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

Институт	ИМОЯК
Направление подготовки	15.03.01«Машиностроение»
Кафедра	Технология автоматизированного машиностроительного производства

ДИПЛОМНЫЙПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Разработкатехнологииизготовлениядетали“Шкивприводной”

УДК_____

Студент:

Группа	**ФИО**	**Подпись**	**Дата**
158Л20	Го Инбинь		

Руководитель:

Должность	**ФИО**	**Ученаястепень, звание**	**Подпись**	**Дата**
Доценткаф.ТАМП	КозловВ.Н.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовыйменеджмент,ресурсоэффективностьиресурсосбережение»

Должность	**ФИО**	**Ученаястепень, звание**	**Подпись**	**Дата**
Ассистент	ГраховаЕ.А.			

Поразделу«Социальнаяответственность»

Должность	**ФИО**	**Ученаястепень, звание**	**Подпись**	**Дата**
Ассистент	КырмаковаО.С.			

ДОПУСТИТЬКЗАЩИТЕ:

Зав.кафедрой	**ФИО**	**Ученаястепень, звание**	**Подпись**	**Дата**
ТАМП	АрляповА.Ю.	К.Т.Н.		

Томск–2016г.

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

Институт	ИМОЯК
Направление подготовки	15.03.01«Машиностроение»
Кафедра	Технология автоматизированного машиностроительного производства

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

_____ _____ Арляпов А.Ю.
(подпись) (дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	**ФИО**
158Л20	Го Инбинь

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали“Шкив приводно	
Срок сдачи студентом выполненной работы	

Технические задания:

Исходные данные к работе:	Чертеж детали; годовая программа выпуска *N₂=5000 шт*
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:	
1. Технологическая часть: анализ технологичности детали; выбор заготовки; проектирование технологического маршрута; расчет припусков; размерный анализ; расчет режимов резания.	
2. Конструкторская часть: Спроектировать специальное при способление для одной из операций; определение необходимой силы зажима; расчет точности	

приспособления; описание конструкции.	
Перечень графического материала: 1. Чертеж детали; 2. Операционная карта технологического процесса; 3. Размерная схема; 4. Сборочный чертеж приспособления **5.** Спецификация приспособления	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	**ФИО**	**Ученая степень, звание**	**Подпись**	**Дата**
Доцент каф.ТАМП	Козлов В.Н.	КТН		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	**ФИО**	**Подпись**	**Дата**
158Л20	Го Инбинь		

Содержание

Введение.....6
Технологическая часть.....8
1. Определение типа производства.....8
2. Анализ технологичности конструкции детали.....9
3. Выбор исходной заготовки.....10
4. Разработка маршрута технологии изготовления шкива приводного.....10
5. Расчет технологических размеров при проектировании технологического процесса17
5.1 Расчет диаметральных технологических размеров.....17
5.2 Расчет продольных технологических размеров.....20
6. Расчет режимов резания.....27
7. Выбор средств технологического оснащения.....58
8. Нормирование технологических операций.....60
8.1 Расчет основного времени.....60
8.2 Расчет норм вспомогательного времени для каждой операции.....62
8.3 Расчет времени на обслуживание рабочего места.....63
8.4 Расчет времени перерывов на отдых и личные надобности.....63
8.5 Расчет штучного времени.....64
8.6 Расчет штучно-калькуляционного времени.....64
Конструкторская часть.....65
1. Исходные данные для расчета.....65
2. Расчет токарного патрон на усилие закрепления.....65
3. Расчет силы на штоке.....66
4. Расчет площади пневмокамеры приспособления.....66
5. Расчет токарного патрона на усилие закрепления при Dвыб=150мм.....67
6. Устройство трехкулачкового токарного пневматического патрона.....67
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение....70
1. Инициализация проекта.....70
2. Технико-экономическая характеристика оборудования.....71
3. Планирование комплекса работ на создание проекта.....71
4. Бюджет проектной работы.....79
4.1 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы».....81
4.2 Расчет затрат по статье «Возвратные отходы».....81
4.3 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих».....81
4.4 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих».....82
4.5 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды».....83
4.6 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования».....83
4.7 Затраты на приспособление.....85
4.8 Расчет затрат по статье «Общецеховые расходы».....85

