Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт	ИМОЯК
Направление подготовки	15.03.01«Машиностроение»
Кафедра	ТАМП

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления корпуса

УДК _____

Студент

Группа	**ФИО**	**Подпись**	**Дата**
158Л20	У Цзябинь	.	

Руководитель

Должность	**ФИО**	**Ученая степень, звание**	**Подпись**	**Дата**
Доцент	Червач Юрий Борисович	ктн		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	**ФИО**	**Ученая степень, звание**	**Подпись**	**Дата**
Ассистент	Грахова Елена Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	**ФИО**	**Ученая степень, звание**	**Подпись**	**Дата**
Ассистент	Кырмакова Ольга Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	**ФИО**	**Ученая степень, звание**	**Подпись**	**Дата**
ТАМП	Арляпов Алексей Юрьевич	ктн		

Томск – 2016г.

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
Р2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
Р3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
Р4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
Р5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
Универсальные компетенции	
Р11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт	ИМОЯК
Направление подготовки	15.03.01«Машиностроение»
Кафедра	ТАМП

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ _____ Арляпов А.Ю.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	**ФИО**
158Л20	У Цзябинь

Тема работы:

Разработка технологии изготовления корпуса	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	

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 *(с точным указанием обязательных чертежей)*	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	**Консультант**
Технологический и конструкторский	Червач Юрий Борисович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Елена Александровна
Социальная ответственность	Кырмакова Ольга Сергеевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Юрий Борисович	ктн		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л20	У Цзябинь		

Содержание

Введение	6
I. Технологическая часть	7
1. Исходные данные	7
2. Анализ технологичности конструкции детали	8
3. Определение типа производства	9
4. Выбор исходной заготовки	10
5. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса	11
6. Расчет припусков и диаметральных технологических размеров	18
7. Расчет продольных технологических размеров	24
8. Расчет режимов резания	32
9. Выбор средств технологического оснащения	52
10. Расчет основного времени для каждой операции и перехода	54
11. Определение другого времени для каждой операции	57
II. Конструкторская часть	58
1. Анализ данных данные и разработка задания на проектирование станочного приспособления	58
2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.	59
3. Определение необходимой силы зажима	60
4. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления	61
III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	62
1. Инициализация проекта	64
2. Технико-экономическая характеристика оборудования	64
3. Планирование комплекса работ на создание проекта	65
4. Бюджет проектной работы	72
5. Оценка научно-технической уровня проекта	82
IV. Социальная ответственность	83
1. Техногенная безопасность	85
2. Региональная безопасность	94
3. Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности	100
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	102
Список литература	103

Введение

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенствование технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Стремление к технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств изделия ниже конструктивно заданных.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависит от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства баз. Маршрут должен быть рассчитан так, чтобы возможности оборудования были максимально использованы.

Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства (авиа- и автомобилестроение) не могут оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

В курсовом проекте решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий серийного производства.

I. Технологическая часть

1. Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, представленного на рис. 1. Годовая программа выпуска 5000 штук.

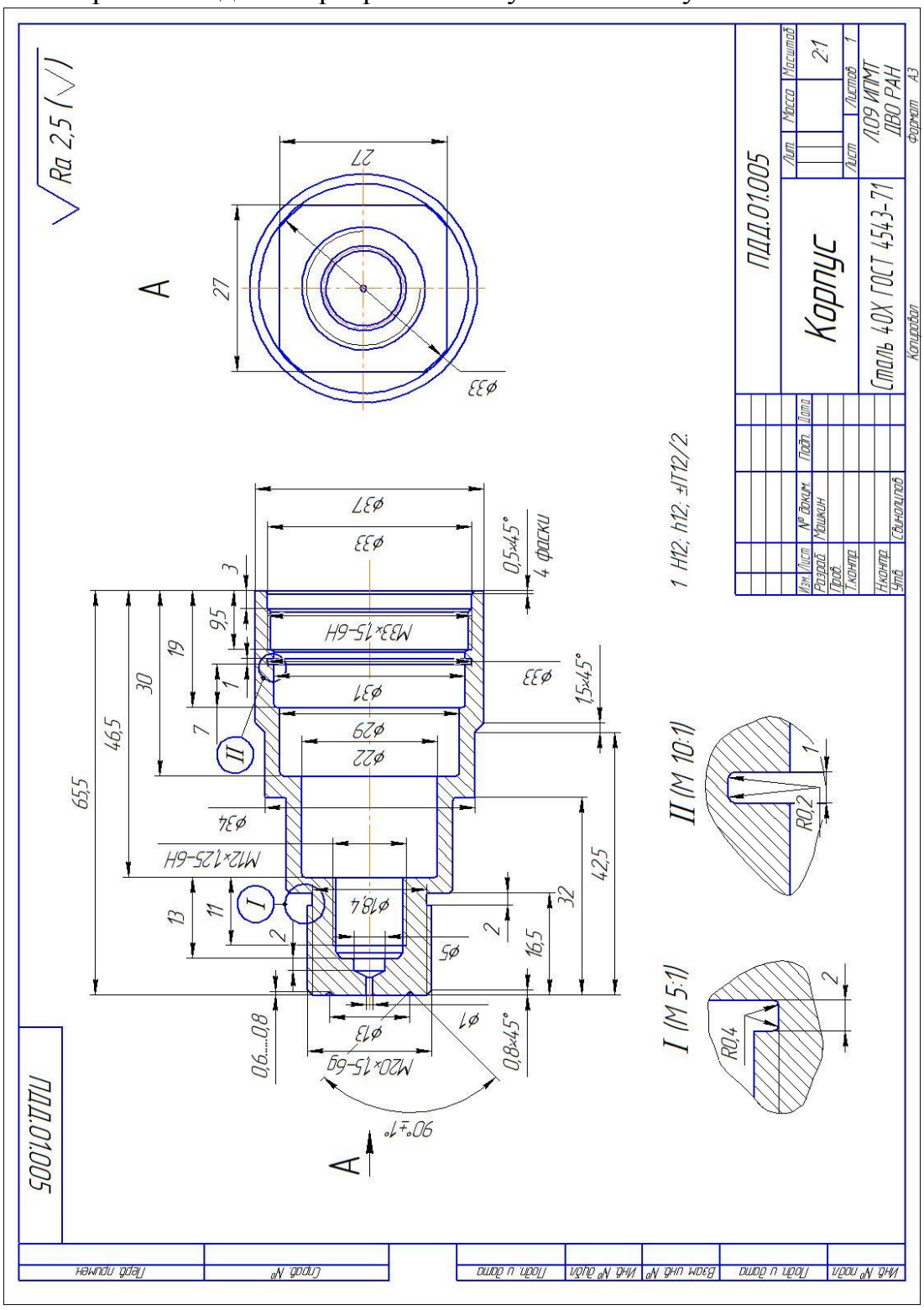


Рис. 1. Чертеж детали

2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – корпус переходной изготовлен из стали 40Х ГОСТ 4543-71, которая легко поддается механической обработке. В качестве заготовки для данной детали применяем прокат, следовательно, уменьшается объем механической обработки, коэффициент использования материала становится выше, уменьшается нагрузка на режущий инструмент, сокращается общее время обработки. Деталь имеет достаточно простую конструкцию, поэтому механическую обработку можно выполнять на универсальных станках и использовать простой инструмент. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется.

Шероховатость поверхностей имеет параметр Ra 2,5, но ряд поверхностей должно иметь параметр любой, Ra 2,5, что требует дополнительной чистовой обработки.

На чертеже указаны требования к биению нет.

Требований к термообработке нет.

С учетом вышесказанного конструкция детали является технологичной.

3.Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [1, стр. 20]:

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

где $t_в$ – такт выпуска детали, мин.;
$T_{ср}$ – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

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

$$t_в = \frac{F_г}{N_г} \quad (2)$$

где $F_г$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;
$N_г$ – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 5 [1, стр. 22] при двусменном режиме работы: $F_г = 4015$ ч.

Тогда:

$$t_r = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4015 * 60}{5000} = 48{,}18 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_{ш.к\,i}}{n}, \quad (3)$$

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

Штучно-калькуляционное время i- ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1, с.173]:

$$T_{ш.к\,i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{oi}, \quad (4)$$

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

Для закоточной (токарные): $\varphi_к$=1,36; для первой операций (токарные с ЧПУ): $\varphi_{к.1}$ = 1,36; для второй операции (токарные с ЧПУ): $\varphi_{к.2}$ = 1,36; Для третьей операции (фрезерные): $\varphi_{к6}$=1,51.

Основное технологическое время первой такарной с ЧПУ операции:

$$T_{шк1} = 0{,}902 \cdot 1{,}36 = 1{,}227 \text{ мин}$$

Основное технологическое время второй такарной с ЧПУ операции

$$T_{шк2} = 2{,}893 \cdot 1{,}36 = 3{,}935 \text{ мин}$$

Основное технологическое время для третьей операции такарной с ЧПУ операции:

$$T_{шк} = 0{,}987 \cdot 1{,}36 = 1{,}518 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (3):

$$T_{ср} = \frac{\sum T_{шi}}{n} = \frac{1{,}227 + 3{,}935 + 1{,}518}{3} = 2{,}227 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле:

$$K_{з,о} = \frac{t_в}{T_{ср}} = \frac{48{,}18}{2{,}227} = 21{,}6$$

Так как $20 < K_{з,о} = 21{,}6 < 40$, то тип производства мелкосерийный.

4. Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали, её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства, выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный.

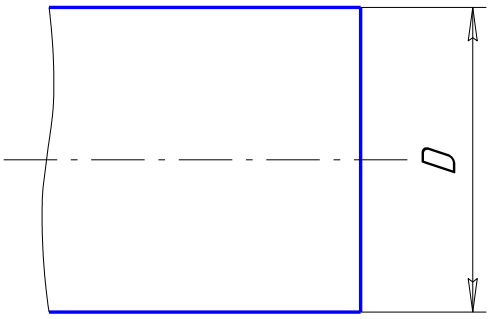
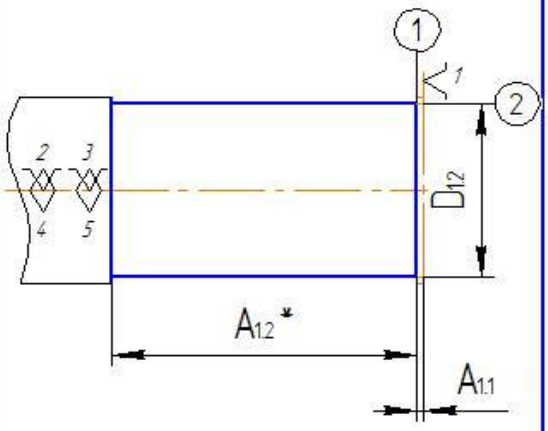
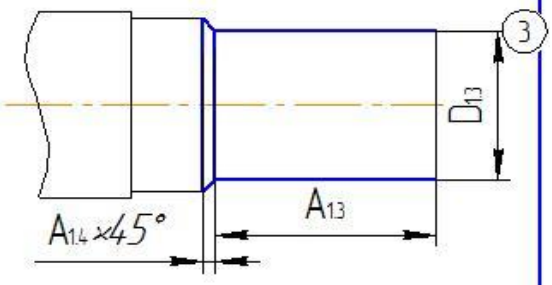
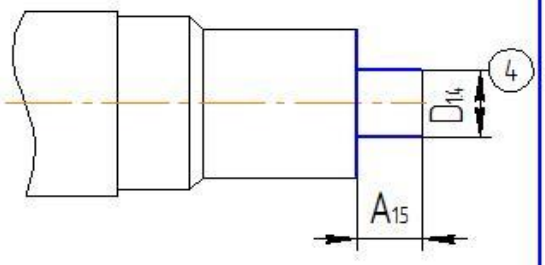
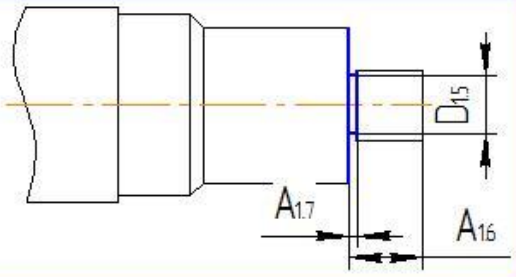
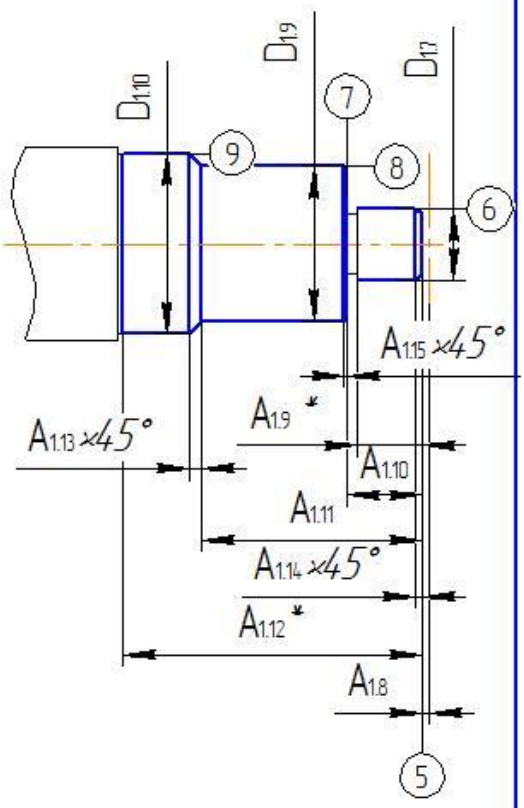
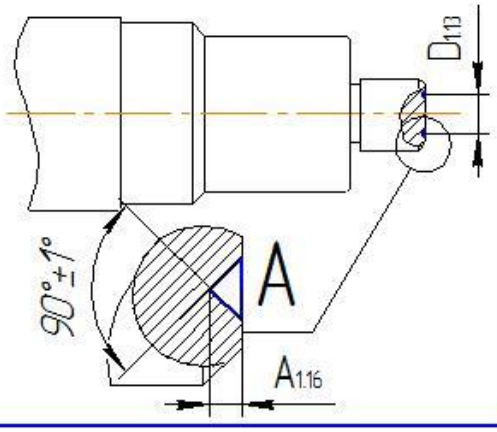
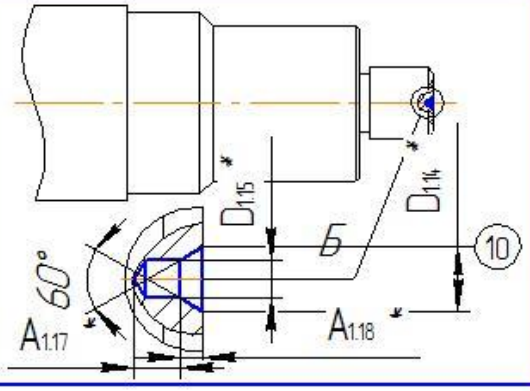
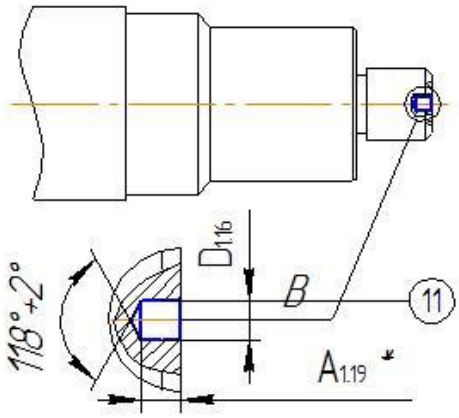
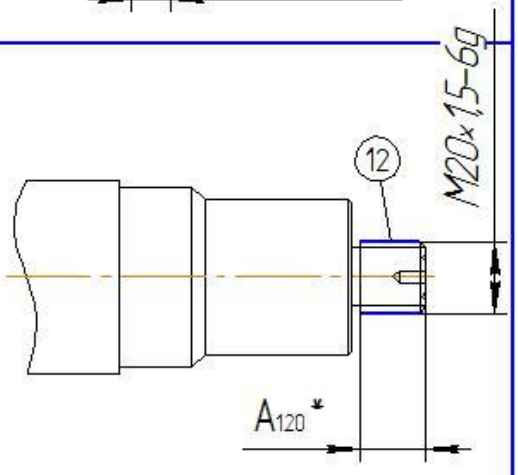
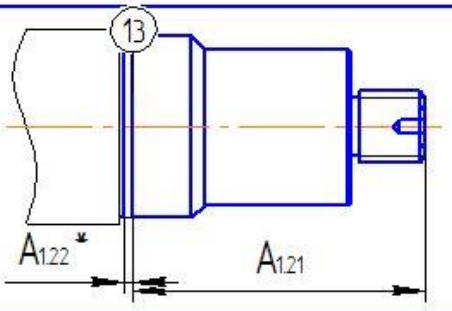


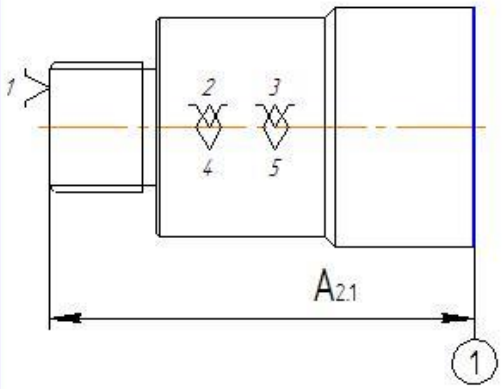
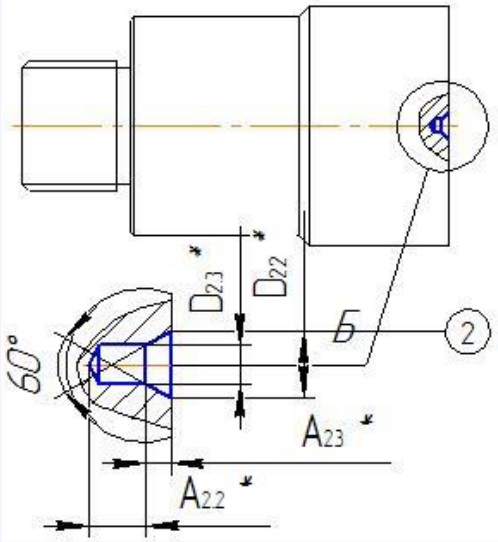
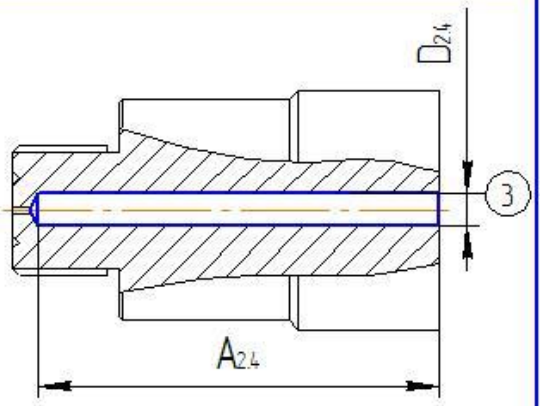
Рис.2 Заготовка

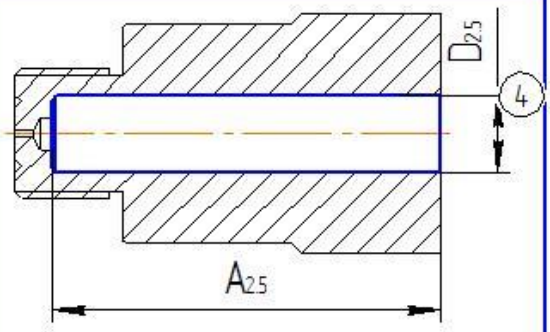
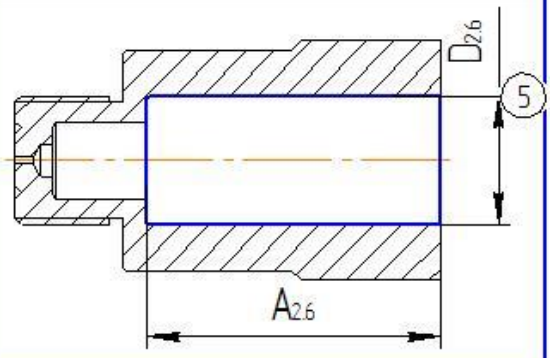
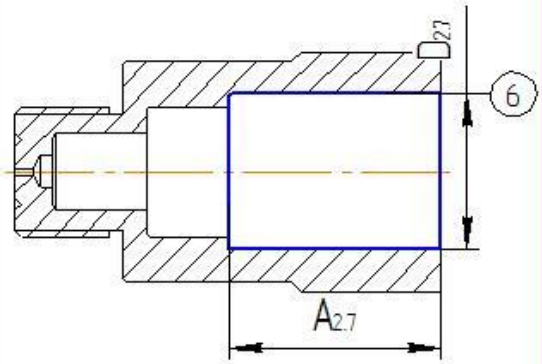
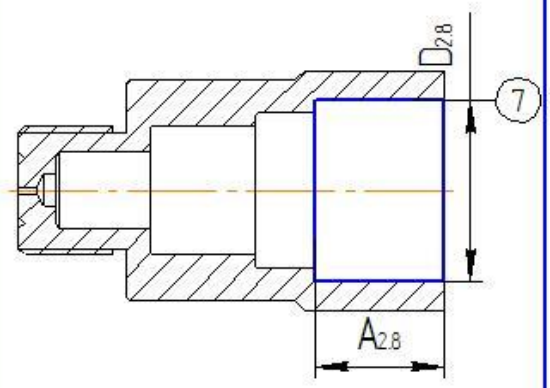
5. Разработка технологии изготовления детали

