [2, с. 367]:

Коэффициент K_v :

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

По табл. 1 [2, с. 358]:

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

По табл. 2 [2, с. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361]: $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{ПV} = 0,8$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{IV} = 1.00$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1,27 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1.02;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1.02 = 169.84 \text{ м/мин};$$

4. Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 169.84}{\pi \cdot 50} = 1081 \text{ об/мин};$$

5. Определив расчетную скорость шпинделя, рассчитаем основные составляющие силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с. 371]:

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

K_{mp} -определяется по формуле [2, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 590 \text{ МПа}$ -фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [2, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,84$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, с. 374]:

$$K_{fp} = 0,89; K_{yp} = 1,25; K_{lp} = 1; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 0,84 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 0,81$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 3^{0,72} \times 0,3^{0,8} \times 169.84^0 \times 0,81 = 2782 \text{ Н}$$

Мощность резания [2, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2782 \times 169,84}{1020 \times 60} = 7.72 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{7,72}{0,75} = 10,29 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: точить поверхность 2, 3

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [2, с. 182] –Т15К16.

1. Глубина резания: $t = 5 \text{ мм}$.
2. Подачу S назначаем по таблице 14 [2, с. 364] $s = 0,4 \text{ мм/об}$.
3. По следующей формуле определяет скорость резания:

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

Инструмента период стойкости $T=30-60 \text{ мин}$ [2, с. 363], выбираем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; $m = 0,2$;
выбираем по таблице 17 [2, с. 367]:

Коэффициент K_v :

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

По табл. 1 [2, с. 358]:

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

По табл. 2 [2, с. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{ПV} = 0,8$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{ИV} = 1,00$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,27 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,02;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,4^{0,2}} \cdot 1,02 = 148,52 \text{ м/мин};$$

4. Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 148,52}{\pi \cdot 40} = 1182 \text{ об/мин};$$

5. Определив расчетную скорость шпинделя, рассчитаем основные составляющие силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с. 371]:

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

K_{mp} -определяется по формуле [2, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 590$ МПа-фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [2, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,84$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, с. 374]:

$$K_{фp} = 0,89; K_{γp} = 1,25; K_{λp} = 1; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{rp} = 0,84 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 0,81$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 5^{0,72} \times 0,4^{0,8} \times 148,52^0 \times 0,81 = 5059 \text{ Н}$$

Мощность резания [2, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{5059 \times 148,52}{1020 \times 60} = 12,28 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{12,28}{0,75} = 16,37 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: точить фаску 1

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [2, с. 182] – Т15К16.

1. Глубина резания: $t = 0,8$ мм.
2. Подачу S назначаем по таблице 14 [2, с. 364] $s = 0,3$ мм/об.

3. По следующей формуле определяет скорость резания:

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

Инструмента период стойкости $T=30-60$ мин [2, с. 363], выбираем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; $m = 0,2$;
выбираем по таблице 17 [2,с. 367]:

Коэффициент K_v :

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

По табл. 1 [2,с. 358]:

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

По табл. 2 [2, с. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{ПV} = 0,8$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{ИV} = 1,00$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,27 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,02;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,8^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1,02 = 207 \text{ мм/мин};$$

4. Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 207}{\pi \cdot 50} = 1317,8 \text{ об/мин};$$

5. Определив расчетную скорость шпинделя, рассчитаем основные составляющие силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2,с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [2,с. 371]:

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

$K_{\text{мр}}$ -определяется по формуле[2,с. 362]

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

Где $\sigma_B = 590 \text{ МПа}$ -фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9[2,с. 362]

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{590}{750}\right)^{0,75} = 0,84$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2,с. 374]:

$$K_{\text{фр}} = 0,89; K_{\text{γр}} = 1,25; K_{\text{λр}} = 1; K_{\text{гр}} = 0,87.$$

$$K_p = K_{\text{мр}} K_{\text{фр}} K_{\text{γр}} K_{\text{λр}} K_{\text{гр}} = 0,84 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 0,81$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 0,8^{0,72} \times 0,3^{0,8} \times 207^0 \times 0,81 = 1074 \text{ Н}$$

Мощность резания [2,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1074 \times 207}{1020 \times 60} = 3,49 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{3,49}{0,75} = 4,65 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: Сверлить сквозное отверстие 1

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [Интернет] –Р6М5.

Режущий инструмент: $D = 11,5 \text{ мм}$;

Глубина резания:

$$t = \frac{D}{2} = 5,75 \text{ мм};$$

Подачу S выбираем по таблице 35 [с.381]. $s = 0,15 \text{ мм/об}$;

По следующей формуле определяет скорость резания:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m \cdot sy}} K_v \quad (1.16)$$

Инструмента период стойкости принимаем: $T=25$ мин – выбираем по таблице 40 [с.384].

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,70$;
выбираем по таблице 38 [с.383].

Коэффициент K_v :

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

Где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал (см. Табл. 1-4);

K_{IV} – коэффициент на инструментальный материал (см. Табл. 6);

K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления (табл. 41).

По табл. 2 [2, с. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361] : $n_v = 0,9$

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{LV} = 0,85$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{IV} = 1,00$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV} = 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 0,85;$$

Рассчитать скорость резания:

$$v = 31,33 \text{ м/мин};$$

Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 31,33}{\pi \cdot 11,5} = 867 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q s^y K_p \quad (1.17)$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$; выбираем по таблице 42 [1 с.385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу принимать во внимание фактические условия резания. По таблицам 9 [1 с.362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,9} = 0,8;$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 11,5^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,8 = 8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{8 \cdot 867}{9750} = 0,71 \text{ кВт}; \quad (1.18)$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,71}{0,75} = 0,95 \text{ кВт};$$

Токарная операция с ЧПУ: Сверлить отверстие 2

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [Интернет] –Р6М5.

Режущий инструмент: $D = 12,7 \text{ мм}$;

Глубина резания:

$$t = \frac{D}{2} = 6,35 \text{ мм};$$

Подачу S выбираем по таблице 35 [с.381]. $s = 0,17$ мм/об;

По следующей формуле определяет скорость резания:

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

Инструмента период стойкости принимаем: $T=25$ мин – выбираем по таблице 40 [с.384].

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,70$;
выбираем по таблице 38 [с.383].

Коэффициент K_v :

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

Где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал (см. Табл. 1-4);

K_{IV} – коэффициент на инструментальный материал (см. Табл. 6);

K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления (табл. 41).

По табл. 2 [2, с. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361] : $n_v = 0,9$

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{LV} = 0,85$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{IV} = 1,00$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV} = 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 0,85;$$

Рассчитать скорость резания:

$$v = 29,86 \text{ м/мин};$$

Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 29,86}{\pi \cdot 12,7} = 748 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{kp} = 10C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$; определены по таблице 42 [1 с.385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу принимать во внимание фактические условия резания. По таблицам 9 [1 с.362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,9} = 0,8;$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 12,7^2 \cdot 0,17^{0,8} \cdot 0,8 = 10,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{10,8 \cdot 748}{9750} = 0,83 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,83}{0,75} = 1,11 \text{ кВт};$$

Токарная операция с ЧПУ: Подрезать торец 2

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [2, с. 180] – Т5К10.

1. Глубина резания: $t = 2\text{ мм}$.
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [2, с. 364] $s = 0,4\text{ мм/об}$.
3. По следующей формуле определяет скорость резания:

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

Инструмента период стойкости $T=30-60\text{ мин}$ [2, с. 363], выбираем $T=60\text{ мин}$;

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

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV},$$

По табл. 1 [2, с. 358]:

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

По табл. 2 [2, с. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{PV} = 0,8$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{IV} = 0.65$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1.27 \cdot 0,8 \cdot 0.65 = 0,66;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,8}} \cdot 0,66 = 28.47\text{ м/мин};$$

4. Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 28.47}{\pi \cdot 25} = 362.5\text{ об/мин};$$

5. Определив расчетную скорость шпинделя, рассчитаем основные составляющие силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{с. 372}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с. 371]:

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

K_{mp} -определяется по формуле [2, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 590$ МПа-фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [2, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0.84$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, с. 374]:

$$K_{фp} = 0,89; K_{γp} = 1,25; K_{λp} = 1,0; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{rp} = 0.84 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 0.81$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 2^{0,72} \times 0,4^{0,8} \times 28.47^0 \times 0.81 = 2615 \text{ Н}$$

Мощность резания [2, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2615 \times 28,47}{1020 \times 60} = 1,22 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,0}{0,75} = 1,62 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: Подрезать торец 3

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [2, с. 180] – Т5К10.

1. Глубина резания: $t = 1$ мм.
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [2, с. 364] $s = 0,3$ мм/об.
3. По следующей формуле определяет скорость резания:

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

Инструмента период стойкости $T = 30-60$ мин [2, с. 363], выбираем $T = 60$ мин;

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

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv},$$

По табл. 1 [2, с. 358]:

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

По табл. 2 [2, с. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361]: $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{pv} = 0,8$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{iv} = 0,65$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,27 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,66;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 0,3^{0,8}} \cdot 0,66 = 35,84 \text{ м/мин};$$

4. Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 35,84}{\pi \cdot 25} = 456 \text{ об/мин};$$

5. Определив расчетную скорость шпинделя, рассчитаем основные составляющие силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{с. 372}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с. 371]:

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

K_{mp} -определяется по формуле [2, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 590 \text{ МПа}$ -фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [2, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{590}{750}\right)^{0,75} = 0.84$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, с. 374]:

$$K_{фp}=0,89; K_{γp}=1,25; K_{λp}=1,0; K_{rp}=0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{rp} = 0.84 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 0.81$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 1^{0,72} \times 0,3^{0,8} \times 35,84^0 \times 0.81 = 1261 \text{ Н}$$

Мощность резания [2, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1261 \times 35,84}{1020 \times 60} = 0,74 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,74}{0,75} = 0,98 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: точить поверхность 4,5

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [2, с. 182] – T15K16.

1. Глубина резания: $t = 4 \text{ мм}$.
2. Подачу S назначаем по таблице 14 [2, с. 364] $s = 0,3 \text{ мм/об}$.
3. По следующей формуле определяет скорость резания:

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

Инструмента период стойкости $T=30-60 \text{ мин}$ [2, с. 363], выбираем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; $m = 0,2$;
выбираем по таблице 17 [2, с. 367]:

Коэффициент K_v :

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

По табл. 1 [2, с. 358]:

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

По табл. 2 [2, с. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{пв} = 0,8$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{ив} = 1,00$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив} = 1,27 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,02;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1,02 = 153,6 \text{ м/мин};$$

4. Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 153,6}{\pi \cdot 22,2} = 2202 \text{ об/мин};$$

5. Определив расчетную скорость шпинделя, рассчитаем основные составляющие силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с. 371]:

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

K_{mp} -определяется по формуле [2, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 590 \text{ МПа}$ -фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [2, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,84$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, с. 374]:

$$K_{фp} = 0,89; K_{yp} = 1,25; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,84 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 0,81$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 4^{0,72} \times 0,3^{0,8} \times 169,84^0 \times 0,81 = 3422 \text{ Н}$$

Мощность резания [2,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3422 \times 153,6}{1020 \times 60} = 8,59 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{8,59}{0,75} = 11,45 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: точить фаску 2

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [2, с. 182] –Т15К16.

1. Глубина резания: $t = 1,5 \text{ мм}$.
2. Подачу S назначаем по таблице 14 [2,с. 364] $s = 0,3 \text{ мм/об}$.
3. По следующей формуле определяет скорость резания:

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

Инструмента период стойкости $T=30-60$ мин [2, с. 363], выбираем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; $m = 0,2$;
выбираем по таблице 17 [2,с. 367]:

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV},$$

По табл. 1 [2,с. 358]:

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

По табл. 2 [2, с. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{PV} = 0,8$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{IV} = 1,00$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,27 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,02;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1,02 = 177,9 \text{ мм/мин};$$

4. Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 177,9}{\pi \cdot 50} = 1132,5 \text{ об/мин};$$

5. Определив расчетную скорость шпинделя, рассчитаем основные составляющие силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с. 371]:

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

K_{mp} -определяется по формуле [2, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 590 \text{ МПа}$ -фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [2, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,84$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, с. 374]:

$$K_{fp} = 0,89; K_{yp} = 1,25; K_{lp} = 1; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 0,84 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 0,81$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 1,5^{0,72} \times 0,3^{0,8} \times 177,9^0 \times 0,81 = 1689 \text{ Н}$$

Мощность резания [2, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1689 \times 177,9}{1020 \times 60} = 4,9 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,53 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: точить фаску 3

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [2, с. 182] –Т15К16.