4.9 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»..... 86
4.10 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию (внепроизводственные)»..86
4.11 Расчет прибыли..... 87
4.12 Расчет НДС..... 87
4.13 Цена изделия.....87
5. Оценка научно-технической уровня проекта.....87
Социальная ответственность.....91
Общие сведения.....91
1. Анализ опасных и вредных факторов.....92
1.1 Производственный шум..... 92
1.2 Электромагнитное и ионизирующее излучения..... 93
1.3 Поражение электрическим током.....94
2. Эргономический анализ трудового процесса..... 95
2.1 Микроклимат.....95
2.2 Освещение..... 97
2.3 Эргономические требования к рабочему месту.....99
3. Разработка мер защиты от опасных и вредных факторов..... 104
4. Пожарная безопасность..... 105
4.1 Причины возникновения пожара.....105
4.2 Профилактика пожара.....106
5. Охрана окружающей среды.....109
Список литературы.....113

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.

Технологическая часть

1. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [3, стр.20]:

$$К_{з.о} = \frac{t_в}{T_{ср}},$$

где $t_в$ – такт выпуска детали, мин;

$T_{ср}$ – среднее штучное время, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле [3, стр.21]:

$$t_в = \frac{F_г}{N_г},$$

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 :

$$t_в = \frac{F_г}{N_г} = \frac{4015 \cdot 60}{5000} = 48{,}18\,мин;$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_{ш.к\,i}}{n} = \frac{57{,}854}{5} = 11{,}6мин,$$

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

n – количество основных операций.

Тогда коэффициент закрепления операций:

$$К_{з.о} = \frac{t_в}{T_{ср}} = \frac{48{,}18}{11{,}6} = 4{,}15,$$

Так как $1 < К_{з.о} < 10$, то тип производства крупносерийный.

2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – шкив приводной изготовлен из стали Ст3, которая легко поддается механической обработке. 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, за исключением размеров: *Ø32H7*, *10H9*.

Шероховатость поверхностей имеет параметр Ra 6,3, но ряд поверхностей должно иметь параметр Ra 2,5 и Ra 3,2, что требует дополнительной чистовой обработки.

На чертеже указаны требования к биению трех поверхностей, что требует соответствующей технологии обработки этих поверхностей относительно указанных баз, а также контроля.

Требований к термообработке нет.

С учетом вышесказанного конструкция детали является технологичной.

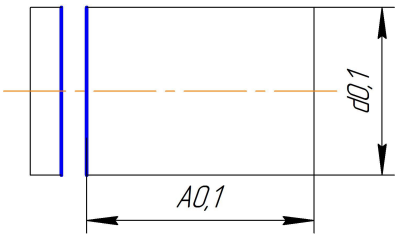
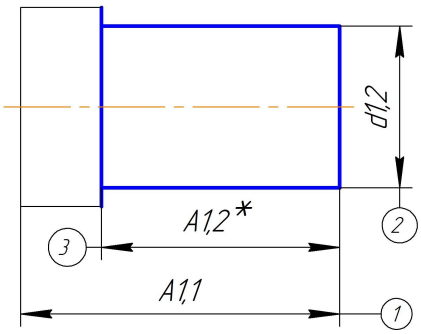
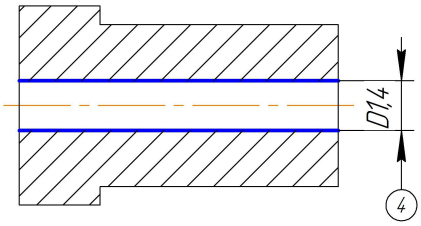
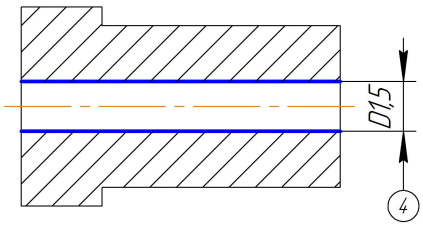
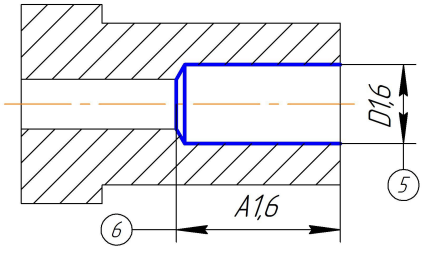
3. Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 3), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (крупносерийный) выбираем в качестве исходной заготовки – прокат.