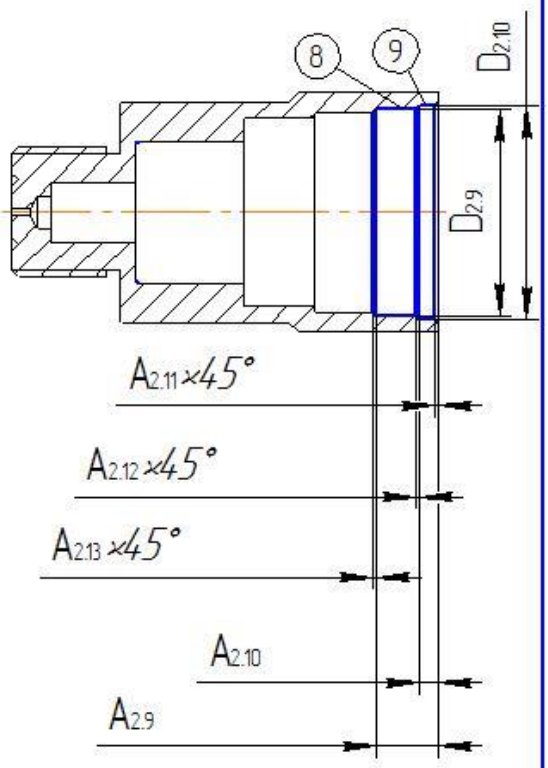
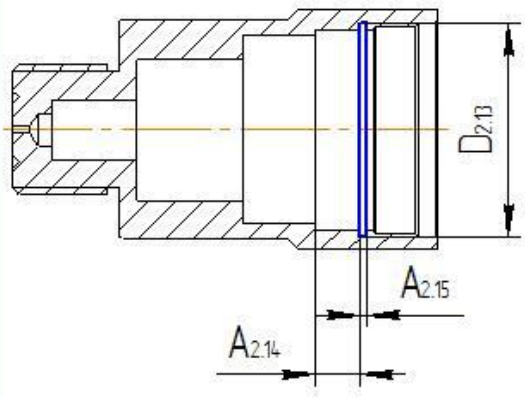
Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
1		Токарная Установить и снять заготовку	
	1	Обточить торец 1, выдерживая размер $A_{1.1}$;	
	2	Обточить повехность 2, выдерживая размеры $A_{1.2}$* и $D_{1.2}$;	
	3	Обточить поверхность 3, выдерживая размеры $A_{1.3}$, $D_{1.3}$ и $A_{1.4} \times 45°$;	
	4	Обточить поверхность 4, выдерживая размеры $A_{1.5}$ и $D_{1.4}$;	

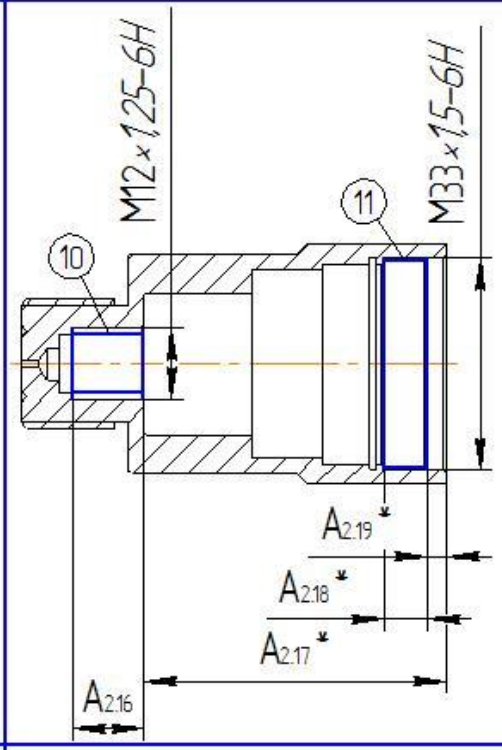
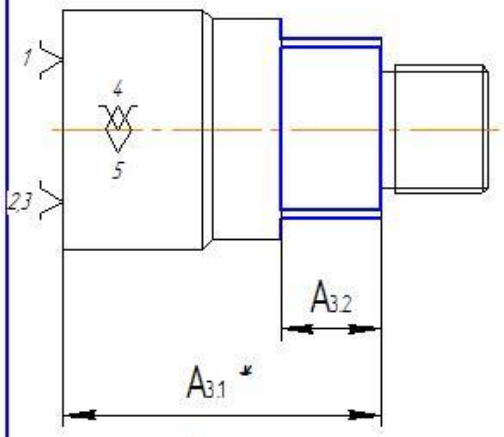
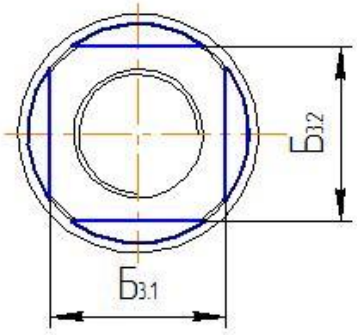
Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
1	5	Обточить канавку, выдерживая размеры $A_{1.6}$, $A_{1.7}$ и $D_{1.5}$;	
	6	Обточить торец 5, выдерживая размер $A_{1.8}$;	
	7	Обточить поверхность 6, выдерживая размеры $A_{1.9}$ * и $D_{1.7}$;	
	8	Обточить торец 7, выдерживая размер $A_{1.10}$;	
	9	Обточить поверхность 8, выдерживая размеры $A_{1.11}$ и $D_{1.9}$;	
	10	Обточить поверхность 9, выдерживая размеры $A_{1.12}$ *, $A_{1.13}$ ×45° и $D_{1.10}$;	
	11	Обточить фаску, выдерживая размер $A_{1.14}$ ×45°;	
	12	Обточить поверхность 9, выдерживая размер $A_{1.15}$ ×45°;	
	13	Обточить канавку, выдерживая размеры $A_{1.16}$, $D_{1.13}$ и угол 90°±1°;	

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
1	14	Центровать отверстие 10, выдерживая размеры $A_{1.17}$ *, $A_{1.18}$ * и $D_{1.14}$ *; $D_{1.15}$ * и угол 60°;	
	15	Сверлить отверстие 11, выдерживая размеры $A_{1.19}$ *, $D_{1.16}$ и угол 118° +2°;	
	16	Нарезать резьбу 12 М20×1,5–6g, выдерживая размер $A_{1.20}$ *;	
	17	Отрезать заготовку 13, выдерживая размер $A_{1.21}$ и $A_{1.22}$ *;	

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
2		Установить и снять заготовку Токарная	
	1	Обточить торец 1, выдерживая размеры $A_{2.1}$;	
	2	Центровать отверстие 2, выдерживая размеры $A_{2.2}^{*}$ и $A_{2.3}^{*}$, $D_{2.2}^{*}$ и $D_{2.3}^{*}$, угол 60°;	
	3	Сверлить отверстие 3, выдерживая размеры $A_{2.4}$ и $D_{2.4}$;	

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
2	4	Сверлить отверстие 4, выдерживая размеры $A_{2.5}$ и $D_{2.5}$;	
	5	Зенкеровать отверстие 5, выдерживая размеры $A_{2.6}$ и $D_{2.6}$;	
	6	Зенкеровать отверстие 6, выдерживая размеры $A_{2.7}$ и $D_{2.7}$;	
	7	Зенкеровать отверстие 7, выдерживая размеры $A_{2.8}$ и $D_{2.8}$;	

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
2	8	Расточить поверхность 8, выдерживая размеры $A_{2.9}$ и $D_{2.9}$;	
	9	Расточить поверхность 9, выдерживая размеры $A_{2.10}$ и $D_{2.10}$;	
	10	Расточить фаску, выдерживая размер $A_{2.11} \times 45°$;	
	11	Расточить фаску, выдерживая размер $A_{2.12} \times 45°$;	
	12	Расточить фаску, выдерживая размер $A_{2.13} \times 45°$;	
	13	Расточить канавку, выдерживая размеры $A_{2.14}$, $A_{2.15}$ и $D_{2.13}$;	

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
2	14	Нарезать резьбу 10, М12×1,25–6Н, выдерживая размер $A_{2.16}$ и $A_{2.17}^{*}$;	
	15	Нарезать резьбу 11, М33×1,5–6Н, выдерживая размер $A_{2.18}^{*}$ и $A_{2.19}^{*}$;	
3		Установить и снять заготовку	
		Фрезерная	
	1	Фрезеровать повехность, выдерживая размеры $A_{3.1}^{*}$ и $A_{3.2}$ $Б_{3.1}$ и $Б_{3.2}$;	

6.Расчет припусков и диаметральных технологических размеров

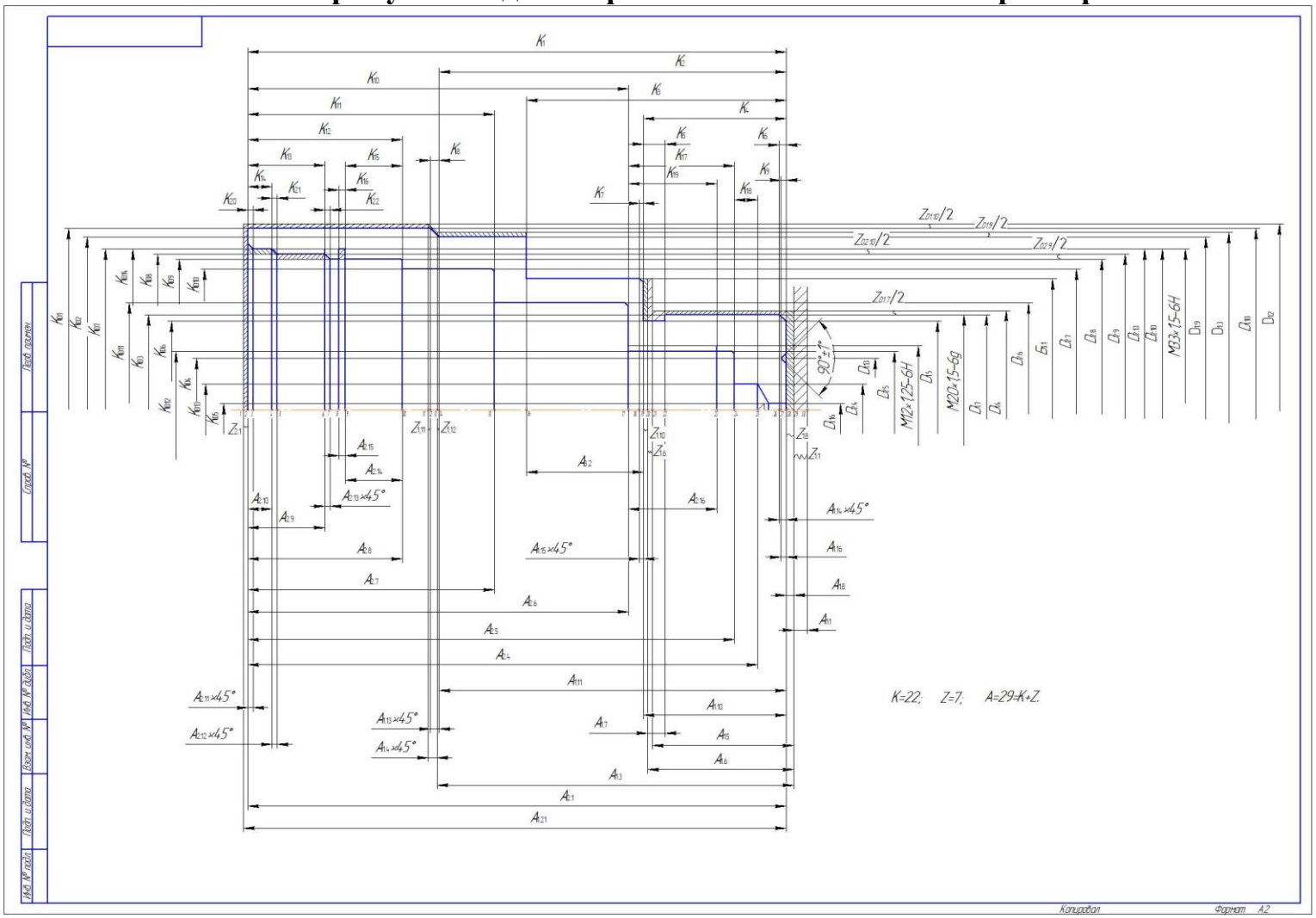
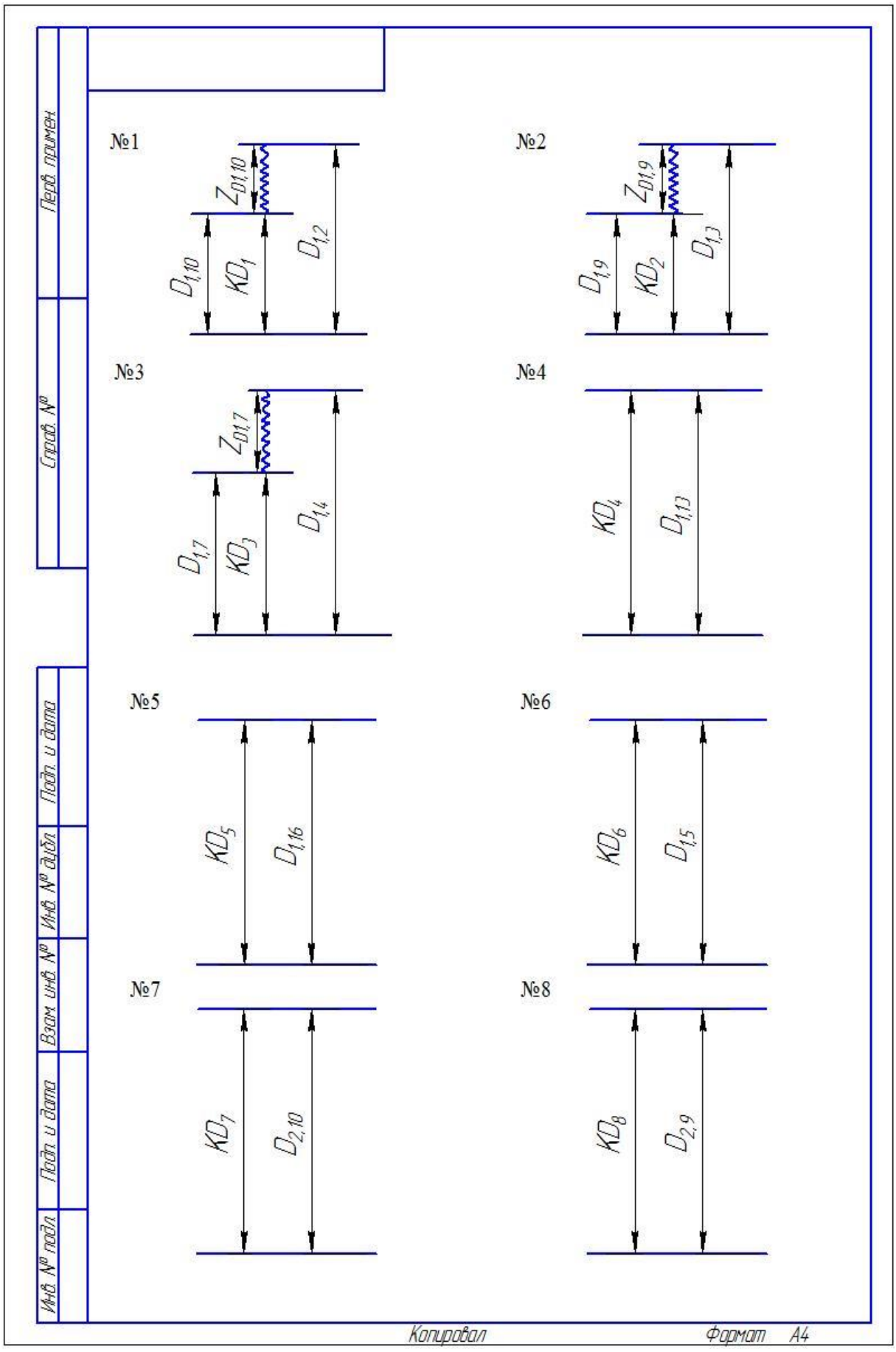


Рис. 3 Размерная схема


№1
$Z_{D1,10}$
$D_{1,10}$
KD_1
$D_{1,2}$
№2
$Z_{D1,9}$
$D_{1,9}$
KD_2
$D_{1,3}$
№3
$Z_{D1,7}$
$D_{1,7}$
KD_3
$D_{1,4}$
№4
KD_4
$D_{1,13}$
№5
KD_5
$D_{1,16}$
№6
KD_6
$D_{1,5}$
№7
KD_7
$D_{2,18}$
№8
KD_8
$D_{2,9}$
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Копировал
Формат А4

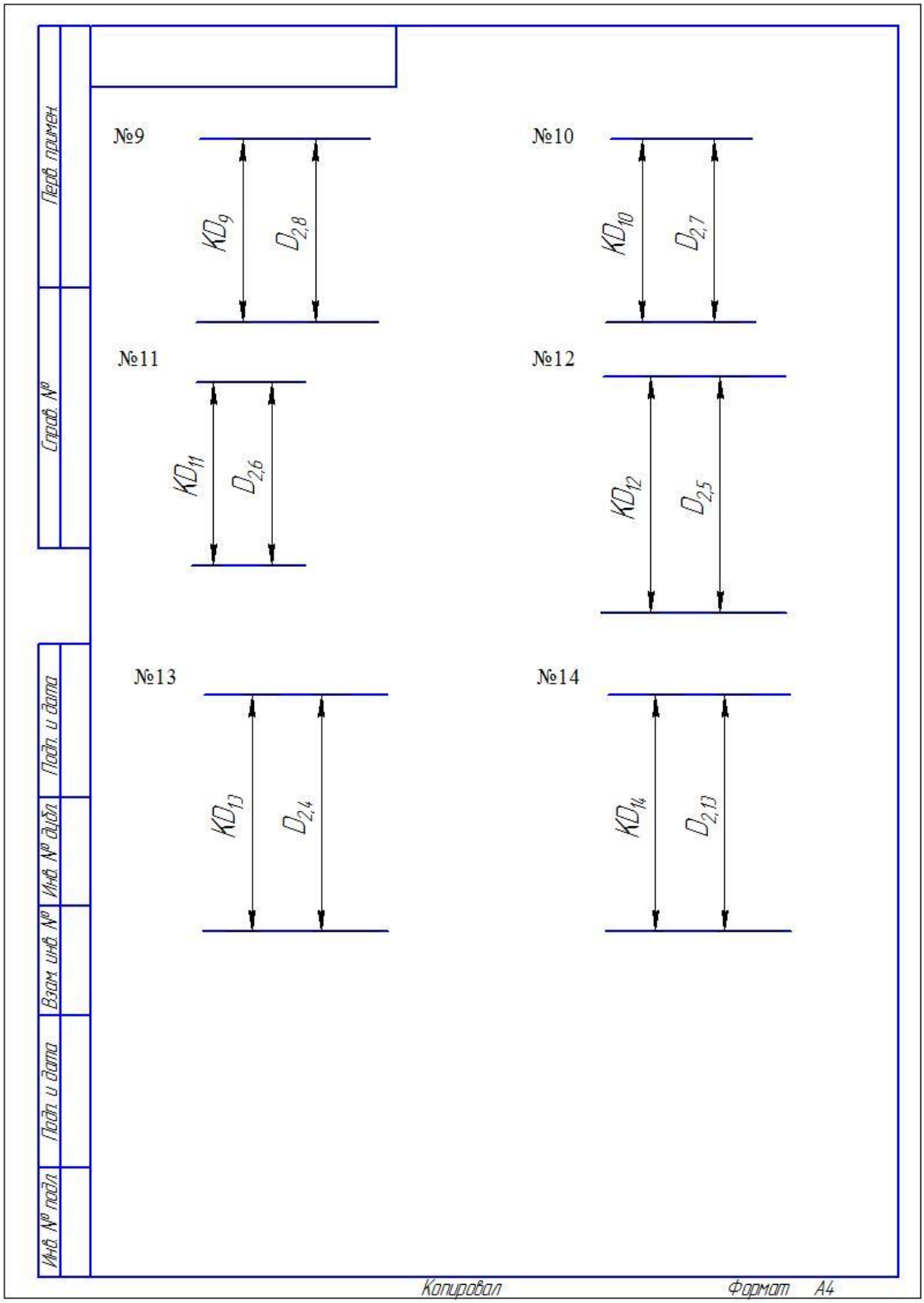


Рис. 4 Технологическая размерная цепь

6.1. Расчет технологических размеров при обработке $Ø37h12\left(_{-0.25}\right)мм$ из цепи № 1.

В этой цепи известно $Д_{1,10} = K_{Д1} = \phi 37h12(_{-0,25})$ *мм.*.