1. Глубина резания: $t = 1,6 \text{ мм}$.
2. Подачу S назначаем по таблице 14 [2, с. 364] $s = 0,3 \text{ мм/об}$.
3. По следующей формуле определяет скорость резания:

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

Инструмента период стойкости $T=30-60 \text{ мин}$ [2, с. 363], выбираем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; $m = 0,2$;
выбираем по таблице 17 [2, с. 367]:

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV},$$

По табл. 1 [2, с. 358]:

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

По табл. 2 [2, с. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{PV} = 0,8$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{IV} = 1,00$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,27 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,02;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,6^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1,02 = 176,2 \text{ мм/мин};$$

4. Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 176,2}{\pi \cdot 50} = 1121,7 \text{ об/мин};$$

5. Определив расчетную скорость шпинделя, рассчитаем основные составляющие силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2,с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [2,с. 371]:

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

K_{mp} -определяется по формуле[2,с. 362]

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

Где $\sigma_B=590$ МПа-фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9[2,с. 362]

$$K_{mp}=\left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n=\left(\frac{590}{750}\right)^{0,75}=0,84$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2,с. 374]:

$$K_{fp}=0,89; K_{yp}=1,25; K_{\lambda p}=1; K_{rp}=0,87.$$

$$K_p=K_{mp}K_{fp}K_{yp}K_{\lambda p}K_{rp}=0,84 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87=0,81$$

Сила резания:

$$P_z=10C_p t^x s^y v^n K_p=10 \times 408 \times 1,6^{0,72} \times 0,3^{0,8} \times 176,2^0 \times 0,81=1769 \text{ Н}$$

Мощность резания [2,с. 371]:

$$N=\frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}=\frac{1769 \times 176,2}{1020 \times 60}=5,09 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np}=\frac{N}{\eta}=\frac{5,09}{0,75}=6,79 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: точить фаску 4

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [2, с. 182] –Т15К16.

1. Глубина резания: $t = 1$ мм.
2. Подачу S назначаем по таблице 14 [2,с. 364] $s = 0,3$ мм/об.
3. По следующей формуле определяет скорость резания:

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

Инструмента период стойкости $T=30-60$ мин [2, с. 363], выбираем $T=60$

мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; $m = 0,2$;
выбираем по таблице 17 [2,с. 367]:

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv},$$

По табл. 1 [2,с. 358]:

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

По табл. 2 [2, с. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{pv} = 0,8$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{iv} = 1,00$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,27 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,02;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1,02 = 189,1 \text{ мм/мин};$$

4. Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 189,1}{\pi \cdot 50} = 1203,8 \text{ об/мин};$$

5. Определив расчетную скорость шпинделя, рассчитаем основные составляющие силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2,с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [2,с. 371]:

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

K_{mp} -определяется по формуле [2,с. 362]

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

Где $\sigma_B = 590 \text{ МПа}$ -фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [2, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{590}{750}\right)^{0,75} = 0,84$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, с. 374]:

$$K_{fp}=0,89; K_{yp}=1,25; K_{lp}=1; K_{rp}=0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 0,84 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 0,81$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 1^{0,72} \times 0,3^{0,8} \times 189,1^0 \times 0,81 = 1261 \text{ Н}$$

Мощность резания [2, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1261 \times 189,1}{1020 \times 60} = 3,40 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{3,40}{0,75} = 4,53 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: точить конус

Выберите материал режущего инструмента в соответствии с рекомендацией [2, с. 182] – Т15К6.

1. Глубина резания: $t = 1 \text{ мм}$.
2. Подачу S назначаем по таблице 14 [2, с. 364] $s = 0,5 \text{ мм/об}$.
3. По следующей формуле определяет скорость резания:

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

Инструмента период стойкости $T=30-60$ мин [2, с. 363], выбираем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; $m = 0,2$;
выбираем по таблице 17 [2, с. 367]:

Коэффициент K_v :

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

По табл. 1 [2, с. 358]:

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

По табл. 2 [2, с. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, с. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, с. 361]: $K_{ПV} = 0,8$;

По табл. 6 [2, с. 361]: $K_{ИV} = 1,00$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,27 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,02;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,5^{0,2}} \cdot 1,02 = 180,8 \text{ мм/мин};$$

4. Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 180,8}{\pi \cdot 50} = 1151 \text{ об/мин};$$

5. Определив расчетную скорость шпинделя, рассчитаем основные составляющие силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с. 371]:

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

K_{mp} -определяется по формуле [2, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 590 \text{ МПа}$ -фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [2, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,84$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, с. 374]:

$$K_{фp} = 0,89; K_{γp} = 1,25; K_{λp} = 1; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{rp} = 0,84 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 0,81$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 1^{0,72} \times 0,5^{0,8} \times 180,8^0 \times 0,81 = 1898 \text{ Н}$$

Мощность резания [2, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1898 \times 180,8}{1020 \times 60} = 5,61 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,61}{0,75} = 7,48 \text{ кВт}$$

Фрезеровать поверхность 1,2

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 1,5 \text{ мм};$$

Определите подачу на зуб фрезы в таблице 33 [4, с.405]:

$$S_z = 0,04 \text{ мм/зуб};$$

По следующей формуле определяет скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (1.19)$$

B----ширина фрезерования

z----число зубьев фрезы

Период стойкости инструмента рассчитывается в соответствии с таблицей 40 [4, с.406]:

$$T = 80 \text{ мин};$$

Значения коэффициентов: $C_v = 22,5$; $B = 56,63$; $D = 18$; $q = 0,35$; $x = 0,21$; $m = 0,27$; $y = 0,48$; $u = 0,03$; $z = 4$; $p = 0,1$ выбираем по таблице 39 [4, с.407].

Учитывая фактические условия резания, можно получить общий поправочный коэффициент для скорости резания.

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

Скорость резания:

$$V = 56,65 \text{ м/мин};$$

Рассчитать число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 56,65}{3,14 \cdot 25} = 721,3 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n z}{D} \quad (1.20)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 82$; $x = 0,75$; $y = 0,6$; $u = 1$; $q = 0,86$; $t=20$

Выберите из таблицы 41 [4, с.291]. По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,84;$$

Окружная сила, формула (21):

$$P=35,8Н;$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{35,8 \cdot 18}{2 \cdot 100} = 3,2 Н \cdot м; \quad (1.21)$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{35,8 \cdot 56,65}{1020 \cdot 60} = 0,03 КВТ; \quad (1.22)$$

Фрезеровать поверхность 3,4,5

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 3,8 \text{ мм};$$

Определите подачу на зуб фрезы в таблице 33 [4, с.405]:

$$S_z = 0,08 \text{ мм/зуб};$$

По следующей формуле определяет скорость резания:

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

B ----ширина фрезерования

z ----число зубьев фрезы

Период стойкости инструмента рассчитывается в соответствии с таблицей 40 [4, с.406]:

$$T=80 \text{ мин};$$

Значения коэффициентов: $C_v = 22,5$; $B=56,63$; $D=30$; $q = 0,35$; $x = 0,21$; $m = 0,27$; $y = 0,48$; $u = 0,03$; $z = 4$; $p = 0,1$ выбираем по таблице 39 [4, с.407].

Учитывая фактические условия резания, можно получить общий поправочный коэффициент для скорости резания.

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

Скорость резания:

$$V = 39,95 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 39,95}{3,14 \cdot 25} = 508,7 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 82$; $x = 0,75$; $y = 0,6$; $u = 1$; $q = 0,86$; $t = 20$

Выберите из таблицы 41 [4, с.291]. По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,84;$$

Окружная сила, формула (21):

$$P = 109 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{109 \cdot 30}{2 \cdot 100} = 16,35 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{109 \cdot 39,95}{1020 \cdot 60} = 0,07 \text{ кВт}$$

1.12 Расчет времени резания

Время основного резания определяется по следующей формуле [4, стр. 874]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.23)$$

Где L – обработки расчётная длина, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об.

Обработки расчётная длина:

$$L = l + l_B + l_{cx} + l_{пд} \quad (1.24)$$

Где l – размер детали при переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

l_{cx} – величина схода инструмента, мм;

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

Принимаем: $l_{cx} = l_{пд} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \frac{t}{tg\varphi} \quad (1.25)$$

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Окончательная формула, используемая для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.26)$$

Переход 005-отрезать деталь:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(50 + \frac{5}{tg 100^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{396 \cdot 0,4} = 0,32 \text{ мин.}$$

Переход 010- подрезка торца 1:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(50 + \frac{4}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{362,5 \cdot 0,4} = 0,39 \text{ мин.}$$

Переход 010-точить поверхность 1:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(15 + \frac{3}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 3}{1081 \cdot 0,3} = 0,19 \text{ мин.}$$

Переход 010-точить поверхность 2,3:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(34,7 + \frac{5}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{1182 \cdot 0,4} = 0,08 \text{ мин.}$$

Переход 010-точить фаску 1:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,8 + \frac{0,8}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{1317,8 \cdot 0,3} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 015-сверлить сквозное отверстие:

$$l_b = \frac{d}{2} \cdot ctg\varphi \quad (1.27)$$

$$T_o = \frac{(l + \frac{d}{2} \cdot ctg\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(36 + 5,75 \cdot ctg 60^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{867 \cdot 0,15} = 4,23 \text{ мин;}$$

Переход 020-сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + \frac{d}{2} \cdot ctg\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(36 + 6,35 \cdot ctg 60^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{748 \cdot 0,17} = 4,75 \text{ мин;}$$

Переход 025-подрезать торец 2:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(34,7 + \frac{2}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{362,5 \cdot 0,4} = 0,27 \text{ мин.}$$

Переход 030-подрезать торец 3:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(34,7 + \frac{1}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{456 \cdot 0,3} = 0,27 \text{ мин.}$$

Переход 030-точить поверхность 4,5:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(8,4 + \frac{4}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 5}{2202 \cdot 0,3} = 0,11 \text{ мин.}$$

Переход 030-точить фаску 2:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1,5 + \frac{1,5}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{1132,5 \cdot 0,3} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 030-точить фаску 3:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1,6 + \frac{1,6}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{1121,7 \cdot 0,3} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 030-точить фаску 4:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + \frac{1}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{1203,8 \cdot 0,3} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 035-точить конус 6°:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(12,5 + \frac{1}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{1151 \cdot 0,5} = 0,03 \text{ мин.}$$

Переход 040-фрезеровать 6 пазов:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14,7 + \frac{1,5}{tg 60^\circ} + 1 + 1) \cdot 6}{721,3 \cdot 0,04} = 3,65 \text{ мин.}$$

Переход 040-фрезеровать 4 пазов:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(3,8 + \frac{13,8}{tg 60^\circ} + 1 + 1) \cdot 4}{508,7 \cdot 0,08} = 1,92 \text{ мин.}$$

1.13 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционная время определяется по формуле;

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} \quad (1.28)$$

Где $T_{у.с.}$ - время устанавливать и снимать детали;

$T_{з.о.}$ - время закреплять и откреплять детали;

$T_{уп.}$ - время управлять станок;

$T_{изм.}$ - время измерить детали;

$T_{всп}$ - вспомогательное время,

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп.} \quad (1.29)$$

Время обслуживания и отдыха:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер} \quad (1.30)$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} \quad (1.31)$$

Перед подготовкой окончательного времени мы определяем время расчета удельной стоимости:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) \quad (1.32)$$