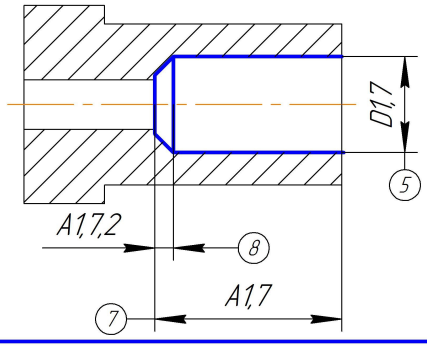
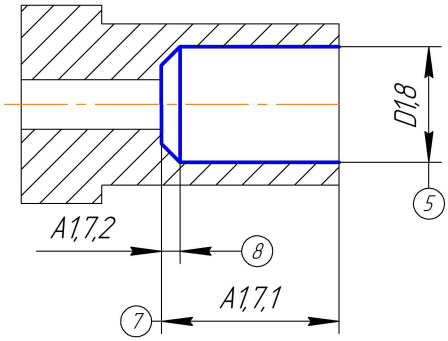
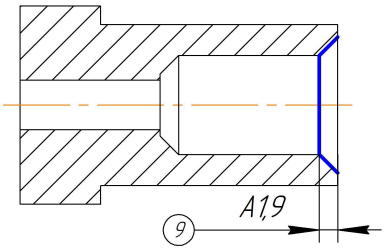
4. Разработка маршрута технологии изготовления шкива приводного