Для этого определяем

$$Д^{c}_{1,10} = Д_{1,10} + \frac{ВОД_{1,10} + НОД_{1,10}}{2} = 37 + \frac{0 - 0,25}{2} = 36,875 \text{ мм}.$$

Звено $Д_{1,10}$ записывается в виде $Д_{1,10} = 36,875 \pm 0,125 мм.$

Допуск звена $Д_{1,2.}$

$$ТД_{1,2} = 0,62 мм.$$

Здесь припуск $Z_{D1,10min}$ определяем по формуле

$$Z_{Д1,10}\min = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho^2_{i-1} + \varepsilon^2_{зi}}) = 2\left(100 + 100 + \sqrt{10^2 + 370^2}\right) = 1,14 \text{ мм}$$

Затем находим

$$Z^{c}_{Д1,10} = Z^{C}_{Д1,10} + \frac{ТД_{1,10} + ТД_{1,2}}{2} = 1,14 + \frac{0,25 + 0,62}{2} = 1,575 \text{ мм}.$$

Подсчитывается среднее значение звена $Д_{1,2.}$

$$Д^{c}_{1,2} = Д^{c}_{1,10} +, Z^{c}_{Д1,10} = 36,875 + 1,575 = 38,45 \text{ мм}.$$

Звено $Д_{1,2.}$ записываем в виде $Д_{1,2} = 38,45 \pm 0,31 = 38,76_{-0,62}$ *мм.*

6.2. Расчет технологических размеров при обработке $Ø34h12\left(_{-0.25}\right)мм$ из цепи № 2.

В этой цепи известно $Д_{1,9} = K_{Д2} = \phi 34h12(_{-0,25})$ *мм.*.

Для этого определяем

$$Д^{c}_{1,9} = Д_{1,9} + \frac{ВОД_{1,9} + НОД_{1,9}}{2} = 34 + \frac{0 - 0,25}{2} = 33,875 \text{ мм}.$$

Звено $Д_{1,9}$ записывается в виде $Д_{1,9} = 33,875 \pm 0,125 мм.$

Допуск звена $Д_{1,3.}$

$$ТД_{1,3} = 0,62 мм.$$

Здесь припуск $Z_{D1,9min}$ определяем по формуле

$$Z_{Д1,9}\min = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho^2_{i-1} + \varepsilon^2_{зi}}) = 2\left(100 + 100 + \sqrt{10^2 + 370^2}\right) = 1,14 \text{ мм}$$

Затем находим

$$Z^{c}_{Д1,9} = Z^{C}_{Д1,9} + \frac{ТД_{1,9} + ТД_{1,3}}{2} = 1,14 + \frac{0,25 + 0,62}{2} = 1,575 \text{ мм}.$$

Подсчитывается среднее значение звена $Д_{1,3.}$

$$Д^{c}_{1,3} = Д^{c}_{1,9} +, Z^{c}_{Д1,9} = 33,875 + 1,575 = 35,45 \text{ мм}.$$

Звено $Д_{1,3.}$ записываем в виде $Д_{1,3} = 35,45 \pm 0,31 = 35,76_{-0,62}$ *мм.*

6.3. Расчет технологических размеров при обработке $Ø20(^{-0,032}_{-0,268})$ *мм* из цепи № 3.

В этой цепи известно $Д_{1,7} = К_{Д3} = \phi 20(^{-0,032}_{-0,268})$ *мм.*.

Для этого определяем

$$Д^{c}_{1,7} = Д_{1,7} + \frac{ВОД_{1,7} + НОД_{1,7}}{2} = 20 + \frac{-0,032\ -0,268}{2} = 19,85\ мм.$$

Звено $Д_{1,9}$ записывается в виде $Д_{1,9} = 33,875 \pm 0,125\ мм.$

Допуск звена $Д_{1,4.}$

$$ТД_{1,4} = 0,52\ мм.$$

Здесь припуск $Z_{D1,7min}$ определяем по формуле

$$Z_{Д1,7}\ \min = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho^2_{i-1} + \varepsilon^2_{зi}}) = 2(\ 100 + 100 + \sqrt{10^2 + 370^2}\ ) = 1,14\ мм.$$

Затем находим

$$Z^{c}_{Д1,7} = Z^{C}_{Д1,7} + \frac{ТД_{1,7} + ТД_{1,4}}{2} = 1,14 + \frac{0,3 + 0,52}{2} = 1,55\ мм.$$

Подсчитывается среднее значение звена $Д_{1,4.}$

$$Д^{c}_{1,4} = Д^{c}_{1,7} +, Z^{c}_{Д1,7} = 19,85 + 1,55 = 21,4\ мм.$$

Звено $Д_{1,4.}$ записываем в виде $Д_{1,4} = 21,4 \pm 0,26 = 21,66_{-0,52}$ *мм.*

6.4. Расчет технологических размеров при обработке $Ø13H12\left(^{+0.18}\right)мм$ из цепи № 4.

В этой цепи известно $Д_{1,13} = К_{Д4} = \phi 13H12\left(^{+0,18}\right)мм.$

6.5. Расчет технологических размеров при обработке $Ø1H12\left(^{+0.1}\right)мм$ из цепи № 5.

В этой цепи известно $Д_{1,16} = К_{Д5} = \phi 1H12\left(^{+0,1}\right)мм.$

6.6. Расчет технологических размеров при обработке $Ø18,4h12\left(_{-0.21}\right)мм$ из цепи № 6.

В этой цепи известно $Д_{1,5} = К_{Д6} = \phi 18,4h12\left(_{-0.21}\right)мм.$

6.7. Расчет технологических размеров при обработке $Ø33H12\left(^{+0.25}\right)мм$ из цепи № 7.

В этой цепи известно $Д_{2,10} = К_{Д7} = \phi 33H12\left(^{+0.25}\right)мм.$

6.8. Расчет технологических размеров при обработке $Ø32\left(^{+0.25}\right)мм$ из цепи № 8.

В этой цепи известно $Д_{2,9} = К_{Д8} = \phi 32\left(^{+0,25}\right) мм.$

6.9. Расчет технологических размеров при обработке $Ø 31H12(^{+0,25})$ *мм* из цепи № 9.

В этой цепи известно $Д_{2,8} = К_{Д9} = \phi 31H12(^{+0,25})$ *мм.*

6.10. Расчет технологических размеров при обработке $Ø 29H12(^{+0,21})$ *мм* из цепи № 10.

В этой цепи известно $Д_{2,7} = К_{Д10} = \phi 29H12(^{+0,21})$ *мм..*

6.11. Расчет технологических размеров при обработке $Ø 22H12(^{+0,21})$ *мм* из цепи № 11.

В этой цепи известно $Д_{2,6} = К_{Д11} = \phi 22H12(^{+0,21})$ *мм.*

6.12. Расчет технологических размеров при обработке $Ø 10,7\left(^{+0,265}\right)$ *мм* из цепи № 12.

В этой цепи известно $Д_{2,5} = К_{Д12} = \phi 10,7\left(^{+0,265}\right) мм.$

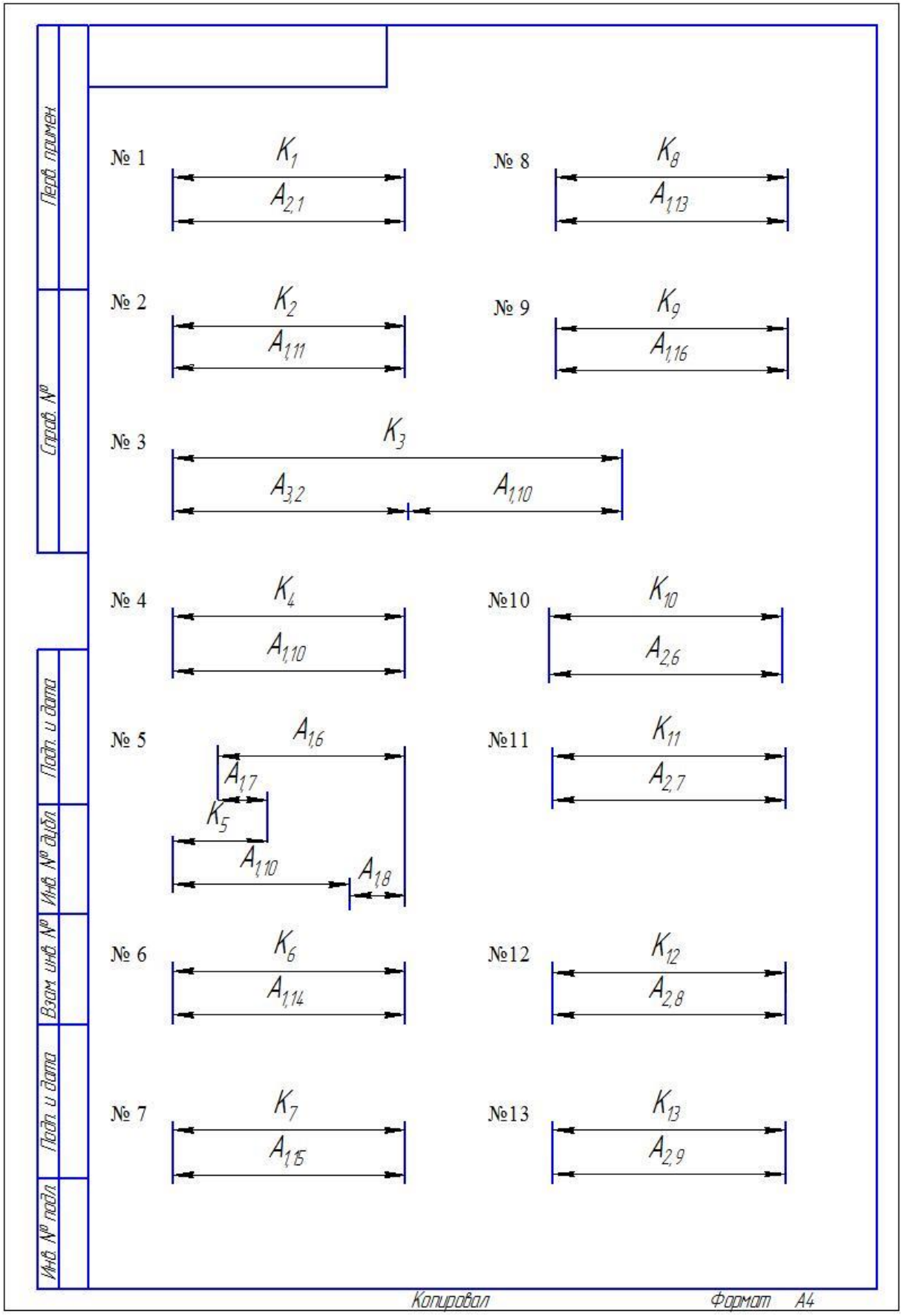
6.13. Расчет технологических размеров при обработке $Ø 5H12\left(^{+0,12}\right)$ *мм* из цепи № 13.

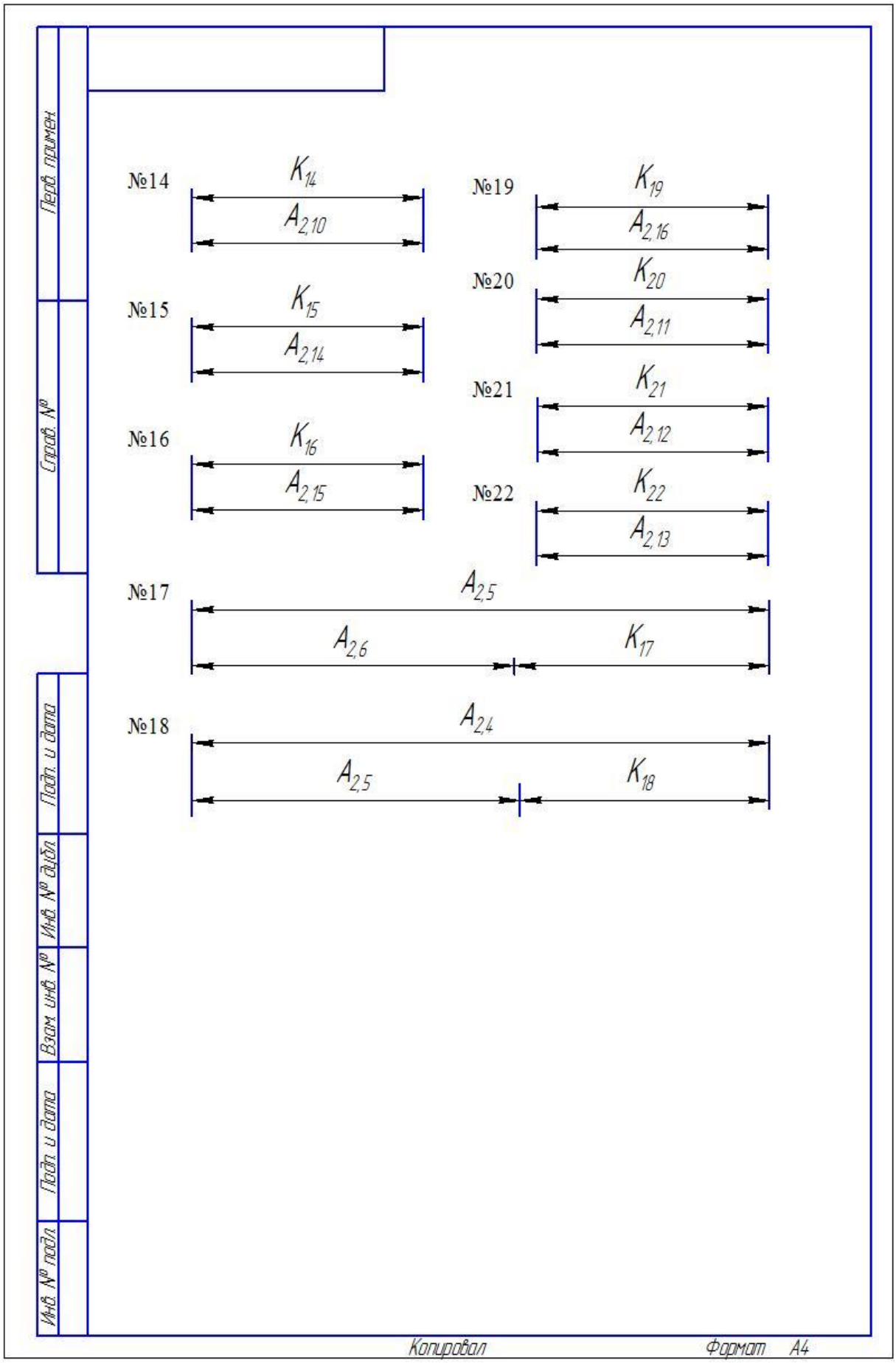
В этой цепи известно $Д_{2,4} = К_{Д13} = \phi 5H12\left(^{+0,12}\right) мм.$

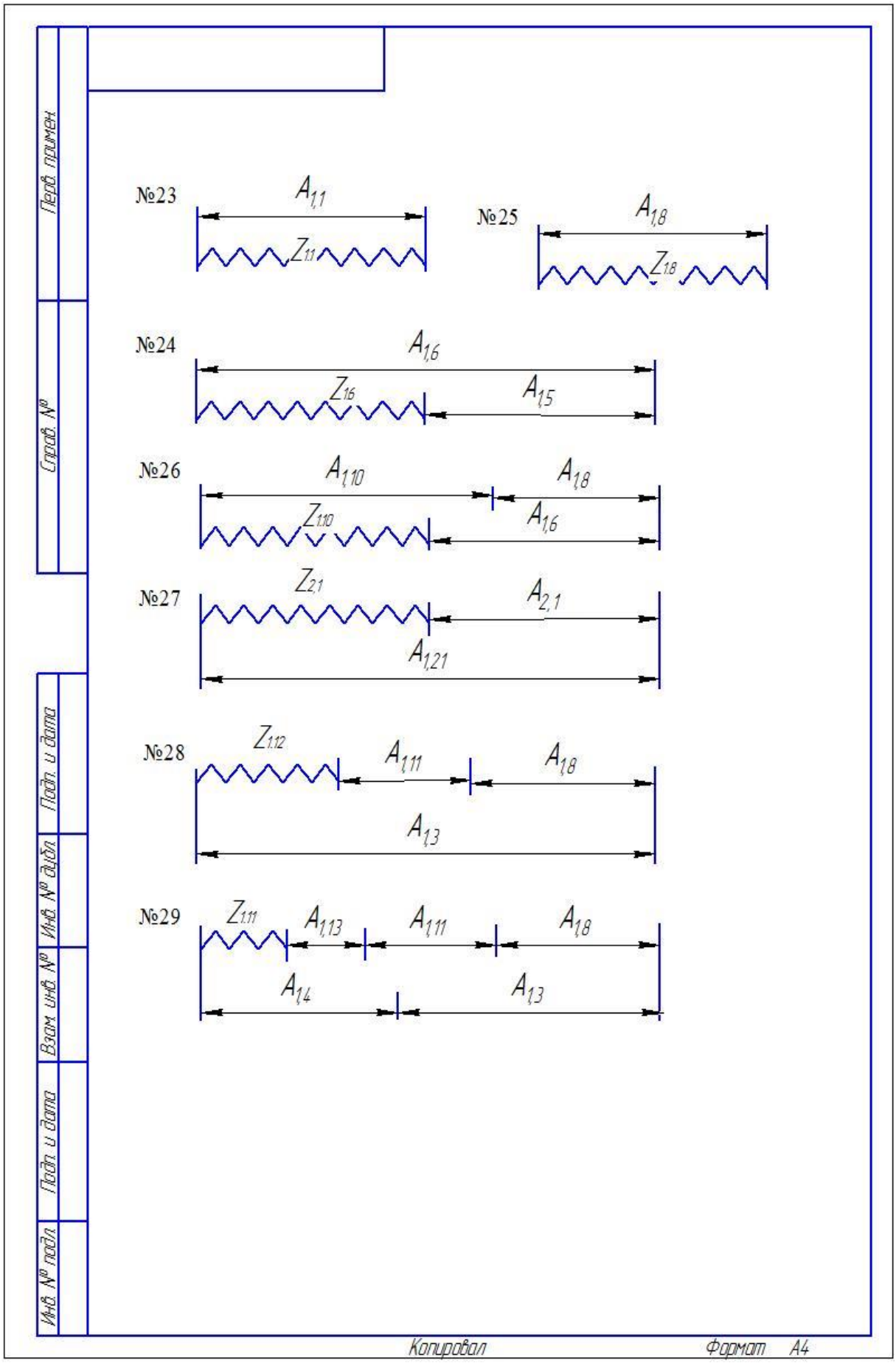
6.14. Расчет технологических размеров при обработке $Ø 33H12\left(^{+0,25}\right)$ *мм* из цепи № 14.

В этой цепи известно $Д_{2,13} = К_{Д14} = \phi 33H12\left(^{+0,25}\right) мм.$

7.Расчет продольных технологических размеров




Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
№14
K_{14}
$A_{2,10}$
№15
K_{15}
$A_{2,14}$
№16
K_{16}
$A_{2,15}$
№19
K_{19}
$A_{2,16}$
№20
K_{20}
$A_{2,11}$
№21
K_{21}
$A_{2,12}$
№22
K_{22}
$A_{2,13}$
№17
$A_{2,5}$
$A_{2,6}$
K_{17}
№18
$A_{2,4}$
$A_{2,5}$
K_{18}
Копировал
Формат А4


№23
$A_{1,1}$
$Z_{1.1}$
№25
$A_{1,8}$
$Z_{1.8}$
№24
$A_{1,6}$
$Z_{1.6}$
$A_{1,5}$
№26
$A_{1,10}$
$A_{1,8}$
$Z_{1.10}$
$A_{1,6}$
№27
$Z_{2,1}$
$A_{2,1}$
$A_{1,21}$
№28
$Z_{1.12}$
$A_{1,11}$
$A_{1,8}$
$A_{1,3}$
№29
$Z_{1.11}$
$A_{1,13}$
$A_{1,11}$
$A_{1,8}$
$A_{1,4}$
$A_{1,3}$
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Копировал
Формат А4

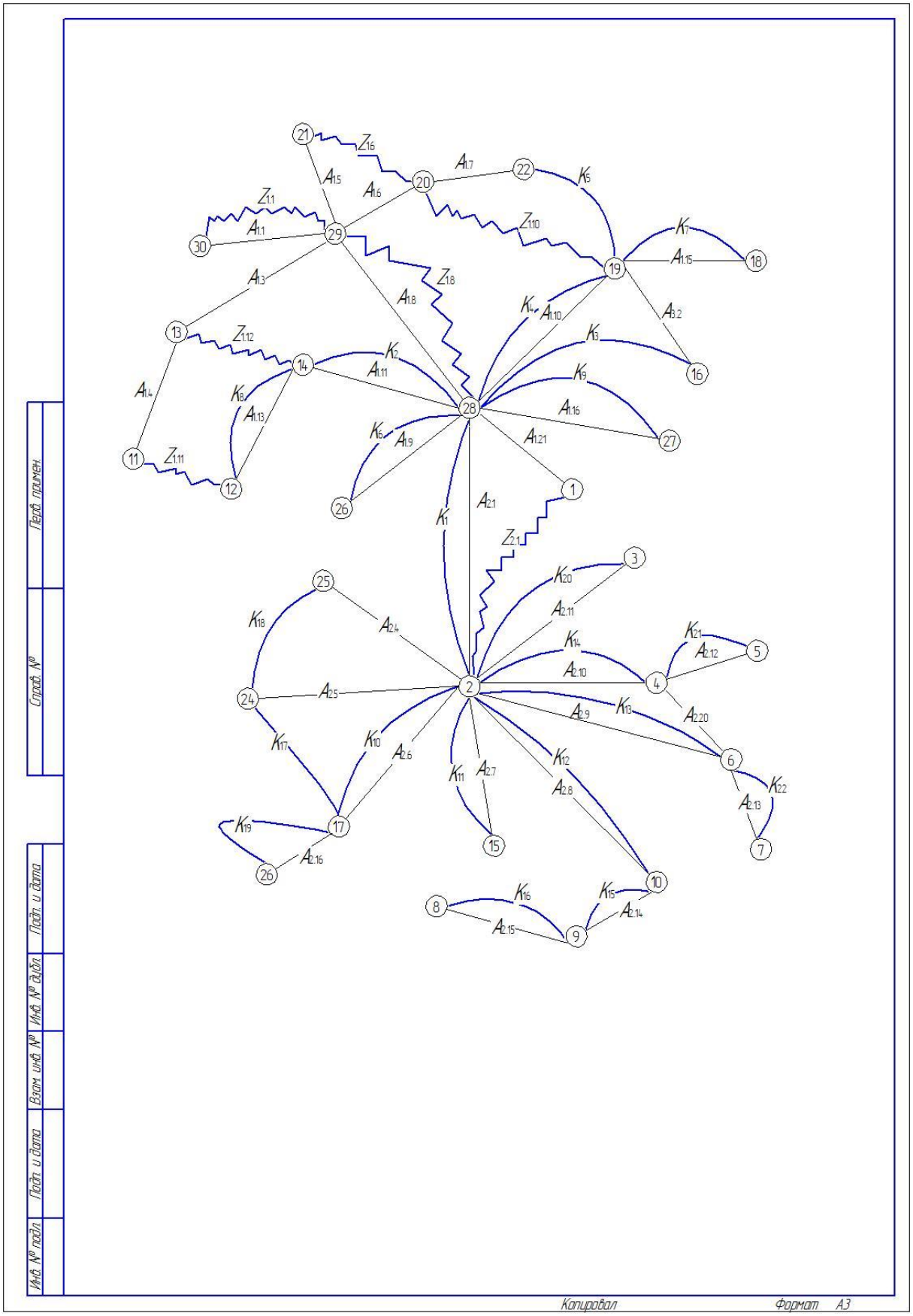


рис.5 размерная цепь

Для расчета строится размерная схема технологического процесса в продольном направлении и граф технологических размерных цепей, облегчающий их выявление.