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

n - количество деталей в плане, $n = 10000$ шт;

Для первой операции:

$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,18$ мин; $T_{\text{уп.}} = 0,22$ мин; $T_{\text{изм.}} = 0,2$ мин;

$T_{\text{всп.}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,18 + 0,22 + 0,2 = 0,6$ мин;

Оперативное время;

$T_{\text{опер.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{всп.}} = 0,32 + 0,6 = 0,92$ мин;

Время на обслуживание и отдых:

$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер.}} = 15\% \cdot 0,92 = 0,138$ мин;

Штучное время:

$T_{\text{шт.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{всп.}} + T_{\text{о.о.}} = 0,32 + 0,6 + 0,138 = 1,378$ мин;

Штучно-калькуляционное время:

$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 1,378 + \frac{9}{10000} \approx 1,38$ мин;

Для второй операции:

$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,18$ мин; $T_{\text{уп.}} = 0,15$ мин; $T_{\text{изм.}} = 0,1$ мин;

$T_{\text{всп.}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,18 + 0,15 + 0,1 = 0,43$ мин;

Оперативное время;

$T_{\text{опер.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{всп.}} = (0,39 + 0,19 + 0,08 + 0,01 + 4,23 + 4,75) + 0,43 = 10,08$ мин;

Время на обслуживание и отдых:

$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер.}} = 15\% \cdot 10,08 = 1,51$ мин;

Штучное время:

$T_{\text{шт.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{всп.}} + T_{\text{о.о.}} = 10,35 + 0,43 + 1,51 = 12,29$ мин;

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 12,29 + \frac{9}{10000} \approx 12,29 \text{ мин};$$

Для третьей операции:

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,13 \text{ мин}; T_{\text{уп.}} = 0,28 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 0,14 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп.}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,15 + 0,25 + 0,15 = 0,55 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{всп.}} = 0,68 + 0,55 = 1,23 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер.}} = 15\% \cdot 1,23 = 0,18 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{всп.}} + T_{\text{о.о.}} = (0,27 + 0,27 + 0,11 + 0,01 + 0,01 + 0,01) + 0,55 + 0,18 = 1,41 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 1,41 + \frac{9}{10000} \approx 1,41 \text{ мин};$$

Для четвёртой операции:

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,12 \text{ мин}; T_{\text{уп.}} = 0,26 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 0,16 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп.}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,14 + 0,25 + 0,15 = 0,54 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{всп.}} = 0,03 + 0,54 = 0,57 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер.}} = 15\% \cdot 0,57 = 0,0855 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{всп.}} + T_{\text{о.о.}} = 0,03 + 0,54 + 0,0855 = 0,6555 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 0,6555 + \frac{9}{10000} \approx 0,66 \text{ мин};$$

Для пятой операции:

$$T_{y.c} + T_{z.o} = 0,17 \text{ мин}; T_{уп} = 0,27 \text{ мин}; T_{изм} = 0,14 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{y.c.} + T_{z.o.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = (3,65 + 1,92) + 0,58 = 6,15 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 6,15 = 0,9225 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.o.} = 5,57 + 0,58 + 0,9225 = 7,0725 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 7,0725 + \frac{9}{10000} \approx 7,07 \text{ мин};$$

Вывод

В этой части работы проведен анализ данных и чертеж обработки и производства гайки S-26: определение типа производства, анализ конструкции детали, расчет режимов резания, расчет основного времени, определение штучно-калькуляционного времени, расчет допусков, припусков и технологических размеров.

2 Конструкторская часть

2.1 Анализ данных и проектирование станочных приспособлений.

По ГОСТ 15.001-73 разрабатывает техническое задание на проектирование специальных средств оснащения в соответствии

Таблица 2.1 - Раздел приспособление

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление трехкулачковый патрон на Вертикально-фрезерный станок 6Т104
Основание для разработки	Операционная карта для «Гайки S-26».
Цель и назначение разработки	Разработанные светильники должны быть предоставлены: Заготовка «Гайки S-26» может быть правильно установлена и зафиксирована для достижения требуемой точности размеров; простота установки, исправления и удаления заготовок.

Продолжение Таблица 2.1 - Раздел приспособление

Технические (тактико-технические) требования	<p>Мелкосерийная производства.</p> <p>Программа выпуска - 10000 шт. в год.</p> <p>Должен соответствовать требованиям к установке оборудования, а размеры и режим должны соответствовать</p> <p>Станок: фрезерный 6Т104.</p> <p>Входные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию: Фрезеровать 4 паза.</p>
Документация , подлежащая разработке	<p>Конструкторская часть, чертеж для технического проекта специального приспособления и принцип работы приспособления</p>

2.2 Расчетная схема и компоновка приспособления

После предоставления технических решений и исходных данных в рамках наших полномочий мы продолжаем проектировать приспособления.

Цель работа – Обработанные детали зажимаются патроном с трехкулачковыми патронами, закрепленным на вертикальном станке, и канавка фрезеруется каждые 90 градусов вращения.

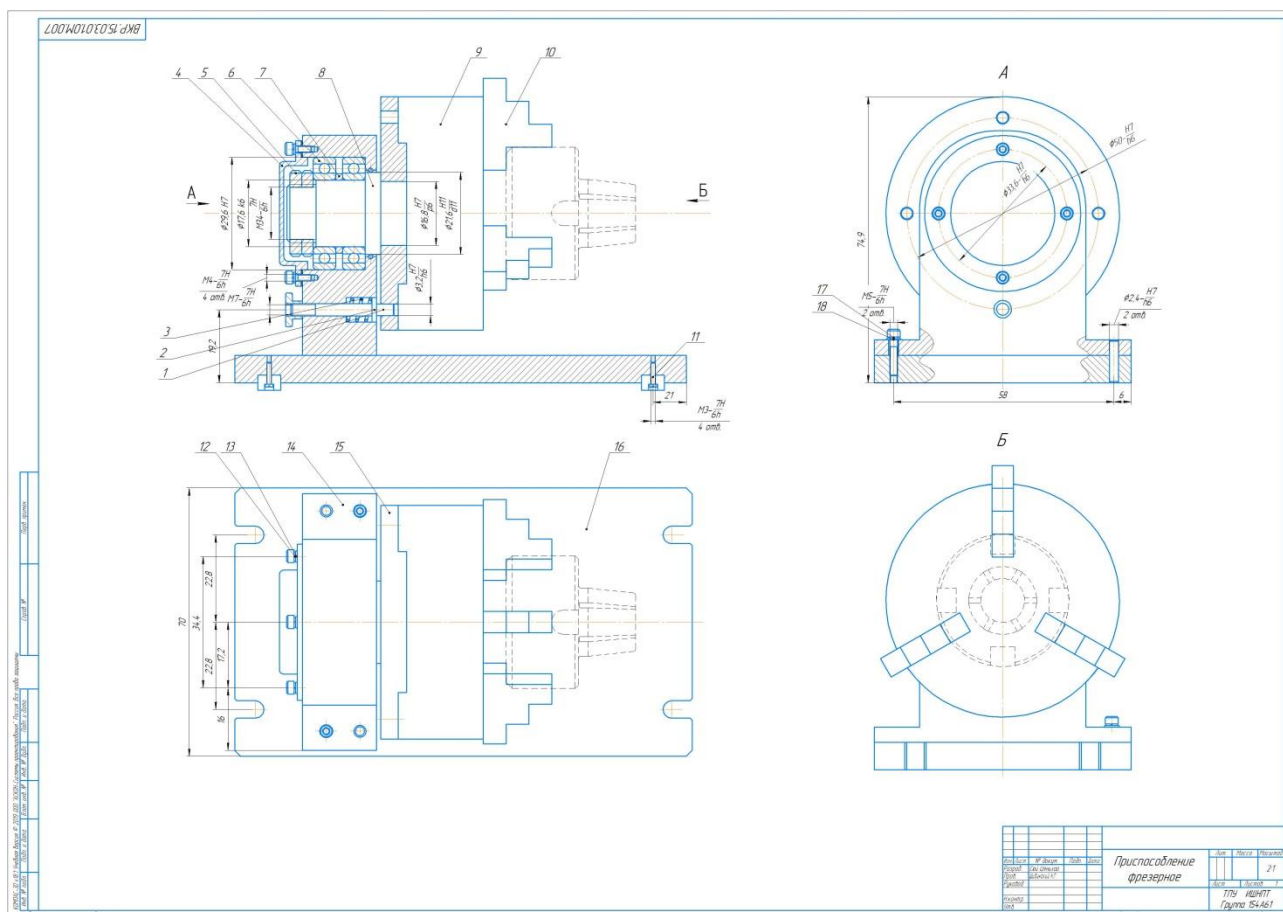


Рисунок 2.1 – Сборочный чертеж приспособления

2.3 Принцип работы приспособления

На основание 16 – угольник установлен вал-шпиндель 8 на подшипниках 6. К валу-шпинделю 8 закреплена план-шайба 15, имеющая 4 отверстия под 90 градусов. На план-шайбу 15 крепится трехкулачковый патрон 9. на угольнике установлен ползун 1, который входит в одно из отверстий план-шайбы 15, закрепляя ее в определенном положении. Когда ползун 1 выходит из отверстия, патрон 9 можно поворачивать на 90 градусов.

Вывод

В этой части работы мы проанализировали раздел приспособление, выбрал

приспособление трехкулачковый патрон на Вертикально-фрезерный станок 6Т104. Была определена возможность использования трехкулачкового патрона в процессе обработки. Разработал и нарисовал сборочный чертеж, объясняющий, как работает приспособления: С помощью этого приспособления можно завершить процесс фрезерования четырех пазов.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Студенту:

Группа	ФИО
154A61	Сюй Цяньхао

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		13.04.2020 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A61	Сюй Цяньхао		13.04.2020 г.

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

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

Цель данной ВКР – разработка технологии изготовления Гайки S - 26

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

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие разработки :

- 1) Используйте инструменты Т6К10 во время обработки и его выступление.
- 2) Используйте инструменты Р6М5 во время обработки и его выступление.

Детальный анализ необходим, т.к. каждый вариант имеет свои достоинства и недостатки. В таблице 3.1 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 3.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	твёрдость	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. Актуальность исследования	0,1	5	5	3	0,3	0,51	0,6
2. Трещиностойкость	0,15	5	5	3	0,55	0,28	0,42
3. Ударопрочность	0,15	3	3	4	0,56	0,33	0,29
4. Стабильность соединения с подложкой	0,1	4	3	3	0,7	0,6	0,42
5. Простота изготовления	0,11	3	3	4	0,1	0,21	0,6
6. Эффективность работы	0,04	5	3	4	0,33	0,25	0,25
7. Безопасность	0,1	5	4	4	0,3	0,32	0,32
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,14	3	5	3	0,25	0,33	0,39
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	5	4	0,4	0,26	0,14
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,05	4	4	3	0,11	0,39	0,32
Итого	1	41	40	35	3,6	3,39	3,75

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

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 0,1 \cdot 3 = 0,3 \quad (3,1)$$

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл показателя.

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

3.1.2 SWOT-анализ

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

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

Таблица 3.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
C1. Низкая цена исходного сырья.	Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.
C2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.	Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.
C3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.	Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.
C4. Экологичность технологии.	Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.
C5. Квалифицированный персонал.	Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности	Угрозы
B1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
B2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
B3. Внедрение технологии в аэрокосмической области.	
B4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

Таблица 3.3 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта C1. Низкая цена исходного сырья. C2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции. C3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта. C4. Экологичность технологии C5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований. Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования. Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию. Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности. Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности B1. Использование	Направления развития B2C2C3. Высокая	Сдерживающие факторы B1Сл3Сл4Сл5. Использование

<p>оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН. В2. Появление потенциального спроса на новые разработки. В3. Внедрение технологии в аэрокосмической области В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.</p>	<p>трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки. В3С2С4. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции и экологичность технологии являются хорошим основанием для внедрения технологии в аэрокосмической области. В4С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.</p>	<p>новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.</p>
<p>Угрозы У1. Снижение стоимости разработок конкурентов. У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.</p>	<p>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.</p>	<p>Уязвимости: У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.</p>

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

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

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

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

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

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

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{\text{Ч}_i}, \quad (3,3)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Календарный коэффициент определяется по формуле:

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

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

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Временные показатели проведения научного исследования














Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{\min} , чел-дни		t_{\max} , чел-дни		$t_{ож\ i}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
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 3.6).