Маршрут технологии изготовления шкива приводного представлен в таблице 1.1

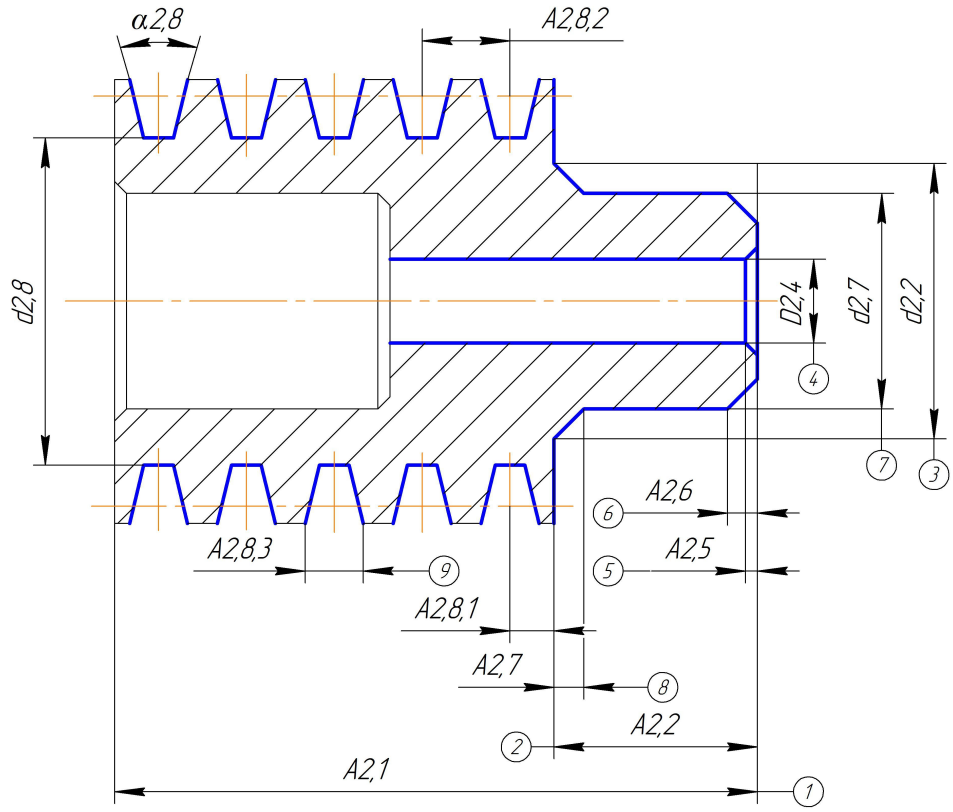
Таблица 1.1

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
0		Заготовительная	
1		Токарная с ЧПУ	
	0	Установить и снять заготовку	
	1	Подрезать торец ① в размер A1.1	
	2	Обточить поверхность ② в размеры d1.2 и A1.2*	
	3	Центровать торец	
	4	Сверлить отверстие ④ предварительно D1.4 на проход	
	5	Рассверлить отверстие ④ D1.5 на проход	
	6	Рассверлить отверстие ⑤ предварительно D1.6, выдерживая размер ⑥ A1.6 предварительно	

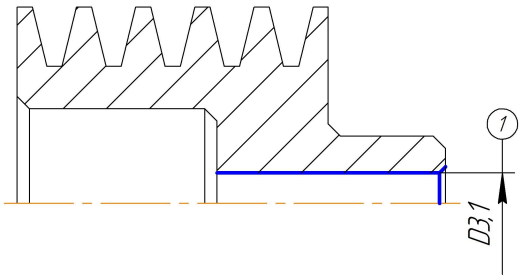
Продолжение табл. 1.1

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
1	7	Расточить отверстие ⑤ предварительно D1.7, выдерживая размер ⑦ A1.7.1 и ⑧ A1.7.2 предварительно	
	8	Расточить отверстие ⑤ окончательно D1.8, выдерживая размеры ⑦ A1.7.1 и ⑧ A1.7.2	
	9	Расточить фаску ⑨ A1.9	

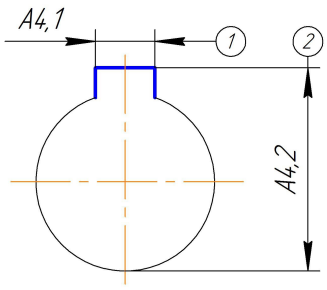
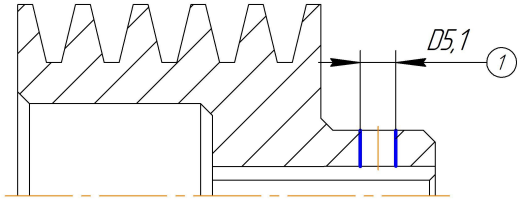
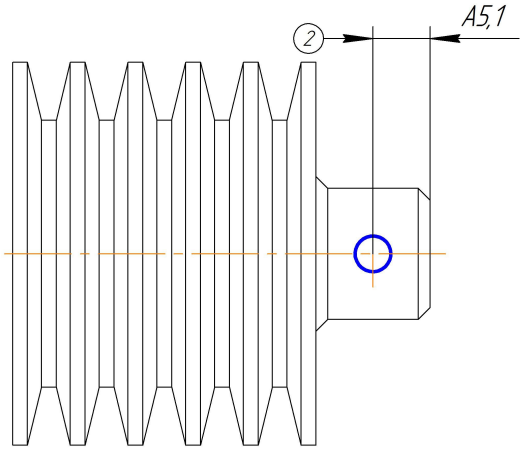
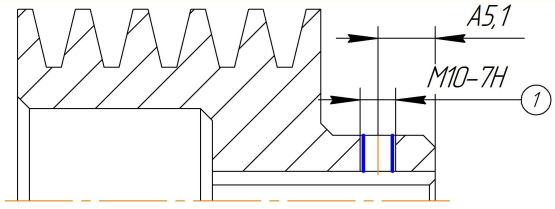
Продолжение табл. 1.1

Операционный эскиз		
Номер		Наименование и содержание операций и переходов
Операции	Переход	
2		Токарная с ЧПУ
	0	Установить и снять закатовку
	1	Обточить торец ①, выдерживая размер ①A2.1
	2	Обточить торец ② предварительно, выдерживая размеры ② A2.2, и ③ d2.2
	3	Расточить отверстие ④ на приход на диаметр D2.3
	4	Расточить отверстие ④ окончательно на приход на диаметр D2.4
	5	Обточить фаску ⑤ в размер A2.5
	6	Обточить фаску ⑥ в размер A2.6
	7	Обточить поверхность ⑦ окончательно d2.7, выдерживая размеры ⑧A2.7 и A2.2
	8	Обточить 5 канавок ⑨ A2.8.3, выдерживая размеры A2.8.1, A2.8.2, α2.8 и d2.8

Продолжение табл. 1.1

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
3		Шлифовальная	
	0	Установить и снять закатовку	
	1	Шлифовать отверстие Ø D3.1.	