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

Для размерной цепи № 3(см. рис.5 размерная цепь)

$TK_3 = 0{,}25 \geq 0{,}17 = 0{,}12 + 0{,}05 = TA_{3,2} + TA_{1,10}$.

Для размерной цепи №5(см. рис.5 размерная цепь)

$$TK_5 = 0{,}1 \geq 0{,}09 = \sqrt{0{,}0081} = \sqrt{(0{,}05)^2 + (0{,}05)^2 + (0{,}05)^2 + (0{,}05)^2}$$

$$= \sqrt{(TA_{1,7})^2 + (TA_{1,10})^2 + (TA_{1,8})^2 + (TA_{1,6})^2}$$

Для размерной цепи №17(см. рис.5 размерная цепь)

$$TK_{17} = 0{,}18 \geq 0{,}17 = \sqrt{0{,}0288} = \sqrt{(0{,}12)^2 + (0{,}05)^2} = \sqrt{(TA_{2,6})^2 + (TA_{2,5})^2}$$

Для размерной цепи №18(см. рис.5 размерная цепь)

$TK_{18} = 0{,}1 \geq 0{,}1 = 0{,}05 + 0{,}05 = TA_{2,5} + TA_{2,4}$.

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

Далее нужно рассмотреть двухзвенные размерные цепи № 1, № 2, № 4, № 6, № 7, № 8, № 9, № 10, № 11, № 12, № 13, № 14, № 15, № 16, № 19, № 20, № 21, № 22(см. рис.5 размерная цепь). Из этих цепей имеем:

$A_{2,1} = K_1 = 65{,}5_{-0{,}3}$ *мм*; $A_{1,11} = K_2 = 42{,}5 \pm 0{,}125$ *мм*;

$A_{1,10} = K_4 = 16{,}5 \pm 0{,}025$ *мм*; $A_{1,14} = K_6 = 0{,}8 \pm 0{,}05 \times 45^\circ$ *мм*;

$A_{1,15} = K_7 = 0{,}5 \pm 0{,}05 \times 45^\circ$ *мм*; $A_{1,13} = K_8 = 1{,}5 \pm 0{,}05 \times 45^\circ$ *мм*;

$A_{1,16} = K_9 = 0{,}7 \pm 0{,}1$ *мм*; $A_{2,6} = K_{10} = 46{,}5 \pm 0{,}06$ *мм*;

$A_{2,7} = K_{11} = 30 \pm 0{,}105$ *мм*; $A_{2,8} = K_{12} = 19 \pm 0{,}105$ *мм*;

$A_{2,9} = K_{13} = 9{,}5 \pm 0{,}075$ *мм*; $A_{2,10} = K_{14} = 3 \pm 0{,}05$ *мм*;

$A_{2,14} = K_{15} = 7 \pm 0{,}075$ *мм*; $A_{2,15} = K_{16} = 1 \pm 0{,}05$ *мм*;

$A_{2,16} = K_{19} = 11 \pm 0{,}09$ *мм*; $A_{2,11} = K_{20} = 0{,}5 \pm 0{,}05 \times 45^\circ$ *мм*;

$A_{2,12} = K_{21} = 0{,}5 \pm 0{,}05 \times 45^\circ$ *мм*; $A_{2,13} = K_{22} = 0{,}5 \pm 0{,}05 \times 45^\circ$ *мм*.

Из цепи № 3 (см. рис.5 размерная цепь) найдем технологический размер $A_{3,2}$. Для этого подсчитываем его среднее значение:

$$A^c_{3,2} = K^c_3 - A^c_{1,10} = 32 - 16{,}5 = 15{,}5\ мм$$

Окончательно запишем $A_{3,2} = 15{,}5 \pm 0{,}06\ \ мм$ (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи № 17 (см. рис.5 размерная цепь) найдем технологический размер $A_{2,5}$. Для этого подсчитываем его среднее значение:

$$A^c_{2,5} = K^c_{17} + A^c_{2,6} = 13 + 46{,}5 = 59{,}5\ мм$$

Окончательно запишем $A_{2,5} = 59{,}5 \pm 0{,}05\ \ мм$ (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи № 18 найдем технологический размер $A_{2,4}$. Для этого подсчитываем его среднее значение:

$$A^c_{2,4} = K^c_{18} + A^c_{2,5} = 2 + 59{,}5 = 61{,}5 мм$$

Окончательно запишем $A_{2,4} = 61{,}5 \pm 0{,}15 мм$ (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи № 27 (см. рис.5 размерная цепь) найдем технологический размер $A_{1,21}$. Для этого подсчитываем:

$$Z_{2,1\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{зi} = 50 + 60 + 50 + 420 = 580\ мкм.$$

$$Z^c_{2,1} = Z_{2,1\min} + \frac{TA_{2,1} + TA_{1,21}}{2} = 0{,}58 + \frac{0{,}07 + 0{,}05}{2} = 0{,}64\ мм.$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A^c_{1,21} = A^c_{2,1} + Z^c_{2,1} = 65{,}5 + 0{,}64 = 66{,}14\ мм$$

Предварительно запишем $A_{1,21} = 66{,}14 \pm 0{,}05\ \ мм$. Так как этот размер относится к валам, то примем $A_{1,21} = 66{,}29_{-0{,}3}\ мм$. После округления номинального значения окончательно получим $A_{1,21} = 66{,}3_{-0{,}3}\ мм$.

Из цепи № 23 (см. рис.5 размерная цепь) найдем технологический размер $A_{1,1}$. Совпадающий с припуском $Z_{1,1}$. Для этого подсчитываем:

$$A_{1,1\min} = Z_{1,1\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{зi} = 150 + 100 + 80 + 800 = 1130\ мкм.$$

$$A_{1.1\max} = Z_{1,1\min} + TA_{1,1} = 1{,}13 + 0{,}3 = 1{,}43\ мм.$$

$$A^c_{1,1} = \frac{A_{1,1\max} + A_{1,1\min}}{2} = \frac{1.13 + 1.43}{2} = 1.28\ мм.$$

Окончательно запишем $A_{1,1} = 1{,}28 \pm 0{,}15\ \ мм$ (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи № 25 (см. рис.5 размерная цепь) найдем технологический размер $A_{1,8}$. Совпадающий с припуском $Z_{1,8}$. Для этого подсчитываем:

$$A_{1,8\min} = Z_{1,8\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{зi} = 50 + 60 + 50 = 160 \text{ мкм.}$$

$$A_{1.8\max} = Z_{1,8\min} + TA_{1,8} = 0{,}16 + 0{,}05 = 0{,}21 \text{ мм}$$

$$A^c_{1,8} = \frac{A_{1,8\max} + A_{1,8\min}}{2} = \frac{0{,}16 + 0{,}21}{2} = 0{,}185 \text{ мм.}$$

Окончательно запишем $A_{1,8} = 0{,}185 \pm 0{,}025$ *мм* (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи № 26 (см. рис.5 размерная цепь) найдем технологический размер $A_{1,6}$. Для этого подсчитываем:

$$Z_{1,10\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{зi} = 50 + 60 + 30 = 140 \text{ мкм.}$$

$$Z^c_{1,10} = Z_{1,10\min} + \frac{TA_{1,10} + TA_{1,6}}{2} = 0{,}14 + \frac{0{,}05 + 0{,}05}{2} = 0{,}19 \text{ мм.}$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A^c_{1,6} = A^c_{1,10} + A^c_{1,8} - Z^c_{1,10} = 16{,}5 + 0{,}185 - 0{,}19 = 16{,}495 \text{ мм}$$

Предварительно запишем $A_{1,6} = 16{,}495 \pm 0{,}025$ *мм*. После округления номинального значения окончательно получим $A_{1,6} = 16{,}5 \pm 0{,}025$ *мм* (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи № 24 (см. рис.5 размерная цепь) найдем технологический размер $A_{1,5}$. Для этого подсчитываем:

$$Z_{1,6\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{зi} = 150 + 100 + 100 = 350 \text{ мкм.}$$

$$Z^c_{1,6} = Z_{1,6\min} + \frac{TA_{1,5} + TA_{1,6}}{2} = 0{,}35 + \frac{0{,}05 + 0{,}05}{2} = 0{,}4 \text{ мм.}$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A^c_{1,5} = A^c_{1,6} - Z^c_{1,6} = 16{,}495 + 0{,}4 = 16{,}12 \text{ мм}$$

Предварительно запишем $A_{1,5} = 16{,}095 \pm 0{,}025$ *мм*.После округления номинального значения окончательно получим $A_{1,5} = 16{,}1 \pm 0{,}025$ *мм*. (Размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи № 28 (см. рис.5 размерная цепь) найдем технологический размер $A_{1,3}$. Для этого подсчитываем:

$$Z_{1,12\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{зi} = 50 + 60 + 30 = 140 \text{ мкм.}$$

$$Z^c_{1,12} = Z_{1,12\min} + \frac{TA_{1,11} + TA_{1,13}}{2} = 0{,}14 + \frac{0{,}05 + 0{,}05}{2} = 0{,}19 \text{ мм.}$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A^c_{1,3} = A^c_{1,11} + A^c_{1,8} + Z^c_{1,12} = 42{,}5 + 0{,}185 + 0{,}19 = 42{,}875\ мм$$

Предварительно запишем $A_{1,3} = 42{,}875 \pm 0{,}06$ *мм*. После округления номинального значения окончательно получим $A_{1,3} = 42{,}9 \pm 0{,}06$ *мм*. (Размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи № 29 найдем технологический размер *А1,4*. Для этого подсчитываем:

$$Z_{1,11\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{зi} = 50 + 60 + 30 = 140\ мкм.$$

$$Z^c_{1,11} = Z_{1,11\min} + \frac{TA_{1,13} + TA_{1,14}}{2} = 0{,}14 + \frac{0{,}05 + 0{,}05}{2} = 0{,}19\ мм.$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A^c_{1,4} = A^c_{1,13} + A^c_{1,11} + A^c_{1,8}{}^1 + Z^c_{1,11} - A^c_{1,3} = 1{,}5 + 42{,}5 + 0{,}185 - 42{,}875 = 1{,}31\ мм$$

Предварительно запишем $A_{1,4} = 1{,}31 \pm 0{,}025$ *мм*. После округления номинального значения окончательно получим $A_{1,4} = 1{,}3 \pm 0{,}025$ *мм*. (Размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи № 5 (см. рис.5 размерная цепь) найдем технологический размер *А1,7*. Для этого подсчитываем:

$$A^c_{1,7} = K^c_5 + A^c_{1,6} - A^c_{1,8} - A^c_{1,10} = 2 + 16{,}495 - 0{,}185 - 16{,}5 = 1{,}81\ мм.$$

Окончательно примем $A_{1,7} = 1{,}81 \pm 0{,}06$ *мм* (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

8.Расчет режимов резания

Операция 1 переход 1

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t = Z_{1,1}^{ср} = 1{,}165 \approx 1{,}2$ мм

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,45 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$K_v = K_{мv} \cdot K_{пv} \cdot K_{иv};$$

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

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

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

$$K_v = K_{мv} \cdot K_{пv} \cdot K_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{290}{30^{0{,}2} \cdot 1{,}2^{0{,}15} \cdot 0{,}45^{0{,}35}} \cdot 0{,}9 = 170 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 170}{\pi \cdot 40} = 1354 \text{ об/мин};$$

Операция 1 переход 2

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t = \frac{D_{01}^{ср} - D_{1,1}^{ср}}{2} = \frac{40 - 38{,}45}{2} = 0{,}775 \approx 0{,}8$ мм;

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,45 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$K_v = K_{мv} \cdot K_{пv} \cdot K_{иv};$$

$$К_v = К_{мv} \cdot К_{пv} \cdot К_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 0{,}8^{0,15} \cdot 0{,}45^{0,35}} \cdot 0{,}9 = 182 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 182}{\pi \cdot 38{,}45} = 1507 \text{ об/мин};$$

Операция 1 переход 3

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t = \frac{D_{1,2}^{cp} - D_{1,3}^{cp}}{2} = \frac{38{,}45 - 35{,}45}{2} = 1{,}5$ мм

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,45 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$К_v = К_{мv} \cdot К_{пv} \cdot К_{иv};$$

$$К_v = К_{мv} \cdot К_{пv} \cdot К_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 1{,}5^{0,15} \cdot 0{,}45^{0,35}} \cdot 0{,}9 = 165 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 165}{\pi \cdot 35{,}45} = 1478 \text{ об/мин};$$

Операция 1 переход 4

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t = \frac{D_{1,3}^{cp} - D_{1,4}^{cp}}{2} = \frac{35{,}45 - 21{,}4}{2} = 7{,}025 \approx 7$ мм;

2 рабочего хода $t_1 = 4$ мм $\quad t_2 = 3$ мм

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

$s_1 = 0{,}3$ мм/об $\quad s_2 = 0{,}4$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.
Значения коэффициентов: C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35 – определены по таблице 17 [2, с.367].
Коэффициент Kv:

$$К_v = K_{мv} \cdot К_{пv} \cdot K_{иv};$$

$$К_{v1} = K_{мv} \cdot К_{пv} \cdot K_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

$$К_{v2} = K_{мv} \cdot К_{пv} \cdot K_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v_1 = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0{,}3^{0,35}} \cdot 0{,}9 = 164 \text{ м/мин};$$

$$v_1 = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0{,}4^{0,35}} \cdot 0{,}9 = 154 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 164}{\pi \cdot 27{,}45} = 1903 \text{ об/мин};$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 154}{\pi \cdot 21{,}4} = 2300 \text{ об/мин};$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания. Для расчета используем наиболее нагруженный переход 4 и формулу:

$$P_z = 10 C_p t^X S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с.372]: Ср=300, x=1, y=0,75, n=-0,15.

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.375]: Kmp = 0,5, Kφp = 0,89, Kγp = 1, Kλp = 1.

$$K_p = 0{,}5 * 0{,}89 * 1 * 1 = 0{,}445$$

Силы резания:

$$P_{z1} = 10 * 300 * 4^{1,0} * 0{,}3^{0,75} * 164^{-0,15} * 0{,}445 = 1006 \text{ Н}$$

$$P_{z2} = 10 * 300 * 3^{1,0} * 0{,}4^{0,75} * 154^{-0,15} * 0{,}445 = 944 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_1 = P_{z1} \cdot V = \frac{1006 * 164}{60} \text{ Вт} = 2750 \text{ Вт} = 2{,}75 \text{ кВт}.$$

$$N_2 = P_{z2} \cdot V = \frac{944 * 154}{60} \text{Вт} = 2423 \text{ Вт} = 2{,}423 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр1} = \frac{N_1}{\eta} = \frac{2{,}75}{0{,}75} = 3{,}7 \text{ кВт};$$

$$N_{пр2} = \frac{N_2}{\eta} = \frac{2{,}423}{0{,}75} = 3{,}2 \text{ кВт};$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант η = 0,75.

$$N_{\text{пр}} = 3{,}7 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 11 \text{ кВт}.$$

Операция 1 переход 5

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К10.

Подача по таблице 15 [2, с.366] для данной глубины резания:

S = 0,12 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 47; m = 0,20; y = 0,8 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент Kv:

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v};$$

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}4 = 1{,}26;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{47}{30^{0,2} \cdot 0{,}12^{0,8}} \cdot 1{,}26 = 164 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\text{n} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 164}{\pi \cdot 18{,}4} = 2848 \text{ об/мин};$$

Операция 1 переход 6

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: t= $0{,}185 \approx 0{,}2$ мм;

Подача по таблице 14 [2, с.366] для данной глубины резания:

S = 0,144 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 350; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,2 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент Kv:

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v};$$

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$\text{v} = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,2^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 0,9 = 320\,\text{м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\text{n} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 320}{\pi \cdot 21,4} = 4650\,\text{об/мин};$$

Операция 1 переход 7

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $\text{t} = \frac{\text{D}_{1,4}^{ср} - D_{1,7}^{ср}}{2} = \frac{21.4 - 19,85}{2} = 0,775 \approx 0,78$ мм;

Подача по таблице 14 [2, с.366] для данной глубины резания:

S = 0,144 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 350; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,2 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{п}\text{v}} \cdot K_{\text{и}\text{v}};$$

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{п}\text{v}} \cdot K_{\text{и}\text{v}} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

Скорость резания:

$$\text{v} = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,78^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 0,9 = 274\,\text{м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\text{n} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 274}{\pi \cdot 20} = 4366\,\text{об/мин};$$

Операция 1 переход 8

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $\text{t} = 0,19 \approx 0,2$ мм;

Подача по таблице 14 [2, с.366] для данной глубины резания:

S = 0,144 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 350; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,2 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент Kv:

$$К_v = К_{мv} \cdot К_{пv} \cdot К_{иv};$$

$$К_v = К_{мv} \cdot К_{пv} \cdot К_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0{,}2} \cdot 0{,}2^{0{,}15} \cdot 0{,}144^{0{,}2}} \cdot 0{,}9 = 332 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 332}{\pi \cdot 35{,}45} = 2985 \text{ об/мин};$$

Операция 1 переход 9

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t = \frac{D_{1,3}^{ср} - D_{1,9}^{ср}}{2} = \frac{35{,}45 - 33{,}875}{2} = 0{,}7875 \approx 0{,}79$ мм;

Подача по таблице 14 [2, с.366] для данной глубины резания:

S = 0,144 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 350; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,2 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент Kv:

$$К_v = К_{мv} \cdot К_{пv} \cdot К_{иv};$$

$$К_v = К_{мv} \cdot К_{пv} \cdot К_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0{,}2} \cdot 0{,}79^{0{,}15} \cdot 0{,}144^{0{,}2}} \cdot 0{,}9 = 274 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 274}{\pi \cdot 34} = 2568 \text{ об/мин};$$

Операция 1 переход 10

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t = \frac{D_{1,2}^{ср} - D_{1,10}^{ср}}{2} = \frac{38{,}45 - 36{,}875}{2} = 0{,}7875 \approx 0{,}79$ мм;

Подача по таблице 14 [2, с.366] для данной глубины резания:

S = 0,144 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.
Значения коэффициентов: C_V = 350; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,2 – определены по таблице 17 [2, с.367].
Коэффициент Kv:

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v};$$

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$\text{v} = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0{,}79^{0,15} \cdot 0{,}144^{0,2}} \cdot 0{,}9 = 274 \,\text{м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\text{n} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 274}{\pi \cdot 37} = 2360 \,\text{об/мин};$$

Операция 1 переход 11

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.
Глубина резания: t= 0,8 мм;
Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:
S = 0,45 мм/об
Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.
Значения коэффициентов: C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35 – определены по таблице 17 [2, с.367].
Коэффициент Kv:

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v};$$

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$\text{v} = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 0{,}8^{0,15} \cdot 0{,}45^{0,35}} \cdot 0{,}9 = 180 \,\text{м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\text{n} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 180}{\pi \cdot 20} = 2866 \,\text{об/мин};$$

Операция 1 переход 12

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.
Глубина резания: t= 0,5 мм;

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,45 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$К_v = K_{мv} \cdot К_{пv} \cdot K_{иv};$$

$$К_v = K_{мv} \cdot К_{пv} \cdot K_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 0{,}5^{0,15} \cdot 0{,}45^{0,35}} \cdot 0{,}9 = 194 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 194}{\pi \cdot 34} = 1817 \text{ об/мин};$$

Операция 1 переход 13

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: t= 0,7 мм;

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,45 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$К_v = K_{мv} \cdot К_{пv} \cdot K_{иv};$$

$$К_v = K_{мv} \cdot К_{пv} \cdot K_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 0{,}7^{0,15} \cdot 0{,}45^{0,35}} \cdot 0{,}9 = 184 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 184}{\pi \cdot 13} = 4500 \text{ об/мин};$$

Операция 1 переход 15

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Р6М5.