Таблица 3.6 – 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)

3.2.3 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.

3.2.3.1 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 3.7 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Комплекс канцелярских принадлежностей	399	3	1197
Картридж для лазерного принтера	3299	1	3299
Итого:			4496

Цены приняты на основании прайс-листа поставщика материалов:
<https://papirus-tomsk.ru>, <https://mvideo.ru>.

3.2.3.2 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:

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

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

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:

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

Таблица 3.8 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.	М.в.из. мес.	H_A %	$A_{\text{ам.}}$.руб.
1	ПЭВМ	1	3	49	49	0,6	33	4109
3	КСЕРОКС	1	7	39	39	0,7	14	1486
Итого								5595

3.2.3.3 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 $Z_{\text{осн}}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

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

где $Z_{\text{дн}}$ – 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):

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

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 инжени

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

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 3.9 – 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 3.10 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{\text{мс}}, \text{руб}$	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}, \text{руб}$	$Z_{\text{дн}}, \text{руб}$	$T_{\text{р}}, \text{раб.дн.}$	$Z_{\text{осн}}, \text{руб}$
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:

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

– для инженера:

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

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

3.2.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

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

– для инженера:

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

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

3.2.3.5 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):

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

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

3.2.3.6 Формирование бюджетной стоимости

Таблица 3.11 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
Материальные затраты	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
4496	5595	143060	21459	49355,7	223965,7	44793,14	268758,8 4

3.3 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 исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
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:

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

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

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.

Вывод

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 268758,84 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.

4. Социальная ответственность

Студенту:

Группа	ФИО
154A61	Сюй Цяньхао

Институт	ИСГТ	Кафедра	ТМСПР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Гайки S-26»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В качестве объекта исследования выступает технологический процесс изготовления детали «Гайка S-26». Деталь будет применяться в цанговом зажиме.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – СанПиН 2.2.4.548–96 – СН 2.2.4/2.1.8.562–96 – СП 52.13330.2016 – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – ТОИ Р-45-084-01 – Р 2.2.200605 – ГОСТ 12.2.032-78 – ГОСТ 12.0.003-2015 – "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020)
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – отклонение от микроклимата – недостаточная освещенность – повышенный уровень шума – нервно-психические и физические нагрузки – повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – использование ламп освещения в которых присутствует тяжелый металл, печатные платы в состав которых входят вредные и токсичные вещества, загрязнение литосферы и гидросферы
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – пожар. – наиболее типичной ЧС является пожар, может быть вызван довольно частым происшествием, таким как короткое замыкание.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020 г.
--	---------------

Задание выдал консул ьтант:

Должность	ФИО	Ученая сте пень, зван ие	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин Александр Иванович	Д.т.н		13.04.2020 г.

Задание пр инял к испо лнению сту дент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A61	Сюй Цяньхао		13.04.2020 г.

Введение

В данной работе рассмотрен производственный цех и находящееся оборудование.

При проектировании рабочего места следует учитывать свет, температуру, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитные поля и другие санитарно-гигиенические требования для организации рабочего места.

При проектировании цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как производственный цех находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз, что характерно для Сибири. Так же одной из возможных ЧС может быть отключение электропитания.

4.1 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.

При проектировании механического цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как цех механообработки находится в городе Томске, наиболее вероятной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной геополитической ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть теракт.

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

- наличие оборудования с повышенной температурой поверхности,
- присутствие механического оборудования,
- присутствие вредных веществ, их класс опасности;

Таблица 4.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ					Нормативные документы
	Разра-б	отка	Изгото	вление	Эксплу	
1.Отклонение показателей микроклимата	+		+		+	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с
2. Превышение уровня шума			+		+	

3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	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].
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

4.2.2 Анализ показателей шума и вибрации

ПДУ шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 82 дБА.

Основные источники шума при работе оборудования:

- двигатели приводов;
- зубчатые передачи;
- подшипники качения;
- неуравновешенные вращающиеся части станка;
- силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями;

Используют звукопоглощающие навесные элементы в районе потолка, элементы и панели в верхней части стен, а также звукопоглощающие напыления на стены и пол (звукопоглощающий, иглопробивной материал из пенополиэтилена и акустический войлок). Для виброизоляции – использование в станках виброизолирующих опор (пружинных и резиновых).

Общую вибрацию категории 3 по месту действия подразделяют на следующие типы:

а) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

б) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

общую вибрацию в жилых помещениях и общественных зданиях от внешних источников: городского рельсового транспорта (мелкого залегания и открытые линии метрополитена, трамвай, железнодорожный транспорт) и автотранспорта; промышленных предприятий и передвижных промышленных установок

4.2.3 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

4.2.4 Анализ освещенности рабочей зоны

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Для общего освещения, как правило, применяются газоразрядные лампы как энергетически более экономичные и обладающие большим сроком службы. Наиболее распространёнными являются люминесцентные лампы. Которые по

сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ: по спектральному составу они близки к дневному, естественному свету; обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания); обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания); более длительный срок службы [ГОСТ 6825-91].

Освещенность рабочего стола должна быть не менее $300 \div 500$ лк [по СанПиН 23-05-95], что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране, для этого необходимо ограничить отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м^2 . Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Рассчитаем искусственное освещение в помещении.

Проектирование искусственного освещения рабочего места будет сводиться к следующему:

- выбор системы освещения,
- определение необходимого числа светильников
- определение типа и размещения светильников.

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами принципиальная схема в рисунке 1, м:

H – высота помещения = 4;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес) = 0,5;

$h_n = [H - h_c]$ – высота светильника над полом, высота подвеса = 3,5;

h_p – высота рабочей поверхности над полом = 0,8;

$h = h_n - h_p$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью = $3,5 - 0,8 = 2,7$

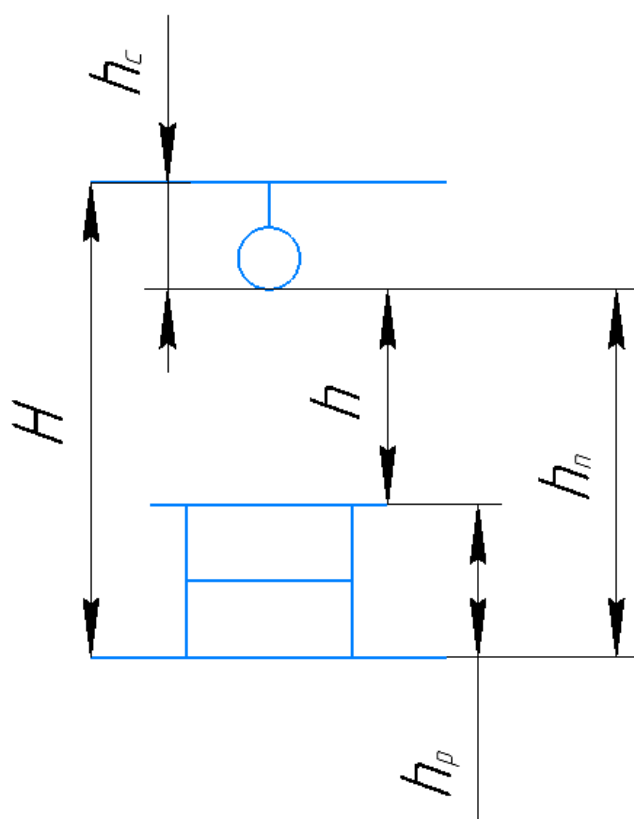


Рисунок 4.1

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Приняв величину свеса светильника $h=2,7$ м и $\lambda=1,4$ (для ОД), определим расстояние между светильниками L :

$$L=\lambda \cdot h=2,7 \times 1,4=3,78 \text{ м}$$

Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нём расположение светильников и определить их число.

Расстояние I от крайних светильников или рядов до стены:

$$L/3=3,78/3=1,26 \text{ м}$$

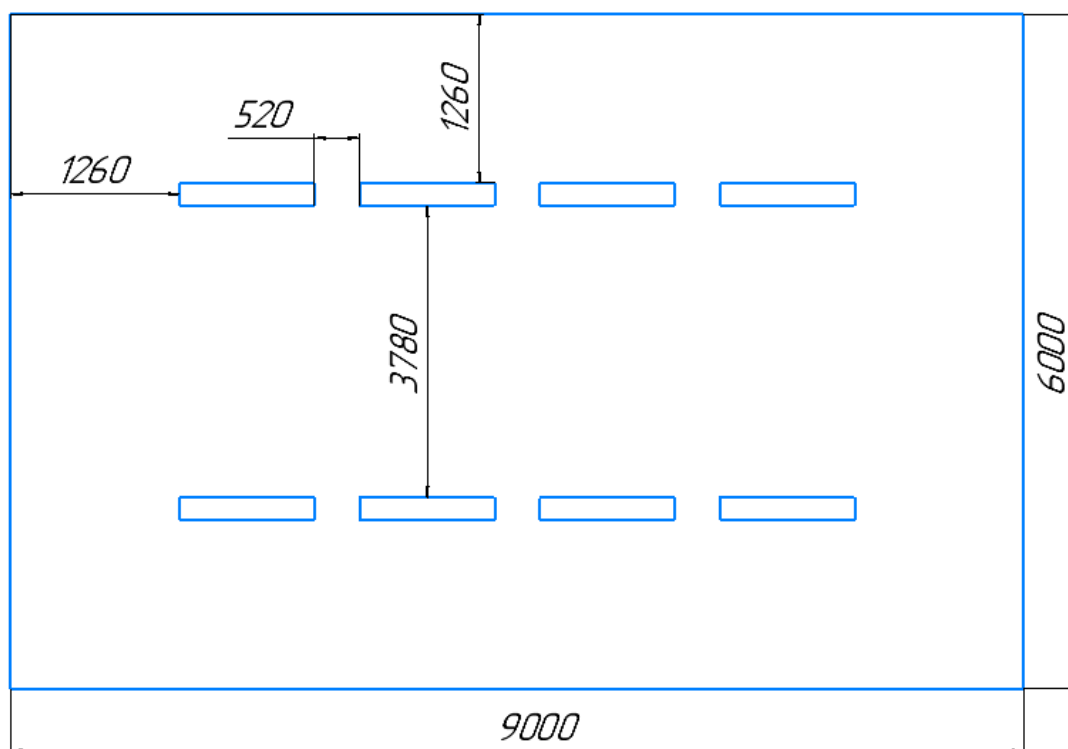


Рис. 4.2 Схема размещения светильников

Размещаем светильники в два ряда. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы. В одном ряду можно установить 4 светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составит 52 см. Изображаем в масштабе план помещения. Размещения в нем светильников (рис.2), общее число ламп в помещении:

$$n=8 \cdot 1 \cdot 2 \text{ ламп.}$$

Индекс помещения определяется по формуле $i=S/(h \cdot (A+B))$

$$i=S/(h \cdot (A+B))=(6 \times 9)/(2,7 \times (6+9))=1,3$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока: $\eta = 0,53$.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$O \approx (E_i \cdot S \cdot K_z \cdot Z) / (n \cdot \eta)$$

Где: E_i - нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

S - площадь освещаемого помещения, м²;

K_z - коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма, пыли);

Z - коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp}/E_{min} . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

n - число светильников;

η - коэффициент использования светового потока (Определяем по таблице)

Определим потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\phi = (300 \times 54 \times 1,5 \times 1,1) / (16 \times 0,54) = 24255 / 5,76 \approx 3094 \text{ Лм}$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по таблице выбирается стандартная ближайшая лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона (-10 ÷ +20%), то корректируется число светильников n либо высота подвеса светильников.

Выбираем стандартную ближайшую лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq (2850 - 3094) / 3094 \times 100\% \leq +20\%$$

Получаем

$$-10\% \leq -8,5\% \leq +20\%$$

Необходимый поток светильника не выходит за пределы диапазона, то корректировать число светильников n либо высоту подвеса светильников нет необходимости.

Определим электрическую мощность осветительной установки:

$$P = \omega \cdot S = 40 \times 54 = 2160 \text{ Вт}$$

Тогда мощность каждой лампы:

$$P_{\text{л}} = P/n = 2160/16 = 135 \text{ Вт}$$

Определим электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 16 \times 40 = 640 \text{ Вт}$$

4.2.5 Анализ электробезопасности

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Классификация помещений по опасности поражения электрическим током (ПУЭ):

1. Категория помещения: особо опасные помещения. Присутствует один из следующих признаков:

- постоянно 100 % влажность (особо сырое помещение);
- наличие химически активной среды;
- либо: наличие более 2 факторов помещения повышенной опасности.

Категория помещения: Помещения повышенной опасности поражения электрическим током. Присутствует один из следующих факторов:

- повышенная температура воздуха ($t = + 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$);
- повышенная влажность ($> 75 \%$);
- наличие токопроводящей пыли;
- наличие токопроводящих полов;
- возможности прикосновения одновременно и к электроустановке, и к заземлению или к двум электроустановкам одновременно.

3. Категория помещения: мало опасные помещения. Отсутствуют признаки и факторы, характерные для двух предыдущих классов.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;

установки защитного заземления;

наличие общего рубильника;

своевременный осмотр технического оборудования, изоляции;

использование разделительных трансформаторов.

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

4.2.6 Анализ пожарной безопасности

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

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- 1) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- 2) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера:

- 1) короткое замыкание,
- 2) перегрузки по току,
- 3) искрение и электрические дуги,
- 4) статическое электричество.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- 1) использование только исправного оборудования;
- 2) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- 3) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- 4) курение в строго отведенном месте;
- 5) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Огнетушитель ОХВП-10 предназначен для тушения начальных загораний твердых веществ и легковоспламеняющихся жидкостей,

Чтобы имеющееся противопожарное оборудование находилось в исправном и работоспособном состоянии.

Сотрудникам предприятия проводится обучение и инструктаж по пожарной безопасности. В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования производится по специальным эвакуационным путям,

обозначенным на планах эвакуации на случай пожара, которые также вывешены в наиболее видных местах.

Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

4.3 Экологическая безопасность

Фабрики должны держаться подальше от селитебной зоны.

Механическая обработка металлов на станках сопровождается образованием: металлической стружки, отработанной смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), пыли. Пары эмульсии и пыль через вентиляционную систему поступают из помещений в атмосферу. Помимо этого, имеется и промышленный мусор. Загрязнение гидросферы металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, которые наблюдают за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

В производственном цехе необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для стружки, стекла, металлических частей, пластика.

Фильтрация смазочно-охлаждающей жидкости будет производиться путем установки самоочищающегося барабанного фильтра (для очистки СОЖ, чистого масла и водных эмульсий, от магнитных и немагнитных частиц).

Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как, впрочем, и само стекло, и цоколи.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом, в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия. Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозив труб должны быть предусмотрены запасные газовые обогреватели с катализаторами. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В случаи обрыва линий электропередач должны быть предусмотрены электрогенераторы, которые и будем использовать для электрообогревателей и другого вида оборудования. Нужно иметь запасы воды для сотрудников и для технических нужд. Заключить договоры с транспортными компаниями, что переложит ответственность в случаи ЧС на них. Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности. Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

Вывод

В данном разделе ВКР рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке по изготовлению детали, в

соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Основной целью данного раздела являлось создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

Мы анализируем некоторые факторы в производственном цехе, рассматриваем возможные опасности и принимаем превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

Заключение

В «Технологическом» и «Конструкторском» разделе мы выполнили процесс обработки детали, определил размер обработки и расчёт усилия для закрепления заготовки, проанализировано и спроектировано приспособление.

Разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен анализ затрат.

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

Список литературы

1. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Данилевский, В.В. Технология машиностроения / В.В. Данилевский. – М.: Высш. Школа, 1977. – 479 с.
3. Скворцов, В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – Томск: изд. ТПУ 2006. – 100 с.
4. Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.2 / А.Г. Косилова, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
5. Безъязычный, В.Ф. Расчет режимов резания: учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, И.Н. Аверьянов, А.В. Кордюков. – Рыбинск: РГТА, 2009 – 185 с.
6. Султан-заде, Н.М. Технология машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров / Н.М. Султан-заде, А.Г. Схиртладзе. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 288 с.
7. Анализ технологичности детали [Электронный ресурс] – URL: https://studwood.ru/1601758/tovarovedenie/analiz_tehnologichnosti_detali (дата обращения 12.03.2019).
8. Блюмберг, В.А., Справочник фрезеровщика / В.А. Блюмберг, Е. И. Зазерский – Ленинград: Машиностроение, 1984. – 288 с.
9. Видяев, И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
10. Назаренко, О.Б. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О.Б. Назаренко, Ю.А. Амелькович; Томский политехнический университет. – 3- 7980 е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета,

2013. – 178 с.

11. Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. – 5-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2009. – 335 с.
12. Аврамов, Ю.С. Защита человека от электромагнитных воздействий / Ю. С. Аврамов, Н. Н. Грачев, А. Д. Шляпин. – Москва: Изд-во МГИУ, 2002. – 232 с.
13. Пряников, В.И. Техника безопасности в химической промышленности: учебное пособие / В. И. Пряников. – Москва: Химия, 1989. – 288 с.
14. Корнилович, О.П. Техника безопасности при работе с инструментами и приспособлениями / О. П. Корнилович. – Москва: Энергоатомиздат, 1992. – 93 с.
15. Максименко, Г.Т. Техника безопасности при применении пожароопасных, взрывоопасных и токсичных материалов / Г. Т. Максименко, В. М. Покровский. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев, 1987. – 150 с.
16. Коробкин, В. И. Экология: учебник / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – 19-е изд., доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. – 603 с.

Приложение А

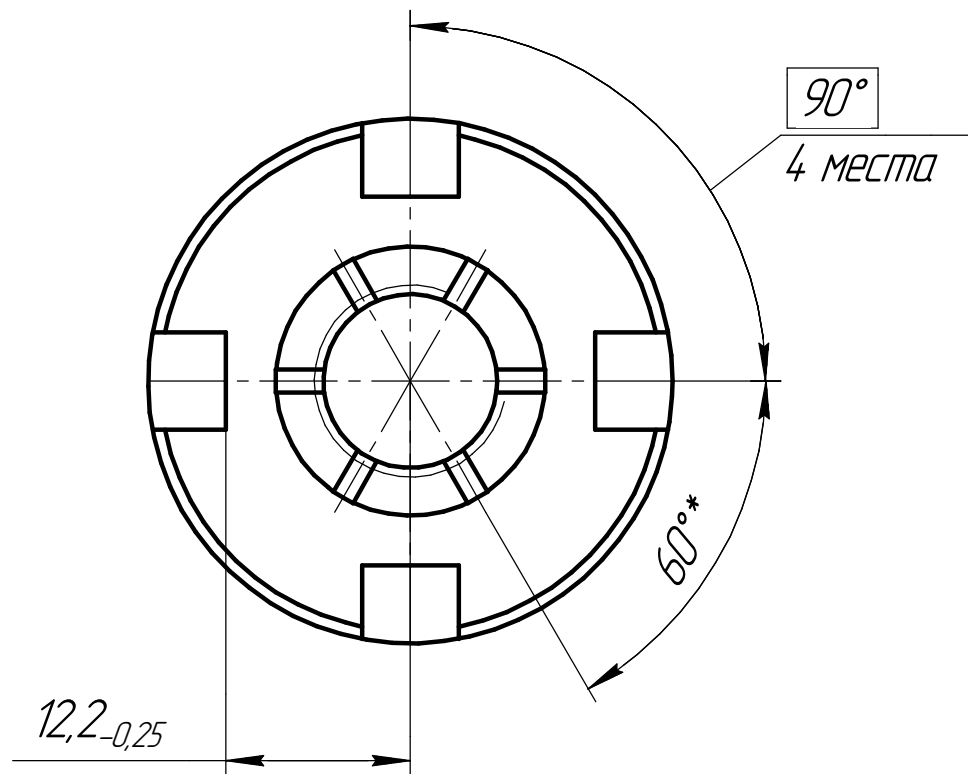
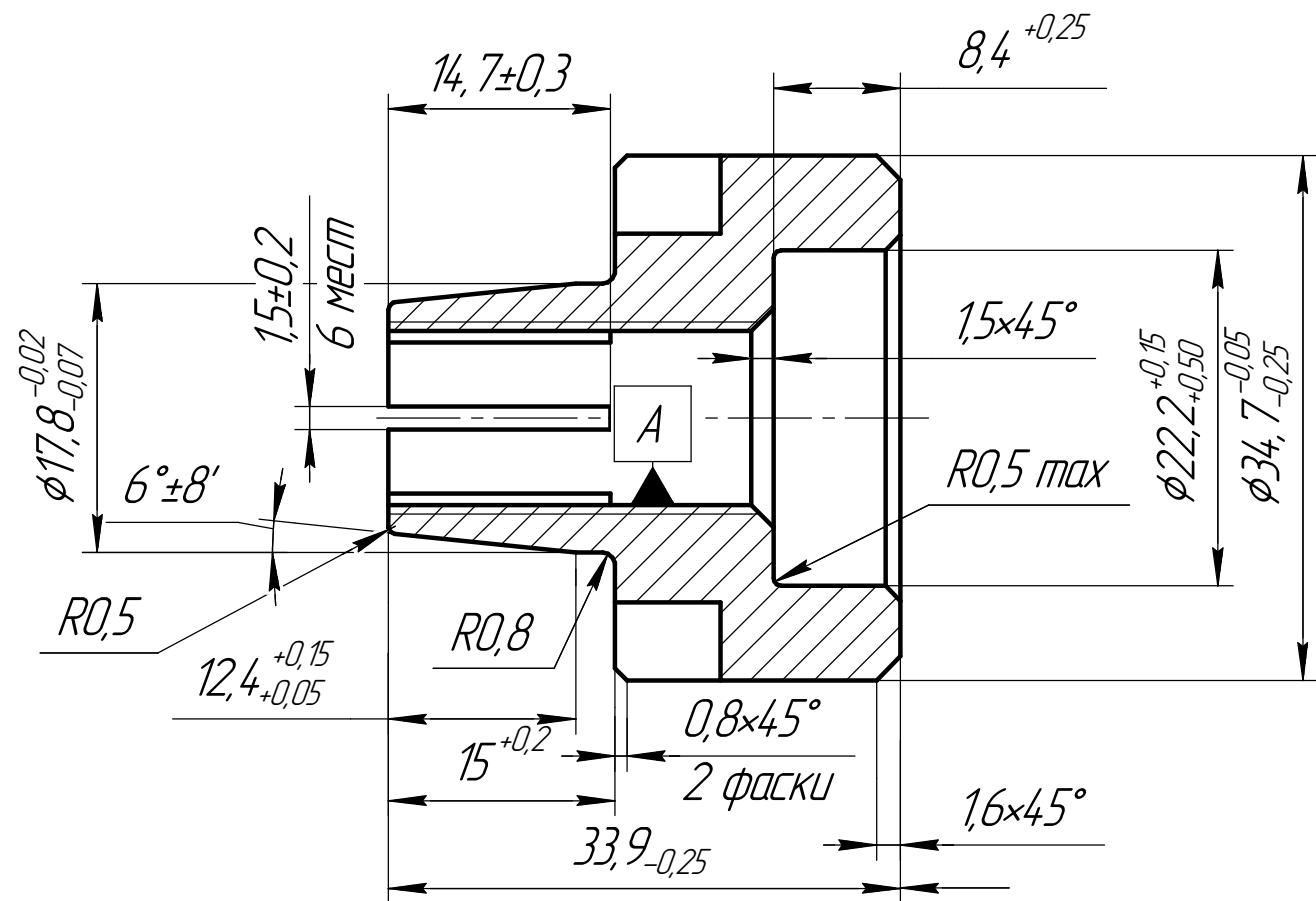
Чертеж детали «Гайки S-26»

ЮМЛАС-ЭП 181 Учётная версия © 2019 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия Все права защищены

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

ПСРН.7584.71.001

✓ Ra 6,3 (✓)



- 1 * – Размеры для справок.
2 590...610 HV.
3 Маркировать надпись "12-04-8939039-00-00" методом лазерного гравирования – шрифт 3-Пр41 ГОСТ 26.008-85.
4 Остальные технические требования по ГОСТ 4.070.014.