Глубина резания: $t = \frac{D_{1,16}^{ср}}{2} = \frac{1}{2} = 0{,}5$ мм;

Подача по таблице 35 [2, с.381] для данной глубины резания:

S = 0,13 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=15 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 7; q=0,4; m = 0,20; y = 0,7 – определены по таблице 38 [2, с.383].

Коэффициент K_V:

$$K_v = K_{мv} \cdot K_{пv} \cdot K_{lv};$$

$$K_v = K_{мv} \cdot K_{пv} \cdot K_{lv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}6 = 0{,}54;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{7 \cdot 1^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0{,}13^{0,7}} \cdot 0{,}54 = 13 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 13}{\pi \cdot 1} = 4140 \text{ об/мин};$$

Операция 1 переход 16

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: t= 0,8 мм;

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,45 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 244; m = 0,20; x = 0,23; y = 0,30 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$K_v = K_{мv} \cdot K_{пv} \cdot K_{иv};$$

$$K_v = K_{мv} \cdot K_{пv} \cdot K_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{244}{30^{0,2} \cdot 0{,}8^{0,23} \cdot 0{,}45^{0,30}} \cdot 0{,}9 = 148 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\text{n} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 148}{\pi \cdot 18{,}4} = 2516\,\text{об/мин};$$

Операция 1 переход 17

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К10.

Отрезать заготовку.

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,12 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 47; m = 0,20; y = 0,8 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v};$$

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}4 = 1{,}26;$$

Скорость резания:

$$\text{v} = \frac{47}{30^{0{,}2} \cdot 0{,}12^{0{,}8}} \cdot 1{,}26 = 164\,\text{м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\text{n} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 164}{\pi \cdot 37} = 1412\,\text{об/мин};$$

Операция 2 переход 1

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: t= $Z_{2,1}^{\text{ср}} = 0{,}64 \approx 0{,}7$ мм;

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,144 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 350; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,20 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v};$$

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,7^{0,15} \cdot 0,144^{0,20}} \cdot 0,9 = 274 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 274}{\pi \cdot 37} = 2360 \text{ об/мин};$$

Операция 2 переход 3

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Р6М5.

Глубина резания: $t = \frac{D_{2,4}^{cp}}{2} = \frac{5}{2} = 2,5$ мм;

Подача по таблице 35 [2, с.381] для данной глубины резания:

S = 0,13 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=15 мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 7$; q=0,4; m = 0,20; y = 0,7 – определены по таблице 38 [2, с.383].

Коэффициент K_V:

$$K_v = K_{мv} \cdot K_{пv} \cdot K_{иv};$$

$$K_v = K_{мv} \cdot K_{пv} \cdot K_{иv} = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 0,54;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{7 \cdot 5^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,54 = 18 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 29}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 18}{\pi \cdot 5} = 1156 \text{ об/мин};$$

Операция 2 переход 4

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Р6М5.

Глубина резания: $t = \frac{D_{2,5}^{cp} - D_{2,4}^{cp}}{2} = \frac{10,7-5}{2} = 2,85$ мм;

Подача по таблице 35 [2, с.381] для данной глубины резания:

S = 0,15 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=25 мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 16,2$; x=0,2; q=0,4; m = 0,2; y = 0,5 – определены по таблице 39 [2, с.383].

Коэффициент Kv:

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v};$$

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}7 = 0{,}63;$$

Скорость резания:

$$\text{v} = \frac{16{,}2 \cdot 10{,}7^{0{,}4}}{25^{0{,}2} \cdot 0{,}15^{0{,}5} \cdot 2{,}85^{0{,}2}} \cdot 0{,}63 = 45 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\text{n} = \frac{1000 \cdot \text{v}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 45}{\pi \cdot 10{,}7} = 1350 \text{ об/мин};$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную окружную силу резания. Главная окружная сила резания, Н, формула:

$$P_o = 10 C_p D^q t^x S^y K_p;$$

Крутящий момент по формуле:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q t^x S^y K_p;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42 [2, с.385]:
Для силы: Ср=67; x=1.2; y=0,65.
Для крутящего момента: См=0,09; q=1,0; x=0.9; y=0,8.
Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 2{,}85^{1{,}2} \cdot 0{,}15^{0{,}65} \cdot 0{,}22 = 150 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0{,}09 \cdot 10{,}7^{1{,}0} \cdot 2{,}85^{0{,}9} \cdot 0{,}15^{0{,}8} \cdot 0{,}22 = 1{,}2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность резания:

$$N = P_0 \cdot V = \frac{150 \cdot 45}{60} \text{ Вт} = 112{,}5 \text{ Вт} = 0{,}1125 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0{,}1125}{0{,}75} = 0{,}15 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант η = 0,75.

$$N_{\text{пр}} = 0{,}15 < N_{\text{ст}} = 11.$$

Операция 2 переход 5

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Р6М5.

Глубина резания: $\text{t} = \frac{\text{D}_{2,6}^{cp} - D_{2,5}^{cp}}{2} = \frac{22 - 10{,}7}{2} = 5{,}65\text{мм};$

Подача по таблице 36 [2, с.382] для данной глубины резания:

S = 0,3 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=50 мин – определены по таблице 40 [2, с.384].
Значения коэффициентов: C_V = 16,3; x=0,2; q=0,3; m = 0,3; y = 0,5 – определены по таблице 39 [2, с.383].
Коэффициент Kv:

$$\mathrm{K}_v = K_{\mathrm{м}v} \cdot \mathrm{K}_{\mathrm{п}v} \cdot K_{\mathrm{и}v};$$

$$\mathrm{K}_v = K_{\mathrm{м}v} \cdot \mathrm{K}_{\mathrm{п}v} \cdot K_{\mathrm{и}v} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}0 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$\mathrm{v} = \frac{16{,}3 \cdot 22^{0{,}3}}{50^{0{,}3} \cdot 0{,}3^{0{,}5} \cdot 5{,}65^{0{,}2}} \cdot 0{,}9 = 15 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\mathrm{n} = \frac{1000 \cdot \mathrm{v}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 15}{\pi \cdot 22} = 217 \text{ об/мин};$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную окружную силу резания. Главная окружная сила резания, Н, формула:

$$P_o = 10 C_p D^q t^x S^y K_p;$$

Крутящий момент по формуле:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q t^x S^y K_p;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42 [2, с.385]:
Для силы: Ср=67; x=1.2; y=0,65.
Для крутящего момента: См=0,09; q=1,0; x=0.9; y=0,8.
Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 5{,}65^{1{,}2} \cdot 0{,}3^{0{,}65} \cdot 0{,}22 = 535 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{\mathrm{кр}} = 10 \cdot 0{,}09 \cdot 22^{1{,}0} \cdot 5{,}65^{0{,}9} \cdot 0{,}3^{0{,}8} \cdot 0{,}22 = 7{,}7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность резания:

$$N = P_0 \cdot V = \frac{535 \cdot 15}{60} \text{ Вт} = 130 \text{ Вт} = 0{,}13 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\mathrm{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0{,}13}{0{,}75} = 0{,}17 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант η = 0,75.

$$N_{\mathrm{пр}} = 0{,}17 < N_{\mathrm{ст}} = 11.$$

Операция 2 переход 6

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Р6М5.

Глубина резания: $\mathrm{t} = \frac{\mathrm{D}_{2,7}^{cp} - D_{2,6}^{cp}}{2} = \frac{29-22}{2} = 3{,}5$мм;

Подача по таблице 36 [2, с.382] для данной глубины резания:

S = 0,3 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=50 мин – определены по таблице 40 [2, с.384].

Значения коэффициентов: C_V = 16,3; x=0,2; q=0,3; m = 0,3; y = 0,5 – определены по таблице 39 [2, с.383].

Коэффициент Kv:

$$\mathrm{K}_v = K_{\mathrm{м}v} \cdot \mathrm{K}_{\mathrm{п}\mathrm{v}} \cdot K_{\mathrm{и}\mathrm{v}};$$

$$\mathrm{K}_v = K_{\mathrm{м}v} \cdot \mathrm{K}_{\mathrm{п}\mathrm{v}} \cdot K_{\mathrm{и}\mathrm{v}} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}0 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$\mathrm{v} = \frac{16{,}3 \cdot 29^{0{,}3}}{50^{0{,}3} \cdot 0{,}3^{0{,}5} \cdot 3{,}5^{0{,}2}} \cdot 0{,}9 = 24 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\mathrm{n} = \frac{1000 \cdot \mathrm{v}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 24}{\pi \cdot 29} = 264 \text{ об/мин};$$

Операция 2 переход 7

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Р6М5.

Глубина резания: $\mathrm{t} = \frac{\mathrm{D}_{2,8}^{cp} - D_{2,7}^{cp}}{2} = \frac{31-29}{2} = 1$мм;

Подача по таблице 36 [2, с.382] для данной глубины резания:

S = 0,3 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=50 мин – определены по таблице 40 [2, с.384].

Значения коэффициентов: C_V = 16,3; x=0,2; q=0,3; m = 0,3; y = 0,5 – определены по таблице 39 [2, с.383].

Коэффициент Kv:

$$\mathrm{K}_v = K_{\mathrm{м}v} \cdot \mathrm{K}_{\mathrm{п}\mathrm{v}} \cdot K_{\mathrm{и}\mathrm{v}};$$

$$\mathrm{K}_v = K_{\mathrm{м}v} \cdot \mathrm{K}_{\mathrm{п}\mathrm{v}} \cdot K_{\mathrm{и}\mathrm{v}} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}0 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$\mathrm{v} = \frac{16{,}3 \cdot 31^{0{,}3}}{50^{0{,}3} \cdot 0{,}3^{0{,}5} \cdot 1{,}0^{0{,}2}} \cdot 0{,}9 = 32 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\mathrm{n} = \frac{1000 \cdot \mathrm{v}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 32}{\pi \cdot 31} = 331 \text{ об/мин};$$

Операция 2 переход 8

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t=\frac{D_{2,9}^{ср}-D_{2,8}^{ср}}{2}=\frac{32,1-31,125}{2}=0,48\approx 0,5$мм;

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,144 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 350; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,20 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$K_v=K_{мv}\cdot K_{пv}\cdot K_{иv};$$

$$K_v=K_{мv}\cdot K_{пv}\cdot K_{иv}=1\cdot 0,9\cdot 1=0,9;$$

Скорость резания:

$$v=\frac{350}{30^{0,2}\cdot 0,5^{0,15}\cdot 0,144^{0,2}}\cdot 0,9=289\ м/мин;$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n=\frac{1000\cdot v}{\pi\cdot d}=\frac{1000\cdot 289}{\pi\cdot 32,1}=2868\ об/мин;$$

Операция 2 переход 9

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t=\frac{D_{2,10}^{ср}-D_{2,9}^{ср}}{2}=\frac{33,125-32,1}{2}=0,51\approx 0,5$мм;

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,144 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 350; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,20 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$K_v=K_{мv}\cdot K_{пv}\cdot K_{иv};$$

$$K_v=K_{мv}\cdot K_{пv}\cdot K_{иv}=1\cdot 0,9\cdot 1=0,9;$$

Скорость резания:

$$v=\frac{350}{30^{0,2}\cdot 0,5^{0,15}\cdot 0,144^{0,2}}\cdot 0,9=289\ м/мин;$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\text{n} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 289}{\pi \cdot 33} = 2675\,\text{об/мин};$$

Операция 2 переход 10

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: t= 0,5 мм;

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,45 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v};$$

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$\text{v} = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 0{,}5^{0,15} \cdot 0{,}45^{0,35}} \cdot 0{,}9 = 194\,\text{м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$\text{n} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 194}{\pi \cdot 33} = 1872\,\text{об/мин};$$

Операция 2 переход 11

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: t= 0,5 мм;

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,45 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v};$$

$$\text{К}_v = K_{\text{м}v} \cdot \text{К}_{\text{пv}} \cdot K_{\text{и}v} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,45^{0,35}} \cdot 0,9 = 194 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 194}{\pi \cdot 32} = 1931 \text{ об/мин};$$

Операция 2 переход 12

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: t= 0,5 мм;

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,45 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пv} \cdot K_{иv};$$

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

Скорость резания:

$$v = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,45^{0,35}} \cdot 0,9 = 194 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 194}{\pi \cdot 31} = 1993 \text{ об/мин};$$

Операция 2 переход 13

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К10.

Подача по таблице 15 [2, с.366] для данной глубины резания:

S = 0,12 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 47; m = 0,20; y = 0,8 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пv} \cdot K_{иv};$$

$$К_v = К_{мv} \cdot К_{пv} \cdot К_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}4 = 1{,}26;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{47}{30^{0{,}2} \cdot 0{,}12^{0{,}8}} \cdot 1{,}26 = 164 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 164}{\pi \cdot 33{,}125} = 1578 \text{ об/мин};$$

Операция 2 переход 14

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t = 0{,}65$ мм;

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,45 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V:

$$К_v = К_{мv} \cdot К_{пv} \cdot К_{иv};$$

$$К_v = К_{мv} \cdot К_{пv} \cdot К_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{244}{30^{0{,}2} \cdot 0{,}65^{0{,}23} \cdot 0{,}45^{0{,}3}} \cdot 0{,}9 = 156 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 156}{\pi \cdot 12} = 4140 \text{ об/мин};$$

Операция 2 переход 15

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t = 0{,}5$ мм;

Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

S = 0,45 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент Kv:

$$К_v = K_{мv} \cdot К_{пv} \cdot K_{иv};$$

$$К_v = K_{мv} \cdot К_{пv} \cdot K_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{244}{30^{0,2} \cdot 0{,}5^{0,23} \cdot 0{,}45^{0,3}} \cdot 0{,}9 = 168 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 168}{\pi \cdot 33} = 1621 \text{ об/мин};$$

Операция 3 переход 1

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Р6М5.

Глубина резания: t= 3,5 мм;

Подача по таблице 79 [2, с.405] для данной глубины резания:

S = 0,4 мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s^y B^u Z^P} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: Т=30 мин.

Значения коэффициентов: C_V = 41; q=0,25; u=0,15; p=0; m = 0,20; x = 0,1; y = 0,4 – определены по таблице 81 [2, с.407].

Коэффициент Kv:

$$К_v = K_{мv} \cdot К_{пv} \cdot K_{иv};$$

$$К_v = K_{мv} \cdot К_{пv} \cdot K_{иv} = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}9;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{41 \cdot 40^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 3{,}5^{0,1} \cdot 0{,}4^{0,4} \cdot B^{0,15} \cdot 10^0} \cdot 0{,}9 = 46 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 46}{\pi \cdot 16} = 916 \text{ об/мин};$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную окружную силу резания. Главная окружная сила резания, Н, формула:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp};$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 83 [2, с.412]: Ср=825; x=0,95; y=0,8; u=1,1; q=1,1; w= 0.

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 * 82{,}5 * 3{,}5^{0,95} * 0{,}4^{0,8} * 10}{40^{1,1} * 916^0} * 0{,}55 = 124 \, H.$$

Мощность резания: Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{124 \cdot 40}{2 \cdot 100} = 24{,}8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$N = P_z \cdot V = \frac{124 \cdot 46}{60} \text{ Вт} = 95 \text{ Вт} = 0{,}095 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0{,}095}{0{,}75} = 0{,}13 \text{кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант η = 0,75.

$$N_{\text{пр}} = 0{,}13 \text{кВт} < N_{\text{ст}} = 5{,}5 \text{кВт}.$$

9. Выбор средств технологического оснащения

9.1. Горизонтальные токарно-револьверные станки Goodway серии GA-2000

Вес, кг	3500
Диаметр патрона, "	8
Количество позиций в револьверной головке, шт	12 (10-опц.)
Максимальная длина точения, мм	до 624
Максимальный диаметр прутка, мм	до 51
Максимальный диаметр точения, мм	350
Мощность двигателя шпинделя (номинал / 30 мин.), кВт	11 / 15/ 18 (15 / 18,5 / 22 / опц.)
Повторяемость, мм	0.003
Система ЧПУ,	Fanuc 0i-TD (31i - опц.)
Скорость быстрого перемещения по оси X, м/мин	20
Скорость быстрого перемещения по оси Z, м/мин	24
Скорость вращения шпинделя, об/мин	48 / 4800
Тип направляющих,	Скольжения
Точность позиционирования, мм	0.005
Вес, кг	3500
Диаметр патрона, "	8
Количество позиций в револьверной головке, шт	12 (10-опц.)
Максимальная длина точения, мм	до 624
Максимальный диаметр прутка, мм	до 51
Максимальный диаметр точения, мм	350
Мощность двигателя шпинделя (номинал / 30 мин.), кВт	11 / 15/ 18 (15 / 18,5 / 22 / опц.)
Повторяемость, мм	0.003
Система ЧПУ,	Fanuc 0i-TD (31i - опц.)
Скорость быстрого перемещения по оси X, м/мин	20
Скорость быстрого перемещения по оси Z, м/мин	24
Скорость вращения шпинделя, об/мин	48 / 4800
Тип направляющих,	Скольжения
Точность позиционирования, мм	0.005

9.2. Горизонтально-фрезерный станок 6К82Г

Характеристика		6К81Г	6К82Г
Размеры рабочей поверхности стола. мм		250 x 1000	320 x 1250
Наибольшее перемещение стола, мм	Продольное	710	850
	Поперечное	250	250
	Вертикальное	400	400
Пределы подач стола, мм/мин	Продольной	35 - 1020	35- 1020
	Поперечной	27- 790	27 - 790
	Вертикальной	9 -264	9 - 264
Ускоренное перемещение стола. мм/мин	Продольное	2900	2900
	Поперечное	2300	2300
	Вертикальное	1150	1150
Количество частот вращения шпинделя		21	21
Пределы частот вращения шпинделя, мин-1		16-1600	16-1600
Конус шпинделя		ISO 50	ISO 50
Мощность электродвигателей приводов, кВт	Подач	1,5	1,5
	Шпинделя	5,5	5,5
Габаритные размеры станка, мм		2135 x 1865 x 1695	2135 x 1865 x 1695
Масса станка, кг		2300	2360
Класс точности		Н	Н

10. Расчет основного времени для каждой операции и перехода

Основное время определяем по формуле:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_м},$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;
$l_{вр}$ - длина врезания инструмента в заготовку, мм;
$l_{пер}$ - длина перебега инструмента, мм;
$l_{подв}$ - длина подвода инструмента к заготовке, мм (1 ÷ 3 мм);
i - число рабочих ходов;
$S_м$ - минутная подача, мм/мин.