					ПСРН.7584.71.001				
					Гайка S-26	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				0,1	2:1
Разраб.		Сюй Цяньхао							
Пров.		Шидинский КГ							
Т.контр.									
						Лист		Листов 1	
Н.контр.					БрБ2 ГОСТ 18175-78	154А61			
Утв.									

Приложение Б

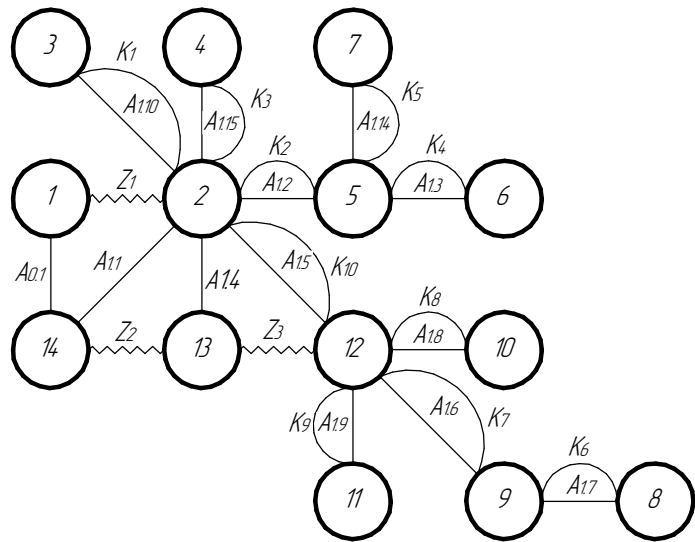
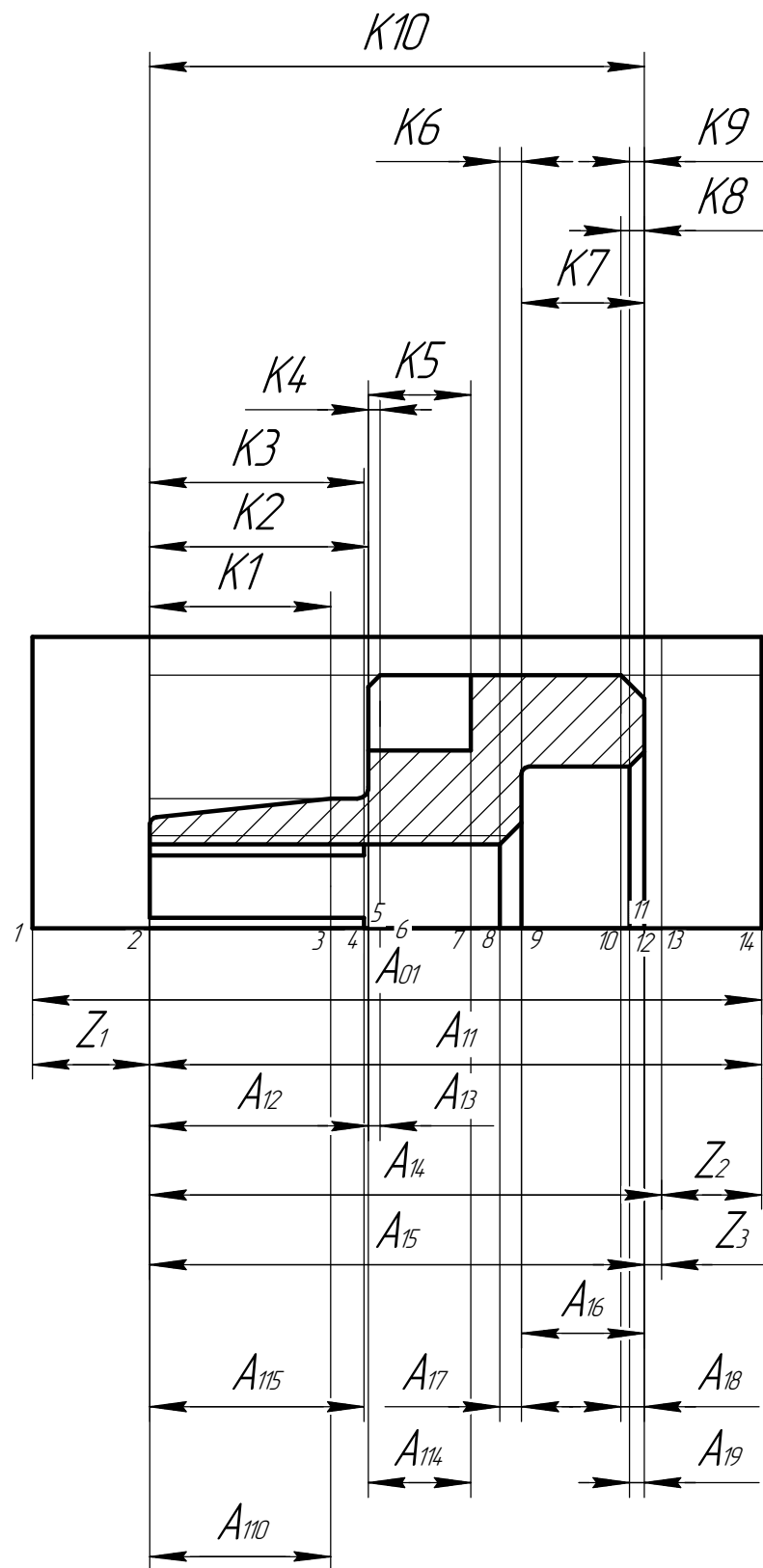
Линейная размерная схема

ЮМАС-ЭП 1814-еяя верия © 2019 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия Все права защищены

Инд. № подл.	Подп. и дата	Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № подл.	Подп. и дата