Операция 1 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_м} = \frac{(20 + 1 + 2) \cdot 1}{0{,}45 \times 1354} = 0{,}038 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 2:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_м} = \frac{(73 + 2) \cdot 1}{0{,}45 \times 1507} = 0{,}111 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_м} = \frac{(42{,}9 + 2) \cdot 1}{0{,}45 \times 1478} = 0{,}067 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 4:

$$t_{o1} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_м} = \frac{(16{,}1 + 2) \cdot 1}{0{,}3 \times 1903} = 0{,}032 \text{ мин.}$$

$$t_{o2} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_м} = \frac{(16{,}1 + 2) \cdot 1}{0{,}4 \times 2300} = 0{,}02 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 5:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_м} = \frac{(8{,}6 + 2) \cdot 1}{0{,}45 \times 2846} = 0{,}03 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 6:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_м} = \frac{(10{,}7 + 1 + 2) \cdot 1}{0{,}144 \times 4650} = 0{,}02 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 7:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_м} = \frac{(14{,}5 + 1) \cdot 1}{0{,}144 \times 4366} = 0{,}025 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 8:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_м} = \frac{(8{,}6 + 1) \cdot 1}{0{,}144 \times 2985} = 0{,}022 \text{мин.}$$

Операция 1 переход 9:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_м} = \frac{(26 + 2) \cdot 1}{0{,}144 \times 2568} = 0{,}076 \text{мин.}$$

Операция 1 переход 10:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_м} = \frac{(26{,}5 + 2) \cdot 1}{0{,}144 \times 2360} = 0{,}084 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 11:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{0{,}8 \cdot 1}{0{,}45 \times 2866} = 0{,}0006 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 12:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{0{,}5 \cdot 1}{0{,}45 \times 1817} = 0{,}0006 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 13:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(0{,}7 + 1) \cdot 1}{0{,}45 \times 4500} = 0{,}0008 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 14:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(1{,}3 + 1) \cdot 1}{0{,}13 \times 2500} = 0{,}006 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 15:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(4 + 2) \cdot 1}{0{,}13 \times 4140} = 0{,}0111 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 16:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(14{,}5 + 4{,}5) \cdot 1}{0{,}45 \times 2516} = 0{,}0168\text{мин.}$$

Операция 1 переход 17:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(18{,}5 + 1 + 2) \cdot 1}{0{,}45 \times 1097} = 0{,}0435 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(18{,}5 + 1 + 2) \cdot 1}{0{,}144 \times 2360} = 0{,}0633 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 2:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(2{,}8 + 1) \cdot 1}{0{,}13 \times 2500} = 0{,}009 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 3:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(61{,}5 + 2) \cdot 1}{0{,}15 \times 1156} = 0{,}366 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 4:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(59{,}5 + 4) \cdot 1}{0{,}15 \times 1350} = 0{,}314\text{мин.}$$

Операция 2 переход 5:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(46{,}5 + 7) \cdot 1}{0{,}3 \times 217} = 0{,}676 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 6:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(30 + 11) \cdot 1}{0{,}3 \times 264} = 0{,}517 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 7:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(19 + 11) \cdot 1}{0{,}3 \times 331} = 0{,}302 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 8:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(9{,}5 + 1) \cdot 1}{0{,}144 \times 2868} = 0{,}0254 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 9:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{3 \cdot 1}{0{,}144 \times 2675} = 0{,}0078 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 10:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{0{,}5 \cdot 1}{0{,}45 \times 1872} = 0{,}0006 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 11:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{0{,}5 \cdot 1}{0{,}45 \times 1931} = 0{,}0006 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 12:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{0{,}5 \cdot 1}{0{,}45 \times 1993} = 0{,}0006 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 13:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{1 \cdot 1}{0{,}45 \times 1682} = 0{,}0013 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 14:

$$t_{o1} = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(11 + 3) \cdot 1}{0{,}45 \times 1903} = 0{,}0172 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 15:

$$t_{o2} = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(6{,}5 + 3) \cdot 1}{0{,}45 \times 1621} = 0{,}0151 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(20{,}7 + 13) \cdot 1}{0{,}4 \times 916} = 0{,}092 \text{ мин.}$$

11. Определение другого времени для каждой операции

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

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

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

Оперативное время: $t_{\text{опер.}} = t_{\text{ос.}} + t_{\text{всп.}}$.

Время на обслуживание и отдых: $t_{\text{о.о.}} = 15\% \times t_{\text{опер.}}$.

Штучное время: $t_{\text{шт.}} = t_{\text{ос.}} + t_{\text{всп.}} + t_{\text{о.о.}}$.

Подготовительно-заключительное время $t_{\text{пз.}}$.

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{\text{шт.к.}} = t_{\text{ос.}} + t_{\text{всп.}} + t_{\text{о.о.}} + \left(\frac{t_{\text{пз.}}}{5000}\right).$$

Операция 1:

$$t_{\text{всп.1}} = 0{,}08 + 0{,}07 + 0{,}04 + 0{,}01 = 0{,}2 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{опер.1}} = 0{,}583 + 0{,}2 = 0{,}783 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{о.о.1}} = 15\% \times 0{,}783 = 0{,}117 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{шт.1}} = 0{,}583 + 0{,}2 + 0{,}117 = 0{,}9 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{пз.1}} = 14 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{шт.к.1}} = 0{,}583 + 0{,}2 + 0{,}117 + 0{,}002 = 0{,}902 \text{ мин.}$$

Операция 2:

$$t_{\text{всп2}} = 0{,}08 + 0{,}07 + 0{,}04 + 0{,}01 = 0{,}2 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{опер.2}} = 2{,}314 + 0{,}2 = 2{,}514 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{о.о.2}} = 15\% \times 2{,}514 = 0{,}322 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{шт.2}} = 2{,}314 + 0{,}2 + 0{,}332 = 2{,}891 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{пз.2}} = 10 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{шт.к.2}} = 2{,}314 + 0{,}2 + 0{,}332 + 0{,}002 = 2{,}893 \text{ мин.}$$

Операция 3:

$$t_{\text{всп3}} = 0{,}38 + 0{,}07 + 0{,}04 = 0{,}49 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{опер.3}} = 0{,}368 + 0{,}49 = 0{,}858 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{о.о.3}} = 15\% \times 0{,}858 = 0{,}128 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{шт.3}} = 0{,}368 + 0{,}49 + 0{,}128 = 0{,}986 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{пз.3}} = 5 \text{ мин.}$$
$$t_{\text{шт.к.3}} = 0{,}368 + 0{,}49 + 0{,}128 + 0{,}001 = 0{,}987 \text{ мин.}$$

Ⅱ.Конструкторская часть

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

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «корпус» на горизонтально-фрезерном станке 6К82Г.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «корпус».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «корпус» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – мелкосерийный. Программа выпуска - 5000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать горизонтально-фрезерный станок 6К82Г. Входные данные о заготовке, поступающей на точную операцию: Ra = 2,5 мкм.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.

2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.

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

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 1).

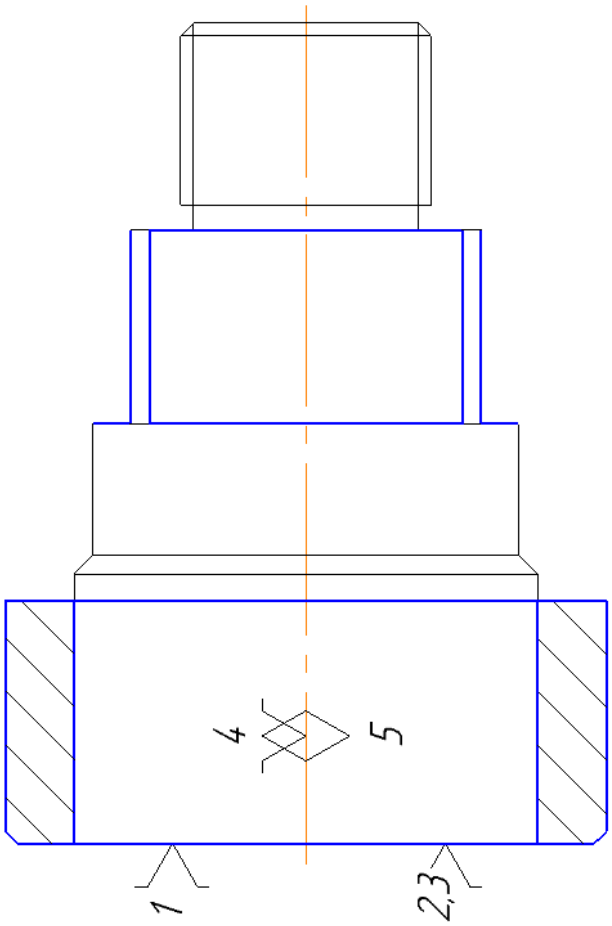


Рис. 1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

3. Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Как видно из расчетной схемы перемещению детали под действием сил резания препятствует схема базирования. Т.е. благодаря пальцу 10 деталь застрахована от всякого рода прокручиваний при обработке. Цанговый зажим нужен для исключения вибраций, а также для точного базирования детали относительно приспособления.

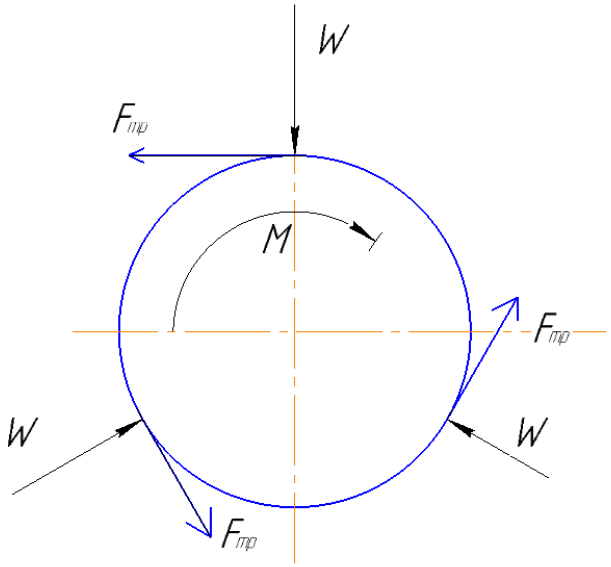


Рис 2. Расчетная схема.

Крутящий момент: $\mathrm{M}_{\text{резание}} = 24{,}8\ \text{Н} \cdot \text{м}$.

$$F_{\text{трение}} = W \cdot f_{\text{трение}}$$

$$\mathrm{M} = F_{\text{трение}} \cdot \mathrm{R}$$

$$\mathrm{M} = \mathrm{M}_{\text{резание}} \cdot \mathrm{К}$$

$$F_{\text{трение}} \cdot \mathrm{R} = \mathrm{M}_{\text{резание}} \cdot \mathrm{К}$$

К: Коэффициент усилия закрепления, принимаем К=1,5

$$F_{\text{трение}} = \frac{\mathrm{M}_{\text{резание}} \cdot \mathrm{К}}{R}$$

$$W = \frac{F_{\text{трение}}}{f_{\text{трение}}} = \frac{\mathrm{M}_{\text{резание}} \cdot \mathrm{К}}{R \cdot f_{\text{трение}}}$$

$$W = \frac{2{,}48\ \text{Н·м·}1{,}5}{18{,}5\ \text{мм·}0{,}1} = \frac{24{,}8\ \text{Н·м·}1{,}5}{18{,}5 \cdot 10^{-3}\text{м·}0{,}1} = 20108\ \text{Н}.$$

По ГОСТ 1654-71 для диаметр патрона D=80 мм, максимальное значение наибольшей суммарной силы зажима на трех кулачках W=46000 Н> 20108Н. считаем выбранный трех кулачковый патрон обеспечивает рассчитанное усилие зажима.

4. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями – параллельностью, сносностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2308-68.

Задачей данной работы являлась разработка и конструкторская проработка приспособления. Закрепили навыки нахождения конструктивных решений на поставленные задачи. Была проделана следующая работа: разработано техническое задание на проектирование специального станочного приспособления; разработана принципиальная схема и компоновка приспособления; расчет исполнительных размеров элементов приспособления; составлена расчетная схема и определена сила зажима.

С учетом того, что приспособление устанавливается на горизонтально-фрезерный станок 6К82Г, конструктивно проработали компоновку приспособления. Зажим осуществляем с помощью цангового зажима, имеющего механический привод.

Ш: Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Студенту:

Группа	ФИО
158Л20	У Цзябинь

Институт	Кафедра	Уровень образования	Направление/специальность
ИМОЯК	ТАМП	Бакалавриат	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов проектной работы: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.	Проект выполняется на базе лаборатории НИ ТПУ кафедры ТАМП. В реализации проекта задействованы 5 человек.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	- Проект выполняется в соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность» В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность» - Минимальный размер оплаты труда (на 2016 год) составляет 6675 руб.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.	- Отчисления по страховым взносам - 30% от ФОТ.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения проектной работы с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	- Инициализация проекта и его технико-экономическое обоснование, - Потенциальные потребители результатов НТП, - Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.
2. Планирование и формирование бюджета проектной работы.	- Планирование работ по проекту, - Расчет бюджета затрат.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.	- Определение научно-технической эффективности проекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**:**
1.График Ганта, 2.Смета затрат.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Е.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л20	У Цзябинь		

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Темой дипломного проекта является «Разработка технологии изготовления детали “Корпус”».

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности проекта, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки проекта;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- рассчитать бюджет проекта;
- произвести оценку ресурсной и экономической эффективности исследования.

1. Инициализация проекта

Данный проект посвящен разработке технологии изготовления детали “Корпус” - деталь, предназначенная для размещения и фиксации подвижных деталей механизма или машины, для защиты их от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, а также для крепления механизмов в составе машин и агрегатов.

Данный выполняется по заказу ООО «Корпус». Ограничение по времени выполнения проекта - 100 дней.

2. Технико-экономическая характеристика оборудования

Все станки и приспособление выбираются по максимальные мощности для каждой опреции.

Оборудование для проекта

Модель оборудования	Стоимость станка, *руб.*	Срок станка, год
Станок токарный с ЧПУ - Goodway серии GA-200	7000000	8
Горизонтально-фрезерный станок 6К82Г	2860080	8

3. Планирование комплекса работ на создание проекта

Комплекс работ по созданию проекта включает в себя 2 этапа:

- проектировка электропривода лифта;
- пуско-наладочные работы электропривода лифта.

Проект электропривода лифта будут разрабатывать 2 человека: руководитель проекта и инженер-разработчик.

Пуско-наладочные работы будут осуществлять

Расчет трудоемкости работ проводится опытно-статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5}$$

где $t_{min\ i}$– минимальная возможная трудоемкость выполнения заданной і-ой операции (оптимистическая оценка), чел.-дн;

$T_{max\ i}$ – максимальная возможная трудоемкость выполнения заданной і-ой операции (пессимистическая оценка), чел.-дн.

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi}\ \ k,$$

где k – коэффициент календарности, предназначенный для перевода рабочего времени в календарное, который рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{КГ}}{T_{КГ} - T_{ВД} - T_{ПД}}$$

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

$T_{ВД}$ – количество выходных дней в году;

$T_{ПД}$ – количество праздничных дней в году;

$$k = \frac{T_{КГ}}{T_{КГ} - T_{ВД} - T_{ПД}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1{,}45$$

тогда при расчете длительности этапов в рабочих днях расчетную величину продолжительности работ $T_к$ нужно округлить до целых чисел.

Все результаты показанны в нижной таблицах.

Содержание проектных работ

№	Содержание работ	Продолжительность работ, чел.-дн.		
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$
1	Разработка технического задания на проектирование	3	5	4
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	3	5	4
3	Описание объекта модернизации	7	13	10
4	Выбор и обработка заготовки	4	7	5
5	Разработка тех. Процесса	7	15	10
6	Расчет технических размеров	3	5	4
7	Расчет режимов резания	9	12	10
8	Выбор станков и проектирование приспособления	4	9	6
9	Расчет основного времени	7	15	10
10	Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ	8	15	11
11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	5	10	7
12	Технико-экономические расчеты	6	11	8
13	Составление пояснительной записки	17	24	20
14	Разработка графического сопровождения проекта	7	10	8
	Итого:	97	156	117

Продолжительность проектных работ

№	Содержание работ	Продолжительность работ, дни		
		$t_{ож}$	$Ч_i$	$Т_р$
1	Разработка технического задания на проектирование	4	2	2
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	4	2	2
3	Описание объекта модернизации	10	2	5
4	Выбор и обработка заготовки	5	1	5
5	Разработка тех. процесса	10	2	5
6	Расчет технических размеров	4	1	4
7	Расчет режимов резания	10	2	5
8	Выбор станков и проектирование приспособления	6	1	6
9	Расчет основного времени	10	2	5
10	Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ	11	2	6,5
11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	7	2	3,5
12	Технико-экономические расчеты	8	2	4
13	Составление пояснительной записки	20	1	20
14	Разработка графического сопровождения проекта	8	2	4
	Итого:	117		77

Продолжительность проектных работ (в календарных днях)

№	Содержание работ	Продолжительность работ, к.дни		
		$T_р$	k	$T_к$
1	Разработка технического задания на проектирование	2	1,45	3
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	2	1,45	3
3	Описание объекта модернизации	5	1,45	7
4	Выбор и обработка заготовки	5	1,45	7
5	Разработка тех. процесса	5	1,45	7
6	Расчет технических размеров	4	1,45	6
7	Расчет режимов резания	5	1,45	7
8	Выбор станков и проектирование приспособления	6	1,45	9
9	Расчет основного времени	5	1,45	7
10	Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ	6,5	1,45	9
11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	3,5	1,45	5
12	Технико-экономические расчеты	4	1,45	6
13	Составление пояснительной записки	20	1,45	29
14	Разработка графического сопровождения проекта	4	1,45	6
	Итого:	77		111

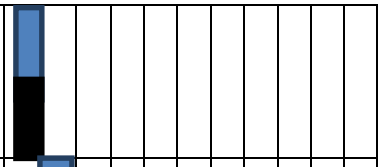
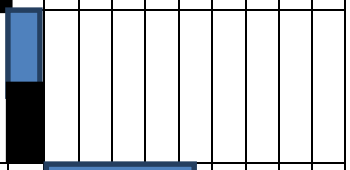
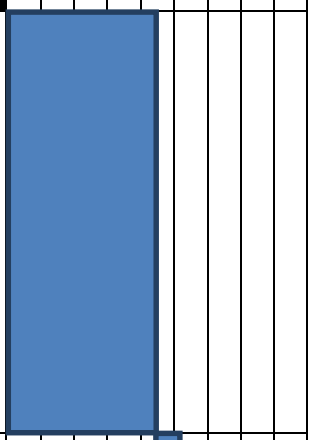
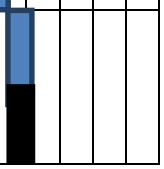
Временные показатели разработки проекта

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		t_{min}, чел.-дн.	t_{max}, чел.-дн.	$t_{ож}$, чел.-дн.	$T_р$, раб. дн.	$T_к$, кол.дн.	$У_i$, %	$Г_i$, %
1	Руководитель, Инженер-разработчик	3	5	4	2	3	3	3
2	Инженер-разработчик	3	5	4	2	3	3	6
3	Руководитель, Инженер-разработчик	7	13	10	5	7	7	13
4	Руководитель, Инженер-разработчик	4	7	5	5	7	7	20
5	Руководитель, Инженер-разработчик	7	15	10	5	7	7	27
6	Инженер-разработчик	3	5	4	4	6	6	33
7	Руководитель, Инженер-разработчик	9	12	10	5	7	7	40
8	Инженер-разработчик	4	9	6	6	9	9	49
9	Руководитель, Инженер-разработчик	7	15	10	5	7	7	56
10	Руководитель, Инженер-разработчик	8	15	11	6,5	9	9	65
11	Руководитель, Инженер-разработчик	5	10	7	3,5	5	5	70
12	Руководитель, Инженер-разработчик	6	11	8	4	6	6	76
13	Инженер-разработчик	17	24	20	20	29	29	105
14	Руководитель, Инженер-разработчик	7	10	8	4	6	6	111

Далее в нижней таблице приведен календарный план разработки проект в форме диаграмм Ганта.

Календарный план разработки проекта

№	Вид работы	Исполнители	$T_к$	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Разработка технического задания на проектирование	Руководитель, Инженер-разработчик	3					
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	Инженер-разработчик	3					
3	Описание объекта модернизации	Руководитель, Инженер-разработчик	7					
4	Выбор и обработка заготовки	Руководитель, Инженер-разработчик	7					
5	Разработка тех. процесса	Руководитель, Инженер-разработчик	7					
6	Расчет технических размеров	Инженер-разработчик	6					
7	Расчет режимов резания	Руководитель, Инженер-разработчик	7					
8	Выбор станков и проектирование приспособления	Руководитель,	9					
9	Расчет основного времени	Руководитель, Инженер-разработчик	7					
10	Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ	Руководитель, Инженер-разработчик	9					

11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Руководитель, Инженер-разработчик	5	
12	Технико-экономические расчеты	Руководитель, Инженер-разработчик	6	
13	Составление пояснительной записки	Инженер-разработчик	29	
14	Разработка графического сопровождения проекта	Руководитель, Инженер-разработчик	6	

-инженер – разработчик

- руководитель

4. Бюджет проектной работы

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

При расчете себестоимости используется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо решения комплекса задач технико-экономического анализа и планирования работы предприятия, калькуляция себестоимости единицы продукции необходима для расчета цены и рентабельности продукции. Объектом калькулированы при выполнении ВРК является деталь, изготавливаемая серийно или на одно предметной поточной линии, т. е. в условиях массового производства.

Для промышленных предприятий рекомендуется следующая группировка калькуляционных статей:

1) Затраты на основной материал;
2) Возвратные отходы (вычитаются);
3) Основная заработная плата производственных рабочих;
4) Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
5) Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
6) Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
7) Общецеховые расходы;
8) Общехозяйственные расходы;
9) Расходы на реализацию (внепроизводственные);
10) Расчет прибыли;
11) Расчет НДС;
12) Цена изделия;

Технологические потери: К данной статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Такие потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья не рассчитывается.

Расходы на подготовку и освоение производства при выполнении ВКР статья не рассчитывается.

Потери от брака: Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, а также затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

Прочие производственные расходы на данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты также не рассчитываются.