Не для коммерческого использования

Размерный анализ



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Размерный анализ

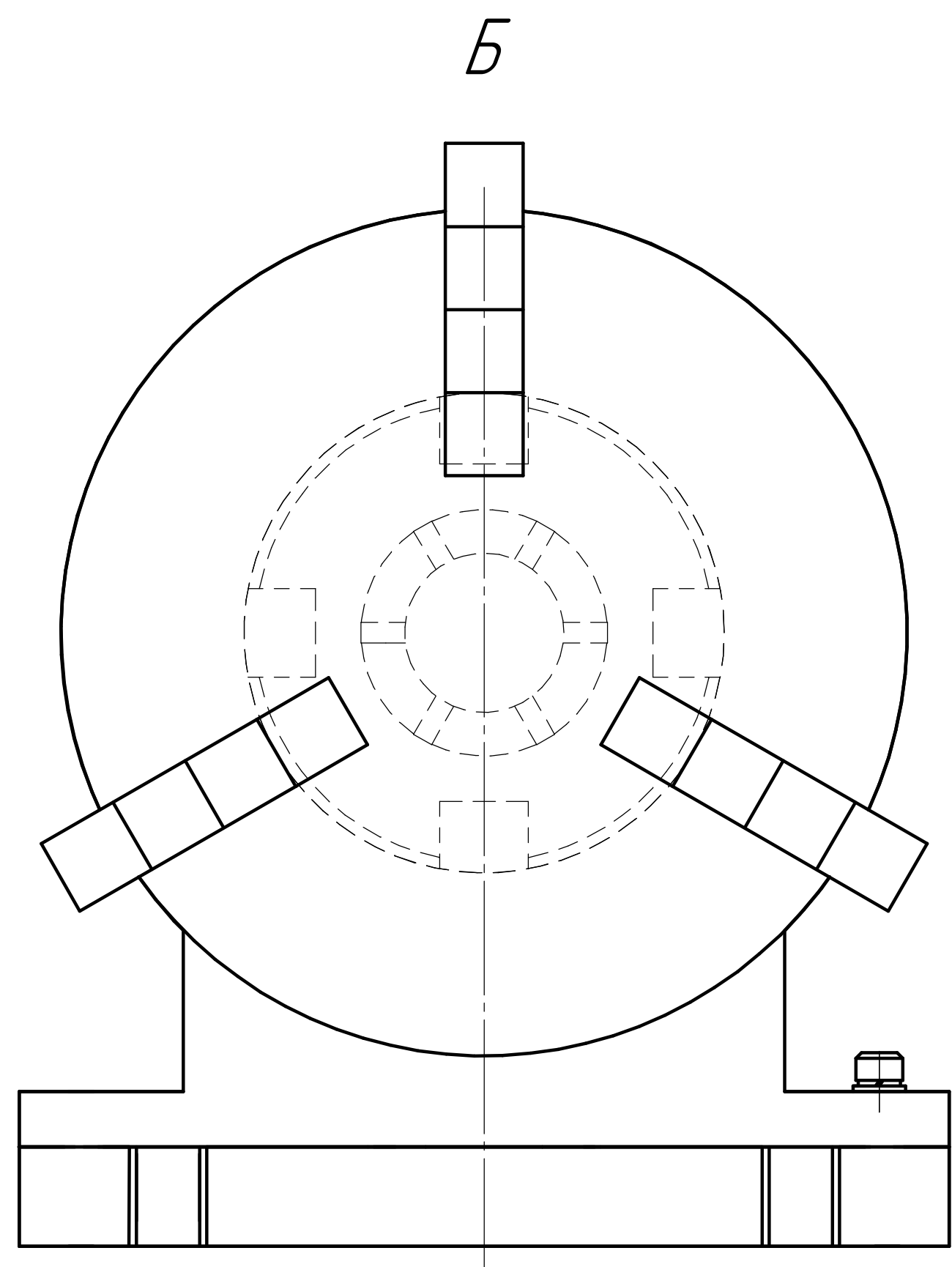
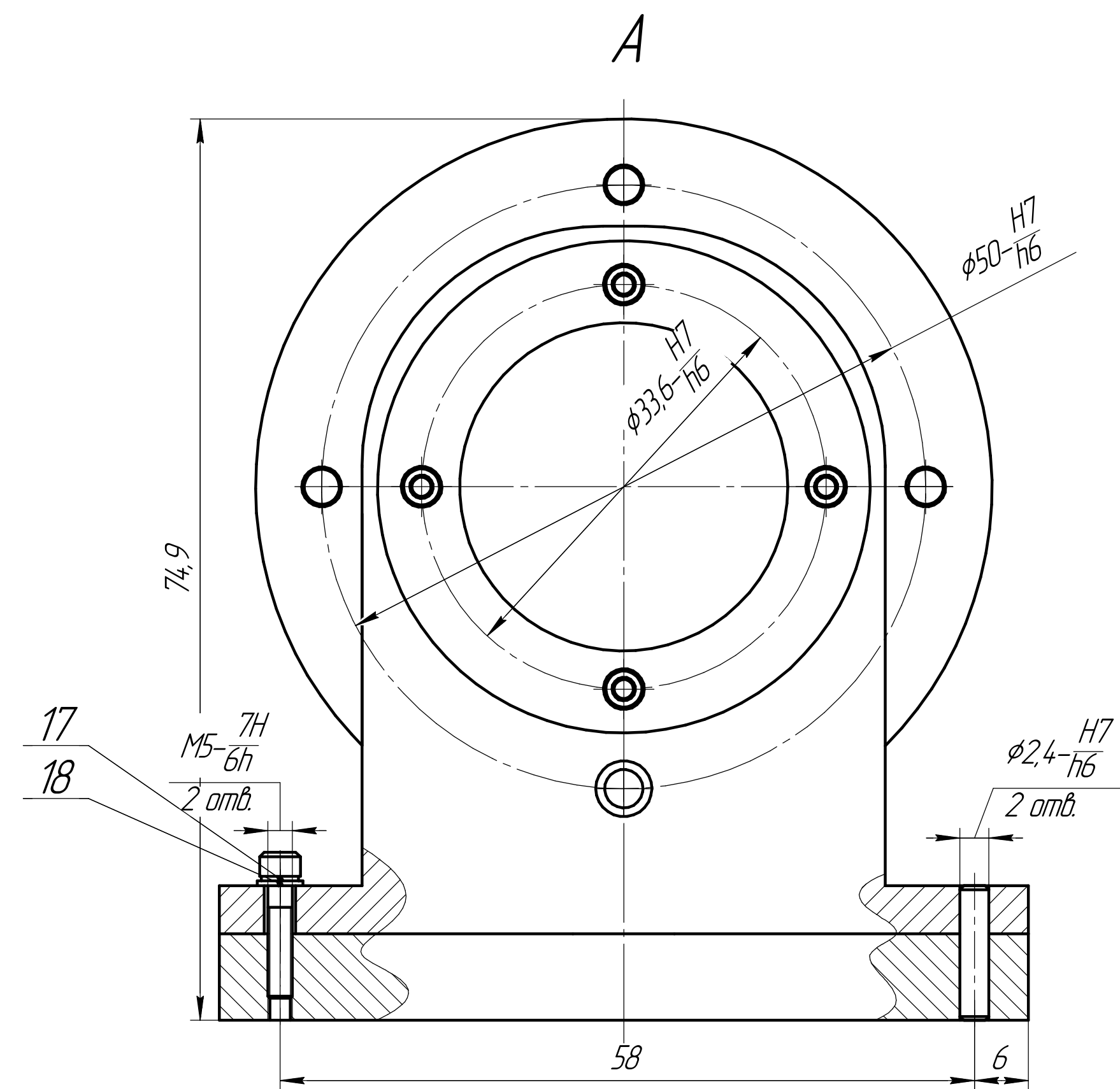
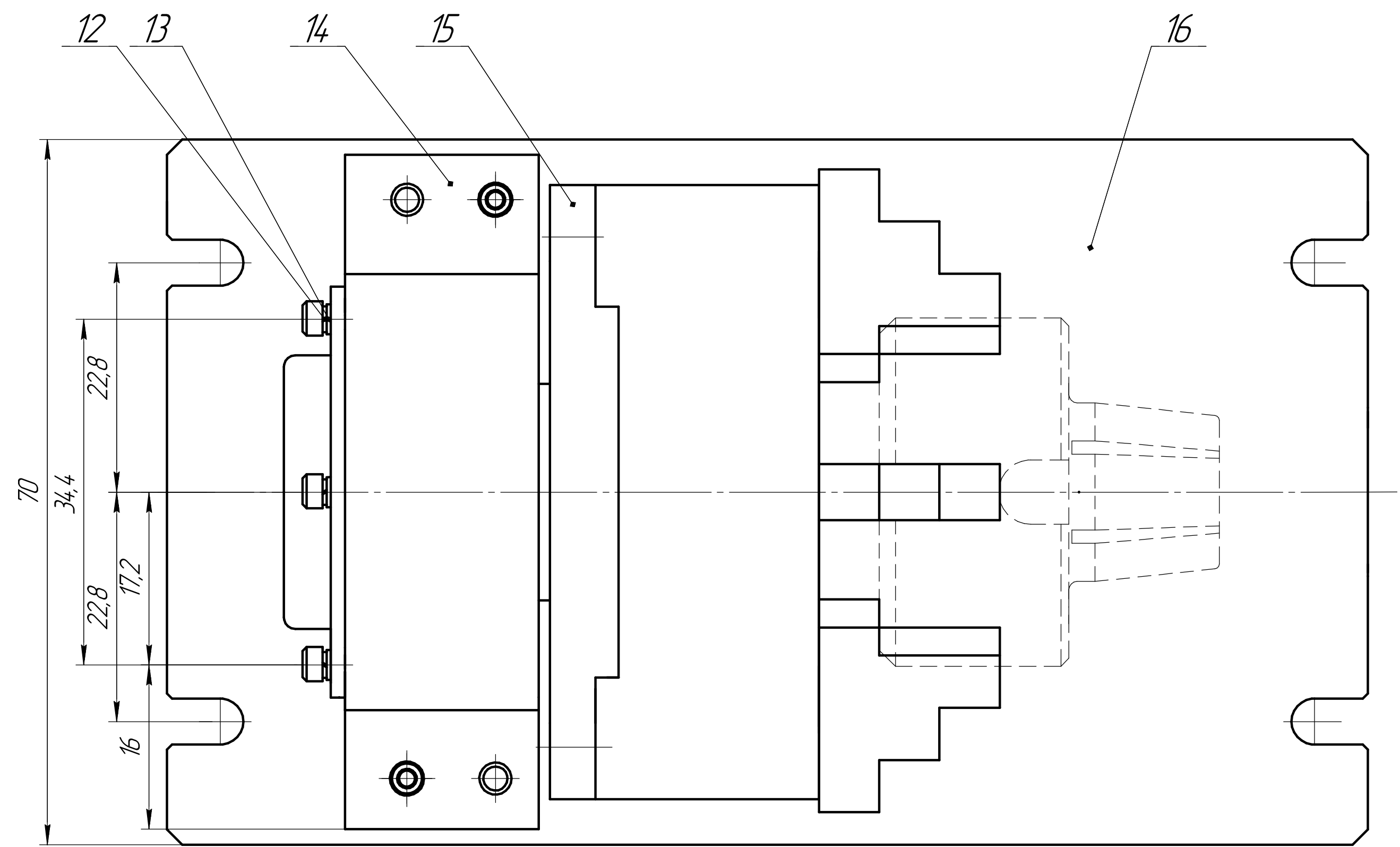
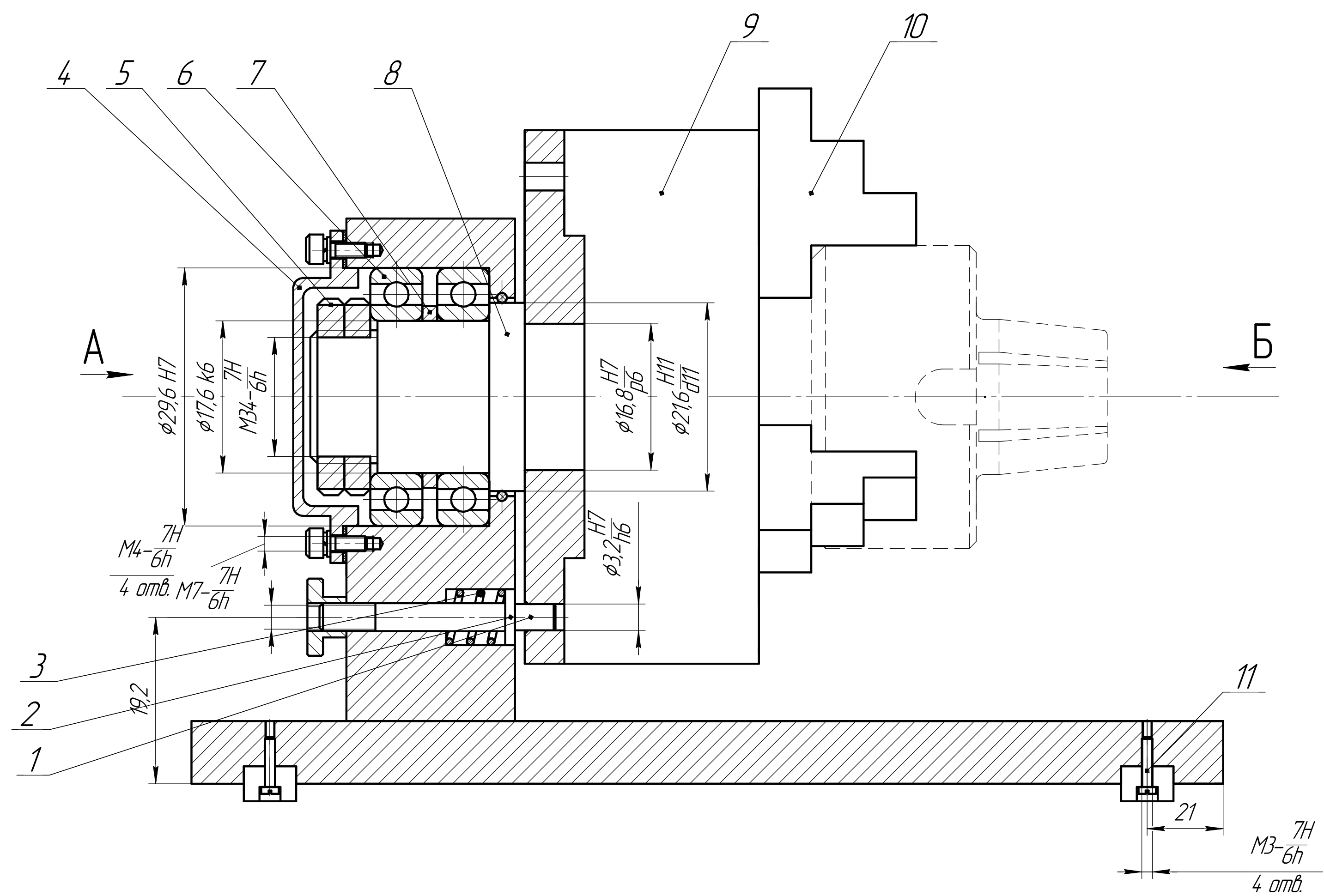
Копировал

Формат А4×2

Лист

Приложение В

Сборочный чертеж приспособления



ИШНПТ_154А61_00.00.СБ				Лист	Масса	Масштаб
Приспособление фрезерное						2:1
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Листов
Разраб.	Сев. Цвелько				1	1
Проб.	Шибинский КГ				ТТУ	ИШНПТ
Руковод.					Группа	154А61
Начальн.					Формат	A1
Утв.					Копировал	

Приложение Г

Спецификация патрон

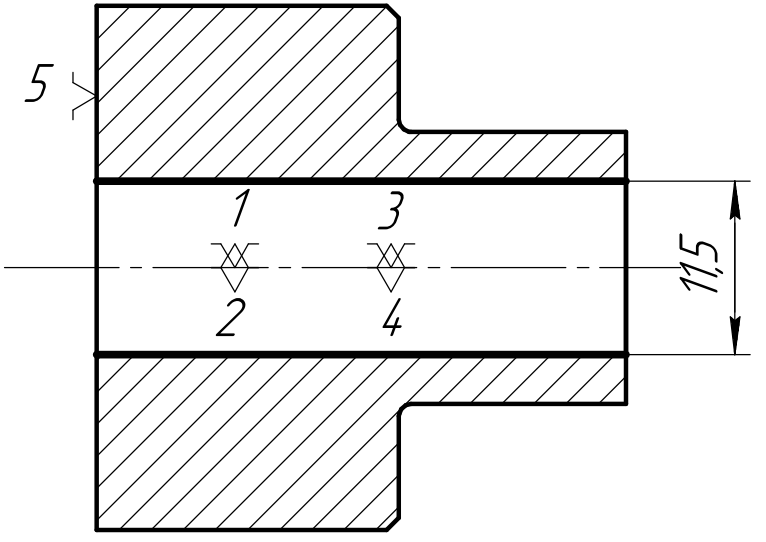
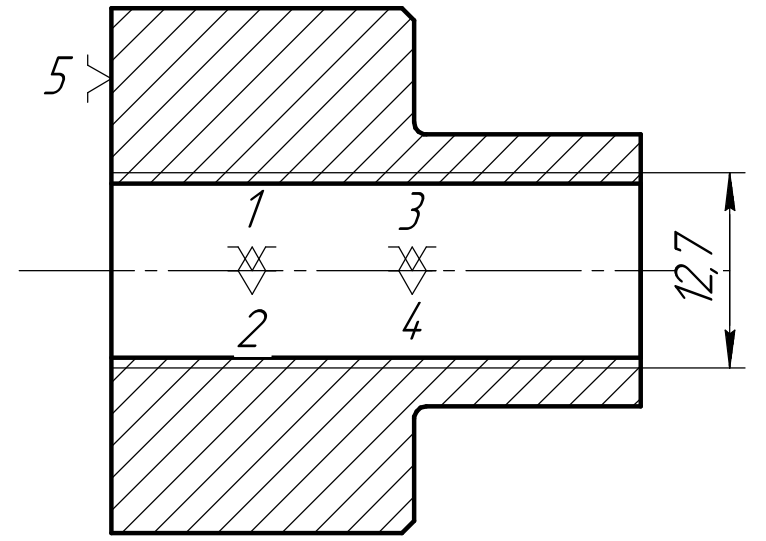
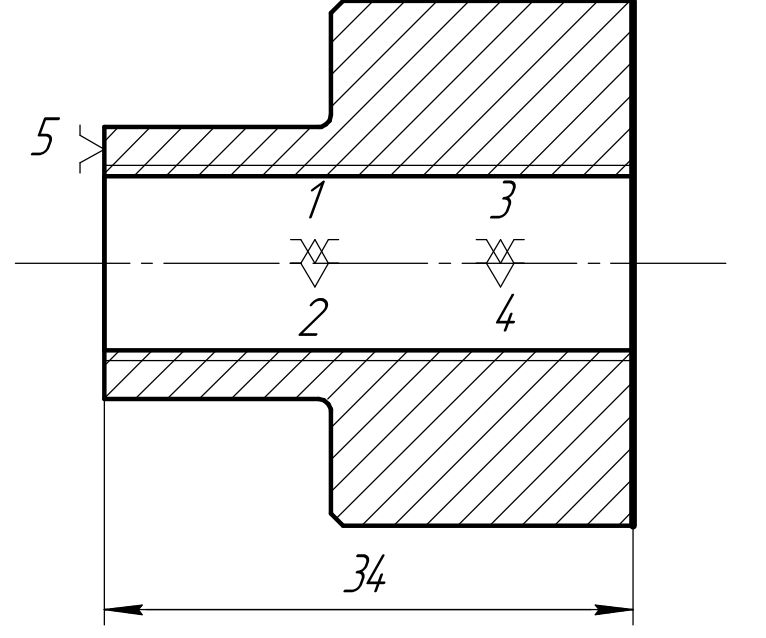
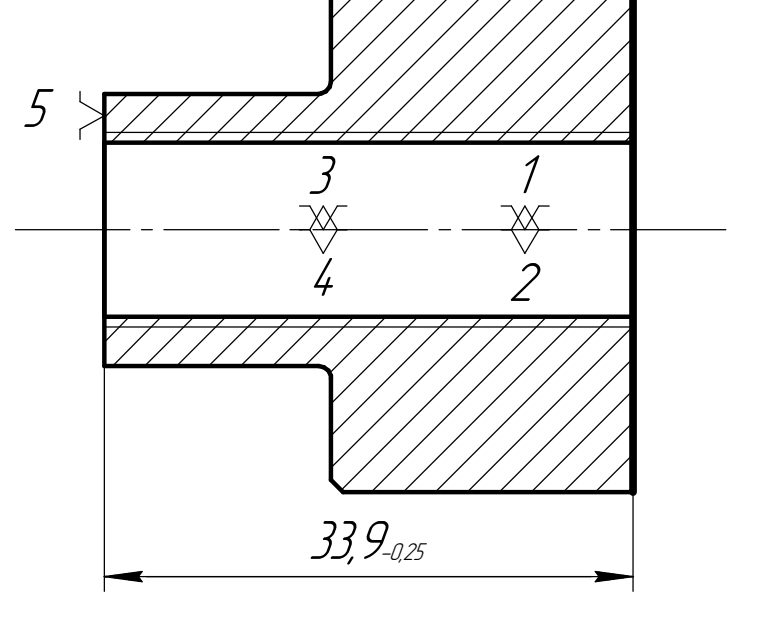
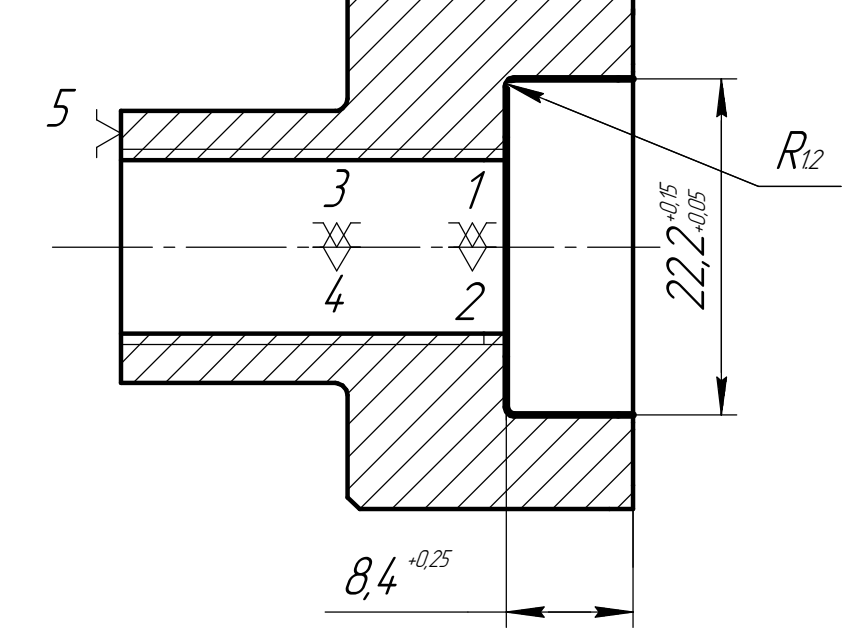
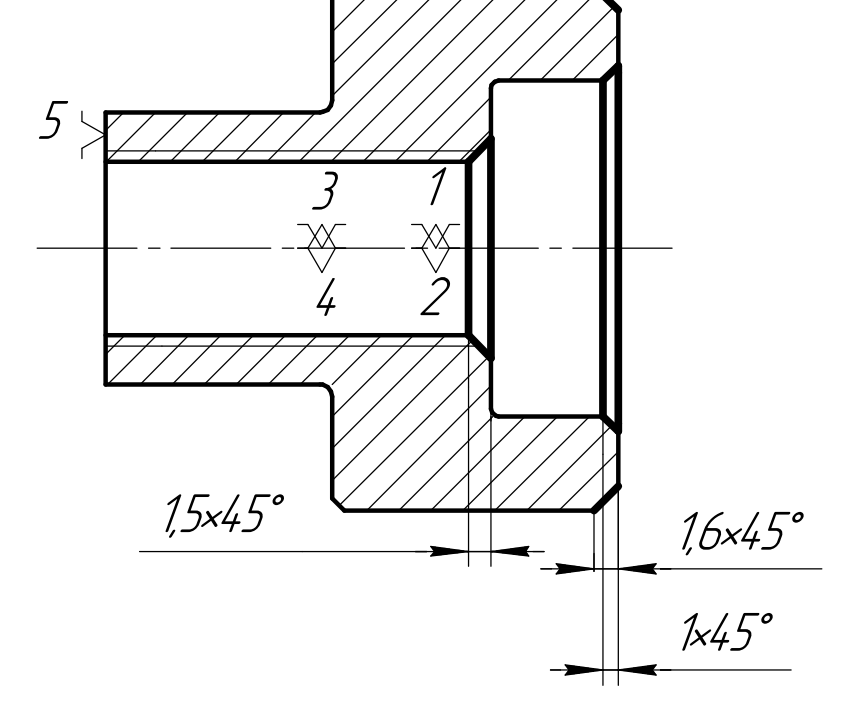
КОМПАС-3D v18.1.4.ейтин версия © 2019 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия Все права защищены

Перв. примен.		Справ. №		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
								Документация		
								Сборочный чертеж		
								Детали		
				1			ИШНПТ_154А61_00.00.01	ползун	1	
				4			ИШНПТ_154А61_00.00.04	крышка	1	
				8			ИШНПТ_154А61_00.00.08	вал-шпиндель	1	
				9			ИШНПТ_154А61_00.00.09	патрон	1	
				10			ИШНПТ_154А61_00.00.10	3-кулочки	1	
				14			ИШНПТ_154А61_00.00.14	корпус	1	
				15			ИШНПТ_154А61_00.00.15	план-шайб	1	
				16			ИШНПТ_154А61_00.00.16	основание	1	
								Стандартные изделия		
				2				колицо ГОСТ 9833-73	1	
				3				пружина ГОСТ 18793-80	1	
				5				стодорная шайба ГОСТ 11872-89	2	
				6				подшипник ГОСТ 8338-75	2	
				7				колицо ГОСТ 9833-73	1	
				11				Винт ГОСТ 10342-80	4	
				12				пружинная шайба ГОСТ 11872-89	4	
				13				шайба ГОСТ 11371-78	4	
				17				пружинная шайба ГОСТ 11872-89	2	
				18				шайба ГОСТ 11371-78	2	
								ИШНПТ_154А61_00.00.00		
				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
				Разраб.	Сюй Цяньхао				Лит.	Лист
				Пров.	Шидинский К.Г.				Т	Листов
										1
				Н.контр.					ТПУ	
				Утв.					Группа 154А61	

Приложение В

(обязательное)

Карта технологического процесса

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие однарем. обработ. сторон	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки				Нормы времени					ИШНПТ	
операции	перехода					Подача							Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T _{по}	T _{вс}	T _{пз}	T _{шт}	T _{шт. к}				
						мм/об	мм/мин																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
01	015	Центровать торец. Сверлить сквозное отверстие выдерживая размер до D ₁₃ =11,5мм		Токарно-универсально станок с ЧПУ Модель TRUN 450		Сверла стандартные с цилиндрическим 2300-2602 ГОСТ 10902-77 Р6М5			1	36	39,6	5,75	0,15	130	867	31,33	4,23	0,43	5				
	020	Сверлить отверстие выдерживая размер до D ₁₄ =12,7мм				Сверла стандартные с цилиндрическим 2300-2602 ГОСТ 10902-77 Р6М5			1	36	41,5	6,35	0,17	127	748	29,9	4,75	0,43	8	12,3	12,3		
02	025	Установить и снять деталь Подрезать торец, выдерживая размер A14=34мм		Токарно-универсально станок с ЧПУ Модель TRUN 450	Трехкулачковый патрон	Резец, 2112-0102 Т5К10 ГОСТ 18880-73		1	1	34,7	38,7	2	0,4	145	362,5	28,5	0,27	0,55	5				
	030	Отделочные детали, выдерживая размер A15=33,9 ^{+0,25} мм				Резец, 2112-0102 Т5К10 ГОСТ 18880-73			1	34,7	37,7	1	0,3	136,8	456	35,8	0,27	0,55	5				
	030	Точить поверхность, выдерживая размер A16=8,4 ^{+0,25} мм и D15=22,2 ^{+0,05} мм				Резец 2102-1098 Т15К6 ГОСТ 18877-73			5	30,6	14,4	4	0,3	661	2202	153,6	0,11	0,55	5	141	141		
	030	Точить фаску, выдерживая размер A17x45°= 15x45°мм, A18x45°= 16x45°мм и A19x45°= 1x45°мм				Резец 2102-1098 Т15К6 ГОСТ 18877-73			1	15	5	1,5	0,3	340	1133	178	0,01	0,55	2				
										ИЗМ/Лист		№ докум		Подп		Дата		ИШНПТ					Лист
																							2

ИЗМ/Лист

№ докум

Подп

Дата

ИШНПТ

Лист

2

Копия - для учета в архиве
Имя, № докум
Подп и дата
Взам инд. №
Подп и дата