Статьи расходов	Обоснование расхода	Расход на единицу, *руб.*
1.Затраты на основной материал;	$С_{Мoi} = W_i \cdot Ц_{Мi} \cdot (1 + К_{тз})$.	19,18
2.Затраты на возвратные отходы;	$С_{от} = М_{от} \cdot Ц_{от} = (В_{чр} - В_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от}$.	3,14
3.Основная заработная плата производственных рабочих;	$С_{озп} = \sum_{i=1}^{К_о} \frac{t_i^{шт.к}}{60} \cdot чтс_i \cdot k_{пр}$	21,5
4.Дополнительная заработная плата производственных рабочих;	$С_{дзп} = С_{озп} \cdot К_Д$	2,15
5.Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;	$С_н = (С_{озп} + С_{дзп}) \cdot (С_{с.н} + С_{стр})$	7,26
6.Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования; а)амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение $С_а$; b)эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт); c)ремонт оборудования;	a) $С_а = (А_г / N_в) * (l_{кр} / \eta_{з.н.})$ b) $С_{экс} = (С_{озп} + С_{дзп} + С_н) \cdot 0,4$ $С_{мэкс} = С_а \cdot 0,2$ $С_{эл.п} = Ц_э \cdot К_п \cdot \sum_{i=1}^{Р} W_i \cdot К_{мi} \cdot К_{вi} \cdot t_i^{шт.к}$ c) $С_{рем} = С_{озп} \cdot (1,0 - 1,2)$	a)16,5 6,98 b)12,364 3,3 1,4 2,145 c)23,65

е)погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;	е) $С_{ион} = \frac{(1+k_{тз}) \cdot \sum_{i=1}^{Р} Ц_{иi} \cdot t_{рез.i} \cdot m_i}{Т_{ст.и.i} \cdot n_i}$	е)8,7525
7. Затраты на приспособление	$С_{при} = Ц_{при}/И_в \cdot Н_а$	4
8.Общецеховые расходы;	$С_{оп} = С_{озп} \cdot К_{оп} = С_{озп} \cdot (0,5 - 0,8)$	17,2
9.Общехозяйственные расходы;	$С_{ох} = С_{озп} \cdot К_{ох}$	10,75
10.Расходы на реализацию (внепроизводственные);	$С_р = С_{сум} \cdot 0,01$	1,6
11.Расчет прибыли;	$С_{пр} = (С_р + С_{сум}) \cdot 0,15$	24,3
12.Расчет НДС;	$С_{НДС} = (С_{пр} + С_р + С_{сум}) \cdot 0,18$	33,5
13.Цена изделия;	$Ц_{изд} = С_{сум} + С_р + С_{пр} + С_{НДС}$	219,7

4.1 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Затраты на основные материалы для каждого (i-го) вида в отдельности рассчитываются по формуле:

$$С_{Мoi} = W_i \cdot Ц_{Мi} \cdot (1 + К_{тз}).$$

$$С_{Мo1} = 0,79 \cdot 22,9 \cdot (1 + 0,06) = 19,18 \text{ руб.}$$

Где w_i – норма расхода материала i-го вида на изделие (деталь); $Ц_{мi}$ – цена материала i-го вида, ден. ед, /кг. $i = 1 \ldots I$; $k_{тз}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{тз} = 0,06$). Цена материалов $Ц_i$ принимается на основе прейскурантной (оптовой) цены, см. прил. 1, дополнительно см.

Общая величина данных затрат равна

$$С_{мо} = \sum_{i=1}^{I} С_{мoi},$$

если используется единственный материал (I=1), то $С_{мо} = С_{мо(i=1)}$, т.е. достаточно формулы:

$$С_{Мo} = С_{Мo1} = 19,18 \text{ руб.}$$

4.2 Расчет затрат по статье «Возвратные отходы»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Расчет выполняется по формуле:

$$С_{от} = М_{от} \cdot Ц_{от} = (В_{чр} - В_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от}.$$

$$С_{от} = (0{,}79 - 0{,}15) \cdot (1 - 0.02) \cdot 5 = 3{,}14 \text{ руб.}$$

где $М_{от}$ – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции; $Ц_{от}$ – цена отходов, ден.ед.; $В_{чр}$ – масса заготовки; $В_{чст}$ – чистая масса детали; β – доля безвозвратных потерь (принять 0,02). Значения $Ц_{от}$ см. в прайс-листах соответствующих заготовительных компаний.

4.3 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, непосредственно связанных с изготовлением продукции. Оплата может осуществляться как по сдельным расценкам, так и по часовым тарифным ставкам. В статью включаются доплаты и выплаты за неблагоприятные условия труда и премии за производственные результаты, начисленные в соответствии с действующими на предприятии премиальными системами. Расчет следует произвести по формуле

$$С_{озп} = \sum_{i=1}^{К_о} \frac{t_i^{шт.к}}{60} \cdot чтс_i \cdot k_{пр}$$

$$С_{озп} = \frac{0{,}902+2{,}893+1{,}116}{60} \cdot 105{,}81 \cdot 2{,}645 = 21{,}5 \text{ руб.}$$

Где $t_i^{шт.к}$ –штучное время выполнения *i*-й операции, мин; $К_о$ – количество операций в процессе; $ЧТС_i$ – часовая тарифная ставка на *i*-й операции; $k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1,4. В нижеприведенной табл. указаны рекомендуемые значения ЧТС.

Таблица

Разрядные коэффициенты и часовые тарифные ставки

Разряд	1	2	3	4	5	6
Разрядный коэффициент	1	1,275	1,626	2,074	2,645	3,375
ЧТС, руб.	40	51	65,05	82,96	105,81	135,0

4.4 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

В данной статье учитываются предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле

$$С_{дзп} = С_{озп} \cdot К_{Д}$$

$$С_{дзп} = 21{,}5 \cdot 0{,}1 = 2{,}15 \text{ руб.}$$

где $С_{озп}$ – основная зарплата, ден. ед.; $k_д$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

4.5 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Сюда включаются отчисления по установленным законодательством нормам в пенсионный фонд, в фонд социальной защиты населения, на обязательное медицинское страхование (все это вместе взятое – так называемый социальный налог), на другие социальные нужды. Затраты по данной статье выполняются по формуле:

$$С_{н} = (С_{озп} + С_{дзп}) \cdot (С_{с.н} + С_{стр})$$

$$С_{н} = (21{,}5 + 2{,}1) \cdot (30\ \% + 0{,}7\%) = 7{,}26 \text{ руб.}$$

где $С_{озп}$ – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.; $С_{дзп}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.; $О_{с.н.}$ – ставка социального налога (принять 30 %); $О_{стр}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

4.6 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Эта статья является комплексной и включает следующие виды расходов:

a. амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение $С_а$;

b. эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);

c. ремонт оборудования;

d. внутризаводское перемещение грузов;

e. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;

f. прочие расходы.

Порядок расчета отдельных элементов данной статьи при выполнении ВКР следующий.

Элемент «а» (амортизация оборудования и …) определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула

$$А_{год} = \sum_{i=1}^{T} Ф_i \cdot Н_{аi} + \sum_{j}^{m} Ф_j \cdot Н_{аi}$$

где $Ф_i$ – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования *i*-го типа, i = 1, ...,T; T – количество типов используемого оборудования; $Ф_j$ – то же для *j*-го типа оснастки *j*=1, ..., *m*; *m* – количество типов используемой оснастки; $Н_{обi}$ и $Н_{оснj}$ – соответствующие нормы амортизации.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле

$$Н_а = \frac{1}{Т_{ти}} = \frac{1}{8} = 0{,}125.$$

$$А_{год1} = 7000000 \cdot 0{,}125 = 875000 \text{ руб.}$$

$$А_{год2} = 2860080 \cdot 0{,}125 = 357510 \text{ руб.}$$

где $Т_{пи}$ – срок полезного использования, лет, принимаемый из прил. 4. Так как сроки указываются в интервальной форме, то конкретное значение следует принимать с учетом уровня автоматизации оборудования, для универсального – максимальное значение, для автоматического (в т.ч. с ЧПУ) – минимальное. Принятие другого значения $Т_{пи}$ должно сопровождаться кратким обоснованием. Для оснастки принять следующие значения $Т_{пи}$: патроны сверлильные – 2 года; тиски станочные – 3 года; центры вращающиеся – 1 год.

Следует учесть, что получаемая по формуле годовая величина амортизации относится ко всем видам изделий, изготавливаемых на данном оборудовании. Использование однопредметной прямоточной линии допустимо только при условии загрузки ее оборудования единственным изделием в среднем не менее чем на 60 %. В нашем случае ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины:

$$l_{кр} = \frac{N_в \cdot \sum_{i=1}^{Р} t_i^{шт.к}}{\sum_{i=1}^{Р} F_i}$$

$$l_{кр} = \frac{5000 \cdot 3{,}85}{4029 \cdot 60} = 0{,}08.$$

где $N_в$ – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.; Р – количество операций в технологическом процессе; $t_i^{шт.к}$ – штучно-калькуляционное время на *i*-й операции процесса, *i* = 1, .., Р; F_i – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на *i*-й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при двухсменном режиме работы F_i = 4029 часов, при более высокой сложности – 3904 часа.

То же для рабочих мест без оборудования – 4154 часа.

Если $l_{кр} \geq 0{,}6$, то $C_а = A_{год} / N_в$.

В противном случае $C_а = (A_г / N_в) * (l_{кр} / \eta_{з.н.})$,

$C_{а1} = (875000 / 5000) * (0{,}08 / 0{,}85) = 16{,}5$ руб.

$C_{а2} = (357510 / 5000) * (0{,}08 / 0{,}85) = 6{,}98$ руб.

где $\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования. В зависимости от типа производства для него следует принять значения: массовое и крупносерийное – 0,7; среднесерийное – 0,8; мелкосерийное – 0,85.

Элемент «b» (эксплуатация оборудования) включает в себя:

- полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др. категорий), непосредственно не занятых изготовлением продукции; Принимается в размере 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{экс} = (C_{озп} + C_{дзп} + C_н) \cdot 0{,}4$$

$$C_{экс} = (21{,}5 + 2{,}15 + 7{,}26) \cdot 0{,}4 = 12{,}364 \text{ руб.}$$

- стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{мэкс} = C_а \cdot 0{,}2$$

$$C_{мэкс1} = 16{,}5 \cdot 0{,}2 = 3{,}3 \text{ руб.}$$

$$C_{мэкс2} = 6{,}98 \cdot 0{,}2 = 1{,}4 \text{ руб.}$$

- затраты на все виды энергии и воду, потребляемые в процессе работы оборудования. В ВКР учитываются только затраты на электроэнергию по формуле:

$$C_{эл.п} = Ц_э \cdot К_п \cdot \sum_{i=1}^{P} W_i \cdot К_{мi} \cdot К_{вi} \cdot t_i^{шт.к}$$

$$C_{эл.п} = 5{,}5 \cdot 1{,}05 \cdot \left(\frac{11 \cdot 0{,}87 + 11 \cdot 2{,}79 + 5{,}5 \cdot 0{,}95}{60}\right) \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}7 = 2{,}145 \text{ руб.}$$

где $Ц_э$ – тариф на электроэнергию ден. ед. / кВт.ч.; $К_п$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05); W_i – мощность электропривода оборудования, используемого на i-й операции; $К_{мi}$ – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принимается равным 0,6–0,7);

$К_{вi}$ – коэффициент загрузки электропривода оборудования по времени, применяется при невозможности непосредственно определить $t_i^{маш}$ и принимается равным 0,6 – 0,7 от $t_i^{шт.к}$.

Элемент «c» (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100–120% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е:

$$С_{рем} = С_{озп} \cdot (1,0 - 1,2)$$

$$С_{рем} = 21,5 \cdot 1,1 = 23,65 \text{ руб.}$$

Нижнее значение интервала (0,1–0,12) принимается для мелко и среднесерийного производства, верхнее – для крупносерийного и массового.

Элемент «d» (перемещение грузов) включает расходы на содержание и эксплуатацию транспортных средств: стоимость горючего, запчастей, смазочных и прочих материалов, оплату труда занятых на транспортных операциях рабочих, стоимость транспортных услуг других подразделений предприятия и сторонних организаций. При выполнении ВКР эти затраты допускается не учитывать, т.к. это потребовало бы дополнительных данных о производственном процессе, а их доля в себестоимости как правило невелика (менее 1%).

Элемент «e» (погашение стоимости инструментов и …), в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле:

$$С_{ион} = \frac{(1 + k_{тз}) \cdot \sum_{i=1}^{P} Ц_{иi} \cdot t_{рез.i} \cdot m_i}{Т_{ст.и.i} \cdot n_i}$$

$$С_{ион1} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 38 \cdot 0,595 \cdot 1}{30 \cdot 6} = 0,13 \text{ руб.}$$

$$С_{ион2} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 40,1 \cdot 0,0528 \cdot 1}{30 \cdot 6} = 0,0125 \text{ руб.}$$

$$С_{ион3} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 90,63 \cdot 0,0491 \cdot 1}{30 \cdot 6} = 0,26 \text{ руб.}$$

$$С_{ион4} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 238 \cdot 0,3921 \cdot 1}{15 \cdot 6} = 1,1 \text{ руб.}$$

$$С_{ион5} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 238 \cdot 0,314 \cdot 1}{25 \cdot 6} = 0,53 \text{ руб.}$$

$$С_{ион6} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 400 \cdot 1,495 \cdot 1}{30 \cdot 6} = 3,52 \text{ руб.}$$

$$С_{ион7} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 1480 \cdot 0,368 \cdot 1}{30 \cdot 6} = 3,2 \text{ руб.}$$

$$С_{ион} = С_{ион1} + С_{ион2} + С_{ион3} + С_{ион4} + С_{ион5} + С_{ион6} + С_{ион7} = 8{,}7525 \text{ руб.}$$

где $Ц_{иi}$ – цена инструмента, используемого на *i*-й операции, *i* = 1, .., Р; $t_{рез.i}$ – время работы инструмента, применяемого на *i*-й операции, мин.; m_i – количество одновременно используемых инструментов; $Т_{ст.и.i}$ – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин., (см. прил. 5); n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента; $k_{тз}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{тз}$=0,06).

Элемент «f» (прочие расходы) включает такие затраты, которые не вошли в состав вышерассмотренных элементов. При выполнении ВКР они не рассчитываются.

4.7 Затраты на приспособление

Затраты на приспособление определяется по формуле:

$$С_{при} = \frac{Ц_{при}}{И_в} \cdot Н_а = \frac{20000}{5000} \cdot 1 = 4 \, руб.$$

4.8 Расчет затрат по статье «Общецеховые расходы»

Данная статья учитывает затраты на содержание руководителей и специалистов аппарата управления цехом; амортизацию и затраты на содержание и ремонт зданий, сооружений и инвентаря общецехового назначения; затраты на мероприятия по обеспечению нормальных условий труда и техники безопасности и другие расходы цеха, связанные с управлением и обслуживанием производства. Общецеховые расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента $k_{оц}$, рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$С_{оп} = С_{озп} \cdot К_{оп} = С_{озп} \cdot (0{,}5 - 0{,}8)$$

$$С_{оп} = 21{,}5 \cdot 0{,}8 = 17{,}2 \text{ руб.}$$

Приближенно можно дифференцировать значения $k_{оц}$ в зависимости от типа производства: массовое – 0,5; крупносерийное – 0,6; среднесерийное – 0,7; мелкосерийное и единичное – 0,8.

4.9 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначе-

ния (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента $k_{ох}$, устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение $k_{ох} = 0,5$, т.е.

$$С_{ох} = С_{озп} \cdot К_{ох}$$
$$С_{ох} = 21,5 \cdot 0,5 = 10,75 \text{ руб.}$$

4.10 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию (внепроизводственные)»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: на хранение и упаковку на складах готовой продукции; на доставку продукции на станции и в порты отправления; на рекламу и сбытовую сеть; на комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Данные расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости, т.е. от суммы затрат по всем предыдущим статьям.

$$С_{р} = С_{сум} \cdot 0,01$$
$$С_{р} = 160,3 \cdot 0,01 = 1,6 \text{ руб.}$$

4.11 Расчет прибыли

Прибыль от реализации изделия в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$С_{пр} = (С_{р} + С_{сум}) \cdot 0,15$$
$$С_{пр} = (160,3 + 1,6) \cdot 0,15 = 24,3 \text{ руб.}$$

4.12 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы полной себестоимости изделия и прибыли.

$$С_{НДС} = (С_{пр} + С_{р} + С_{сум}) \cdot 0,18$$
$$С_{НДС} = (160,3 + 1,6 + 24,3) \cdot 0,18 = 33,5 \text{ руб.}$$

4.13 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$Ц_{изд} = С_{сум} + С_{р} + С_{пр} + С_{НДС}$$
$$Ц_{изд} = 160,3 + 1,6 + 24,3 + 33,5 = 219,7 \text{ руб.}$$

5. Оценка научно-технической уровня проекта

Для определения научно - технического уровня проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности необходимо, рассчитать коэффициент научно-технического уровня (НТУ).

Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок. Суть метода состоит в присвоении каждому из признаков НТУ определенного числа баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме балов по всем показателям с учетом весовых характеристик.

Формула для определения общей оценки:

$$НТУ = \sum_{i=1}^{n} k_i \cdot П_i$$

где k_i – весовой коэффициент i-го признака;

$П_i$ – количественная оценка i-го признака.

Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0,6
Теоретический уровень	0,4
Возможность реализации	0,2

Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	Сравнительно высокий НТУ
11-14	Высокий НТУ

Тогда коэффициент научно-технического уровня (НТУ):

$$НТУ = 5 \cdot 0{,}6 + 15 \cdot 0{,}4 + 10 \cdot 0{,}2 = 11.$$

По полученным значениям коэффициент научно-технического уровня (НТУ) можно сказать о достаточно высоком научно - техническом уровне проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурс эффективности.

Так как для данного проекта метод обработки детали “Шкив приводной”, описанный в технологической части ВКР, является самым эффективным методом. И по полученным значениям коэффициента научно-технического уровня (*НТУ=11*) можно сказать о достаточно высоком научно-техническом уровне проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности.

Ⅳ: СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студенту:

Группа	ФИО
158Л20	У Цзябинь

Институт	Кафедра	Уровень образования	Направление/специальность
ИМОЯК	ТАМП	Бакалавриат	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования является участок цеха, а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты; - (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: − механические опасности (источники, средства защиты; − термические опасности (источники, средства защиты); − электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); − пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).	Анализ опасных и вредных факторов, включая освещение, шумы, вибрации, воздействие ультразвука, микроклимат. Оценка помещения по пожарной опасности. Охрана окружающей среды.

2. Экологическая безопасность: - анализ воздействия объекта на атмосферу - анализ воздействия объекта на гидросферу - анализ воздействия объекта на литосферу - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	В данном разделе производится анализ влияния производственных факторов на окружающую среду и защищать окружающую среду.
3. Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности: - организационные и правовые мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Перечень основных нормативных актов, содержащих требования по охране труда.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	В данном разделе приводятся возможные ЧС, а также способы их ликвидации. Разработан ряд действий в результате возникновения пожара и мер по ликвидации его последствий. В помещении имеется порошковый огнетушитель ОП - 4, и разработан план эвакуации.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л20	У Цзябинь		

1. Техногенная безопасность

Анализ опасных и вредных факторов производственной среды

Мы работаем на заводе. Обзор возможных вредных производственных факторов произведём по стандартам, определяющим степень учёта их важности.

ГОСТ 12.2.007.0-75 распространяется на электротехнические изделия и устанавливает требования безопасности, предотвращающие или уменьшающие до допустимого уровня воздействие на человека следующих факторов, связанных с такими изделиями: электрического тока; электрической искры и дуги; движущихся частей изделия; частей изделия, нагревающихся до высоких температур; опасных и вредных материалов; используемых в конструкции изделия, а также опасных и вредных веществ, выделяющихся при его эксплуатации; шума и ультразвука; вибрации; электромагнитных полей, теплового, оптического и рентгеновского излучения.

Данный стандарт устанавливает также требования, снижающие вероятность возникновения пожара от: электрической искры и дуги; частей изделия, нагревающихся до высоких температур, в том числе от воздействия электромагнитных полей; применения пожароопасных материалов, используемых в изделии, выделяющих опасные и вредные вещества при эксплуатации и хранении.

Основными опасным фактором являются:

- Повышенная температура поверхности оборудования, материалов. Повышенные температуры могут вызвать ожоги различных степеней в зависимости от температуры поверхности.
- Механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а также подъемно-транспортных устройств. Движущиеся части машин и механизмов и сами машины, острые кромки предметов, нахождение на высоте, перегретые или переохлажденные поверхности, способные вызвать термический или солодовый ожог.
- Разлет стружки при работе на станке. Разлет горячей стружки может привести к множественным ожогам, так же стружка может привести к поломке оборудования и тем или иным образом повлиять на безопасность человека.
- Опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;

К основным вредным факторам можно отнести:

- превышение уровня шума;
- недостаточная освещенность;
- повышенный уровень вибраций;
- монотонный режим работы;

- отклонение показателей микроклимата;
- повышенная или пониженная ионизация воздуха;
- повышенный уровень электромагнитных полей;

Разберем основные вредные факторы и их нормирование.

Превышение уровня шума

В данном цехе шум возникает при использовании оборудования, находящегося в цехе и при воздействии внешних факторов.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Уровни шума не должны превышать значений установленных в ГОСТ 12.1.003 – 83 и ГОСТ 17187 – 81, и проводится не реже двух раз в год.

- для цеха составляет 80 дБ;

Меры по борьбе с шумами:

- правильная организация труда и отдыха;
- снижение и ослабление шума;
- применение звукопоглощающих преград;
- применение глушителей шума;
- применение средств индивидуальной защиты от шума.

Недостаточная освещенность

Работа инженера-разработчика имеет третий разряд точности, т.е. при выполнении работ происходит большая нагрузка на органы зрения человека. Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 300 лк (разряд зрительной работы IVa, минимальный размер предметов различения 0,5 – 1 мм). Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

Повышенный уровень вибрации

При изучении действия вибрации на организм человека нужно учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму прежде всего потому, что они в нем постоянно протекают. Внутренние органы можно рассматривать как колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне 3–6 Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход. Собственные частоты колебаний тела в положении

лежа составляют 3–6 Гц, стоя — 5–12 Гц, грудной клетки — 5– 8 Гц. Воздействие на человека вибраций таких частот угнетает центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха. Источниками вибрации могут являться: станки, гидравлические прессы, заточное оборудование, электрокары. В таблице 1 приведены нормы вибрации для производственных помещений.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с^2
0,6-0,4	До З	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
* 1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

Таблица 1. Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий.

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в физиологическом состоянии организма — в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни.

В таблице 2 представлено влияние вибраций на организм человека в целом.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051-0,100	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха

0,101-0,300	50-150	Возможное заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболезнь

Таблица 2. Влияние вибрации на организм человека

В последнее время принято различать три формы вибрационной болезни: периферическую — возникающую от воздействия вибрации на руки (спазмы периферических сосудов, приступы повеления пальцев рук на холоде, ослабление подвижности и боль в руках в покое и ночное время, потеря чувствительности пальцев, гипертрофия мышц); церебральную — от преимущественного воздействия вибрации на весь организм человека (общемозговые сосудистые нарушения и поражение головного мозга); смешанную — при совместном воздействии общей и локальной вибрации. Вредность вибрации усугубляется одновременным воздействием на работающих пониженной температуры воздуха рабочей зоны, повышенного уровня шума, охлаждения рук рабочего при работе с ручными машинами, запыленности воздуха, неудобной позы и др.

- низкочастотные вибрации (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1-4 Гц для общих вибраций, 8-16 Гц - для локальных вибраций);

- среднечастотные вибрации (8-16 Гц - для общих вибраций, 31,5-63 Гц - для локальных вибраций);

- высокочастотные вибрации (31,5-63 Гц - для общих вибраций, 125-1000 Гц - для локальных вибраций).

Микроклимат

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», оптимальная температура воздуха на рабочих местах в холодный период года, должна находиться в диапазоне 22-24°С, в теплый период года 23-25°С. Перепады температур воздуха в течении смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С. Относительная влажность воздуха в диапазоне 60-40%. Оптимальная скорость движения воздуха 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в холодный период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 20,0-21,9°С, в диапазоне выше оптимальных величин 24,1-25,0°С. Температура поверхностей 19,0-26,0°С. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°С. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в теплый период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 21,0-22,9°С, в диапазоне выше оптимальных величин 25,1-28,0°С. Температура поверхностей 20,0-29,0°С. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих ме-

стах до 25°С. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. При температурах воздуха 25°С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями п. 6.5. СанПиН 2.2.4.548-96. При температурах воздуха 26-28°С скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями п. 6.6. СанПиН 2.2.4.548-96. Интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей, осветительных приборов не должна превышать 35 Вт/м².

- Для обеспечения комфортных метеоусловий, описанных в данном разделе, необходима установка системы местного кондиционирования воздуха, а также воздушное датирование. Немаловажным фактором, влияющим на метеоусловия, является соответствие нормам площадь и объем рабочего помещения.
- Устройство вентиляции и отопления является важным мероприятием для оздоровления воздушной среды. Вентиляция должна обладать достаточным объемом, так в помещении с работающими ПЭВМ осуществляется кондиционирование воздуха, необходимое для поддержания необходимых параметров микроклимата независимо от внешних условий. В холодное время года параметры микроклимата поддерживаются системой водяного, воздушного или электрического отопления, в теплое - благодаря кондиционированию воздуха, с параметрами, отвечающими требованиям санитарным нормам безопасности СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям. СанПиН 2.2.4.548 – 96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений **».**
- Аэроионный состав воздуха производственных помещений оказывает влияние на самочувствие человека. Отклонения аэроионного состава от нормы во вдыхаемом воздухе может создавать угрозу для пользователя. Аэроионный состав воздуха должен соответствовать требованиям СанПиН 2.2.4.1294-03. К нормируемым показателями аэроионного состава воздуха относят: допустимый диапазон концентрации аэроионов обоих полярностей ρ^{+}, $\rho^{3/4}$, характеризующийся количеством аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см^3), допустимый диапазон коэффициента униполярной $У$, определяемый отношением концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

Повышенный уровень электромагнитных излучений

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, трансформаторы, сетевое оборудования, источники индукционного тока.

В случаях, указанных в п. 2.1.1 настоящих Санитарных норм и правил, энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 3.

	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
Диапазоны частот	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$	По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \times ч$
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	-
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	-
30 - 50 МГц	800,0	0,72	-
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 МГц - 300 ГГЦ	-	-	200,0

Таблица3. Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Средства защиты

Основным средствам защиты является спецодежда, которая защищает человека от попадания горячей стружки, расплавленных частиц металла, искр, поражения электрическим током и т.п.

Анализ причин поражения электрическим током

Основные причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции и др.

Поражающее действие электрического тока зависит от значения и длительности протекания тока через тело человека, рода и частоты тока, места протекания тока, индивидуальных свойств человека. Наиболее опасным для человека является переменный ток с частотой 20 – 100 Гц. Опасной величиной тока является ток, равный 0,001 А, а смертельный 0,1 А. Также исход электропоражения зависит от состояния внешней среды. Могут быть следующие виды воздействий:

- термическое (ожог);

- электрическое;
- механическое (электрометоллизация);
- биологическое (паралич мышц, электрический удар).

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1.038 ([№]82). Мероприятия по защите от поражения электрическим током – защитное заземление. Принцип действия защитного заземления: человек должен стоять внутри контура заземления и при попадании фазного напряжения на заземленный корпус прибора, под фазным напряжением окажется как корпус прибора, так и участок земли, на которой стоит человек.

Статическое электричество

Суть электризации заключается в том, что нейтральные тела, не проявляющие в нормальном состоянии электрических свойств, в условиях отрицательного контакта или взаимодействия становятся электрозаряженными. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на организм человека, причем не только при непосредственном контакте с зарядом, но и за счет действия электрического поля, возникающем при заряженном поле.

Основные способы защиты от статического электричества следующие: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха.

Электробезопасность

Электробезопасностью в соответствии с ГОСТ 12.1.009-76 называется система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

К поражению электрическим током может привести прикосновение человека к токоведущим частям электроустановок находящихся под напряжением. Поражение проявляется в парализующем и разрушительном воздействии тока на внешние и внутренние органы – кожный покров, мышцы, органы дыхания, сердце, нервную систему.

Человек ощущает ток величиной в 0,005 А. Ток величиной в 0,05 А считается опасным для жизни, а ток в 0,1 А – смертельным.

В соответствии с требованиями ПУЭ и ГОСТ 12.1.019-79 для защиты персонала от случайного прикосновения к токоведущим частям электрооборудования предусмотрены следующие основные технические мероприятия:

1) ограждение токоведущих частей;
2) применение блокировок электрических аппаратов;
3) установка в РУ заземляющих разъединителей;

4) устройство защитного отключения электроустановок;

5) заземление или зажуленные электроустановок;

6) применение разделяющих трансформаторов и малых напряжений;

7) применение устройств предупредительной сигнализации;

8) защите персонала от электромагнитных полей;

9) использование индивидуальных средств защиты.

К защитным средствам относятся приборы, аппараты, устройства и инструмент, предназначенные для защиты персонала от поражения электрическим током. Защитные средства используемые для монтажа, наладки и обслуживании электропривода питателя:

а) указатель напряжения;

б) инструмент с изолирующими ручками;

в) перчатки резиновые диэлектрические;

г) галоши резиновые диэлектрические;

д) коврик резиновый диэлектрический.

Защитное заземление и зашумление применяют для защиты от поражения электрическим током и обеспечения условий отключения при повреждении изоляции электроустановок.

Заземление снижает до безопасного значения напряжение прикосновения человека, поскольку человек оказывается при повреждении изоляции включенным в электрическую цепь параллельно заземлителю, сопротивление которого по сравнению с сопротивлением человека значительно меньше. Это существенно снижает величину тока протекающего через человека, коснувшегося повреждённой установки.

Так как электропривод питателя относится к электроустановкам с напряжением не более 1000 В, с глухо заземлённой невидалью и мощностью не выше 100 кВт, то сопротивление заземляющего устройства должно не превышать 4 Ом.

Организационные мероприятия для обеспечения безопасности работ – это выполнение работ в электроустановках по наряду, распоряжению, в порядке текущей эксплуатации.

Производственная санитария

По условиям технологического процесса в воздухе рабочей зоны производственных помещений не присутствуют вредные вещества.

Требуемое состояние воздуха рабочего помещения обеспечивается выполнением следующих мероприятий:

1) Контроль за надёжной герметизацией технологического оборудования.

2) Устройство вентиляции, что имеет большое значение для оздоровления воздушной среды в производственном помещении.

Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и заданных метеорологических условий в производственном помещении. Вентиляция достигается удалением загрязнённого или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего.

В системе приточно-вытяжной вентиляции воздух подаётся в помещении приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной, работающими одновременно.

В производственных условиях не всегда удаётся устранить все опасные вредные производственные факторы, действующие на работающих, путём проведения общетехнических мероприятий. В этих случаях обеспечение нормальных условий труда достигается применением средств индивидуальной защиты. Важное значение эти средства приобретают при ликвидации аварий.

Защита тела человека обеспечивается применением спецодежды, спец обуви, головного убора и рукавиц.

Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы и безопасность на производстве в значительной мере зависят от условий освещения. От освещения зависят также производительность труда и качество работ. При освещении данного производственного помещения используется совмещённое освещение, при котором в светлое время суток недостаточно по нормам естественное освещение дополняется искусственным. Искусственное освещение осуществляется люминесцентными лампами, нормированное общее освещение данного помещения 50 лак согласно СниП 23 – 05 - 95. Тщательным и регулярным уходом за установками естественного и искусственного освещения обеспечивается требуемая величина освещённости без дополнительных затрат электроэнергии.

2. Региональная безопасность

Защита атмосферы

В целях защиты атмосферы от загрязнения применяют следующие эко защитные мероприятия:

– экологизация технологических процессов;

– очистка газовых выбросов от вредных примесей;

– рассеивание газовых выбросов в атмосфере;

– соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;

– устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные решения и др.

Экологизация технологических процессов – это в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ. Кроме того необходима предварительная очистка топлива или замена его более эко логичными видами, применение гидрообеспыливания, рециркуляция газов, перевод различных агрегатов на электроэнергию и др.

Очистка газовых выбросов от вредных примесей. Нынешний уровень технологий не позволяет добиться полного предотвращения поступления вредных примесей в атмосферу с газовыми выбросами. Поэтому повсеместно используются различные методы очистки отходящих газов от аэрозолей (пыли) и токсичных газо- и парообразных примесей (NO, NO2, SO2, SO3 и др.).

Для очистки выбросов от аэрозолей применяют различные типы устройств в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылеосадительные камеры), мокрые пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры (каталитические, абсорбционные, адсорбционные) и другие методы для очистки газов от токсичных газо- и парообразных примесей.

Рассеивание газовых примесей в атмосфере – это снижение их опасных концентраций до уровня соответствующего ПДК путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Чем выше труба, тем больше ее рассеивающий эффект. К сожалению, этот метод позволяет снизить локальное загрязнение, но при этом проявляется региональное.

Устройство санитарно-защитных зон и архитектурно-планировочные мероприятия.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое конституционное право на благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

Защита гидросферы

Поверхностные воды охраняют от засорения, загрязнения и истощения.

Для предупреждения от засорения принимают меры, исключающие попадание в водоемы и реки строительного мусора, твердых отходов, разработанного грунта и других предметов, негативно влияющих на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важнейшая и очень сложная проблема – защита вод от загрязнения. С этой целью предусматривают следующие мероприятия:

·развитие безотходных и безводных технологий, внедрение систем оборотного водоснабжения, утилизация отходов;

·очистка промышленных, коммунально-бытовых и др. сточных вод;

·передача сточных вод на другие предприятия, предъявляющие менее жесткие требования к качеству воды и если, содержащиеся в ней примеси, не оказывают вредного воздействия на технологический процесс этих предприятий, а наоборот улучшают качество выпускаемой продукции (например, передача сточных вод химических предприятий на предприятия строительного производства)

·канализованное и санитарная очистка городов;

·очистка поверхностного стока городских, промышленных территорий;

·создание водоохранах зон.

Методы очистки сточных вод. В виду огромного разнообразия состава сточных вод существуют различные способы их очистки: механический, физико-химический, химический, биологический и др. В зависимости от характера загрязнения и степени вредности очистка сточных вод может производиться каким-либо одним методом или комплексом методов (комбинированный способ).

При механической очистке путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляют нерастворимые механические примеси. Для этой цели используют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов. Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефть- и жиро ловушками или другого вида уловителями, путем слива верхнего слоя, содержащего плавающие вещества.

Химические и физико-химические способы используют для очистки промышленных сточных вод.

При химической очистке в сточные воды вводят специальные реагенты (известь, кальцинированную соду, аммиак и др.), которые взаимодействуют с загрязнителями и выпадают в осадок.

При физико-химической очистке используют методы коагуляции, сорбции, флотации и др.

Для очистки коммунально-бытовых, промышленных стоков целлюлозно-бумажных, нефтеперерабатывающих, пищевых предприятий после механической очистки используют биологический метод. Этот метод основан на способности природных микроорганизмов, использовать для своего развития, органические и некоторые неорганические соединения, содержащиеся в сточных водах. Очистку производят на искусственных сооружениях (аэротанках, метантанках, биофильтрах и др.) и в естественных условиях (поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды и др.). При очистке сточных вод образуется осадок, который удаляют для подсушивания на иловые площадки, а потом используют как удобрение. Однако при биологической очистке коммунально-бытовых сточных вод совместно с промышленными сточными водами, которые содержат тяжелые металлы и другие вредные вещества, эти загрязнители накапливаются в осадках и использование их в качестве удобрений исключается. Возникает проблема обращения с осадками сточных вод во многих городах Украины, в том числе и в Харькове.

Важную защитную роль на любом водном объекте выполняют водоохраны зоны – это специальные зоны, устраиваемые вдоль берегов рек, озер, водохранилищ. Основное назначение – защита водных объектов от загрязнения, засорения, эрозионных наносов поверхностным стоком. Ширина водоохранах зон может составлять от 100 до 300 м и более. В пределах водоохраной зоны почва должна быть закреплена растительностью, высажены защитные лесные полосы, запрещается хозяйственная деятельность: распашка земель, выпас скота, применение ядохимикатов, удобрений, производство строительных работ, размещение складов, гаражей, животноводческих комплексов и др.

Контроль качества воды проводят для оценки возможности ее использования для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового, рыб хозяйственного и технического назначения. Для оценки качества воды анализируют ее состав и физические свойства. Определяют температуру, запах, вкус, прозрачность, мутность, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода, кислотность, содержание вредных веществ, а также количество кишечных палочек в одном литре воды. Все приведенные показатели не должны превышать нормативные требования.

Основные мероприятия по защите подземных вод заключаются в предотвращении истощения запасов их (путем регулирования водосбора) и загрязнения.

Защита литосферы

Общая характеристика.

Принято различать естественное и антропогенное загрязнение почвы. Естественное загрязнение почв возникает в результате природных процессов в биосфере, происходящих без участия человека и приводящих к поступлению в почву химических веществ из атмосферы, литосферы или гидросферы, например, в результате выветривания горных пород или выпадения осадков в виде дождя или снега, вымывающих загрязняющие ингредиенты из атмосферы.

Наиболее опасно для природных экосистем и человека антропогенное загрязнение почвы, особенно техногенного происхождения. Наиболее характерными загрязнителями являются пестициды, удобрения, тяжелые металлы и другие вещества промышленного происхождения.

Источники поступления загрязнителей в почву. Можно выделить следующие основные виды источников загрязнения почвы:

1) атмосферные осадки в виде дождя, снега и др.;

2) сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения;

3) использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Мы только рассмотрим на сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения;

Основными видами промышленных отходов являются шлаки тепловых электростанций и металлургических заводов, отвалы пород горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, строительный мусор, осадки гальванических производств и т.д.

Промышленные отходы:

Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки.

Утилизация твердых отходов:

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые и жидкие; по источнику образования – на промышленные, образующиеся в процессе производства (металлический лом, стружка, пластмассы, зола и т.д.), биологические, образующиеся в сельском хозяйстве (птичий помет, отходы животноводства и растениеводства и др.), бытовые (в частности, осадки коммунально-бытовых стоков), радиоактивные. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и не прессуемые.

При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше, и в зависимости от дальнейшего использования, способа переработки, утилизации, захоронения.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны. Пе-

реработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

Вторичное использование материалов решает целый комплекс вопросов по защите окружающей среды. Например, использование макулатуры позволяет при производстве 1 т бумаги и картона экономить 4,5 м3 древесины, 200 м3 воды и в 2 раза снизить затраты электроэнергии. Для изготовления такого же количества бумаги требуется 15–16 взрослых деревьев. Большую экономическую выгоду дает использование отходов из цветных металлов. Для получения 1 т меди из руды необходимо добыть из недр и переработать 700–800 т рудоносных пород.

Пластмассы в виде отходов естественным путем разлагаются медленно, либо вообще не разлагаются. При их сжигании атмосфера загрязняется ядовитыми веществами. Наиболее эффективными способами предотвращения загрязнения среды пластмассовыми отходами является их вторичная переработка (рецикле) и разработка биодеградирующих полимерных материалов. В настоящее время в мире утилизируется лишь небольшая часть из ежегодно выпускаемых 80 млн. т пластмасс. Между тем, из 1 т отходов полиэтилена получается 860 кг новых изделий. 1 т использованных полимеров экономит 5 т нефти.

Широкое распространение получила термическая переработка отходов (пиролиз, плазмолиз, сжигание) с последующим использованием теплоты. Мусор сжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыле- и газоочистки, так как существуют проблемы с образованием газообразных токсичных выбросов.

Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию в качестве вторичных ресурсов, подвергаются захоронению на полигонах. Полигоны должны располагаться вдали от водоохранах зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод.

Для переработки твердых бытовых отходов находят широкое применение биотехнологические методы: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробная ферментация, вермикомпостирование.

3. Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности

Рабочее помещение должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

Площадь на одно рабочее место с компьютером и другими приборами для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 $м^2$, а объем не менее -20 $м^3$.

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Расположение рабочих мест за мониторами и другими приборами для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается.

Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5.

Тара из-под нефтепродуктов (керосина, бензина и т. д.) перед сваркой должна быть тщательно промыта раствором каустической соды и продута паром.

Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами. Полы и стены помещений, в которых производится сварка, должны быть изготовлены из несгораемого материала. В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи. Взрывоопасные и легковоспламеняющиеся материалы должны находиться на расстоянии не менее 5 *м* от места сварки; их необходимо закрывать огнестойкими материалами (асбест и т. д.).

На работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия средства индивидуальной защиты в соответствии с типовыми нормами, утвержденными в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Для предупреждения заболеваний, связанных с работой на станке необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами.

К средствам индивидуальной защиты относятся специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты органа слуха, средства защиты глаз, предохранительные приспособления).

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относится к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относятся: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются, во-первых, внутренние, к которым относятся: физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина, проектно-конструкторские недоработки, сложность технологий, недостаточная квалификация персонала. Во-вторых, внешние чрезвычайные ситуации, - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов, терроризм, войны. Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

На основании рекомендаций определяем категорию помещения по пожар опасности по ППБ – 03. В данном случае помещение относится к категории Г- производства, связанного с процессом обработки негорючих веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, который сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени.

Причиной возгорания в кабинете могут быть следующие факторы:

- возгорание устройств искусственного освещения.
- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросон единений и электрораспределительных щитов;
- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;

- предотвращение пожаров;
- тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП–5 и находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;
- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.
- обеспечение свободного подхода к оборудованию. В рассматриваемом тех. бюро места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами составляет более 4,07 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1 м, что соответствует нормам, а поэтому дополнительных мер защиты не требуется;

Технические мероприятия:

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м.

Список литературы

1. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Суслова.Пятое издание, исправленное. 2003. -912 с, илл.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Суслова.Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
3. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие. Томск изд ТПУ 2006,100с.
4. Обработка металлов резанием Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. И доп.- Машиностроение, 2004. - 784 с. ил.- ISBN 5-94275-049-1.
5. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк.2003. – 295 с.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – М: Машиностроение, 1983.
7. Горохов В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: Учеб пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш.шк, 1986.
8. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Часть 1. /В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 7-е изд., перераб, и под. -Е.: Издательство АТП, 2015год. -Ч. 1. 543 с., ил.
9. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Часть 1. /В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 7-е изд., перераб, и под. -Е.: Издательство АТП, 2015год. -Ч. 2. 448 с., ил.
10. Станочные приспособления: Справочник/Под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.,1984.
11. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
12. Каталог инструментов Sandvik Coromant.2007.