Окончание табл. 1.1

Номер операции	Номер перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
4		Долбежная	
	0	Установить и снять заготовку	
	1	Долбить шпоночный паз ① на проход, выдерживая размеры ① A4.1 и ② A4.2	
5		Сверлильная	
	0	Установить и снять заготовку	
	1	Сверлить отверстие ① D5.1 на проход, выдерживая размер ② A5.1	
	2	Нарезать резьбу ① M10–7H на проход	
6		Контрольная	

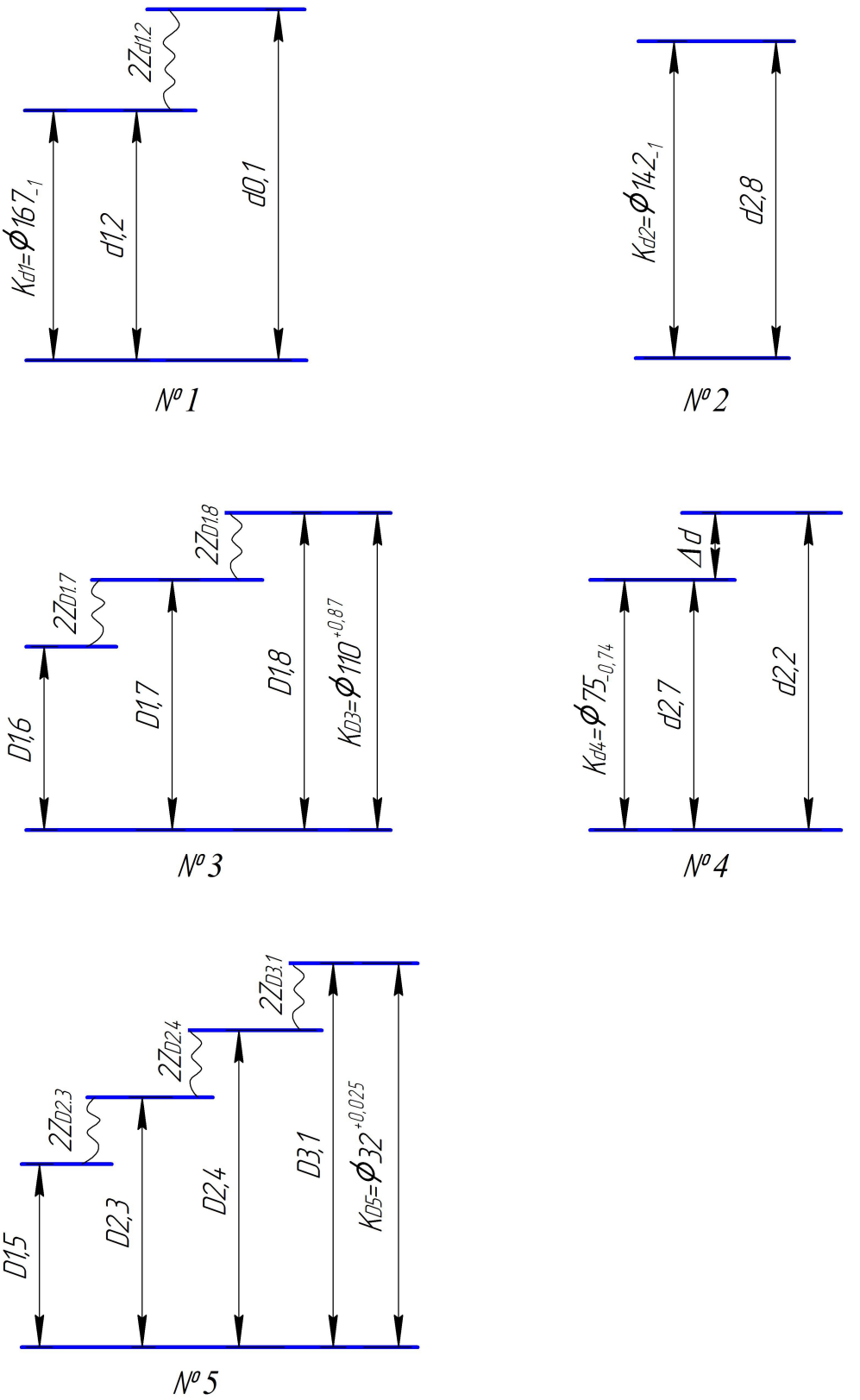


Рис. 1.1 Размерные схемы технологических маршрутов обработки поверхностей шкива: № 1 – наружной ⌀167h14; № 2 – наружной ⌀142h14; № 3 – отверстия ⌀110H14; № 4 – наружной ⌀75h14; № 5 – отверстия ⌀32H7;

5. Расчет технологических размеров при проектировании технологического процесса

5.1 Расчет диаметральных технологических размеров

1. Расчет технологических размеров при обработке $\varnothing 167h14(_{-1,0})$ **из цепи** № 1. (см. Рис. 1.1)

В этой цепи известно: $d_{1,2} = K_{d1} = \phi 167h14(_{-1,0})$.

№	Наименование	*Rz, мкм*	*h, мкм*	*ρ, мкм*	*εз, мкм*	*2Zmin, мкм*	*Td, мм*	*dmin, мм*	*dmax, мм*	*dвыб, мм*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Пруток *d0,1*	320	400	285	-	-	3,4	169,04	172,44	$Ø180(^{+2,5}_{-0,9})$
2	Черновая *d1,2*	25	25	28	100	2040	1,0	166	167,0	*Ø167h14*

Здесь припуск *2Zmin* определяем по фрмуле:

$$2Z\min = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{zi}^2}).$$

Расчет припусков при *dвыб.*

№	Наименование	*dвыб, мм*	*Td, мм*	*dmin, мм*	*dmax, мм*	*2Zmin, мм*
1	2	3	4	5	6	7
1	Пруток *d0,1*	$Ø180(^{+2,5}_{-0,9})$	3,4	179,1	182,5	$2Z_{D1.2} = 12,1$
2	Черновая *d1,2*	*Ø167h14*	1,0	166	167,0	

2. Расчет технологических размеров при обработке $\varnothing 75h14(_{-0,74})$ **из цепи** № 4.

В этой цепи известно: $d_{2,7} = K_{d4} = \phi 75h14(_{-0,74})$; $\Delta d = 2 \cdot A_{2,8}$.

Определяем размер *d2,2:*

$d_{2,2\max} = \Delta d_{\max} + d_{2,7\max} = 4{,}25 + 75 = 79{,}25 мм$.

Принимаем $d_{2,2} = \phi 79{,}3h14(_{-0{,}74})$.

3. Расчет технологических размеров при обработке $\varnothing 32H7(^{+0{,}025})$ **из цепи** № 5.

В этой цепи известно: $D_{3,1} = K_{D5} = \phi 32H7(^{+0{,}025})$.

№	Наименование	*Rz, мкм*	*h, мкм*	*ρ, мкм*	*εз, мкм*	*2Zmin, мм*	*Dвыб, мм*	*TD, мм*	*Dmax, мм*	*Dmin, мм*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Сверление *D1,4*	80	100	226	100	-	Ø16*H14*			
2	Рассверление *D1,5*	80	100	226	0	-	Ø30*H12*	0,25	30,268	30,018
3	Черновая расточка *D2,3*	40	60	22	60	0,932	Ø31,2*H12*	0,25	31,456	31,206
4	Получистовая расточка *D2,4*	10	40	10	0	0,244	Ø31,7*H9*	0,062	31,76	31,698
5	Внутренная шлиф. *D3,1*	6,4	20	5	60	0,24	Ø32*H7*	0,025	32,025	32

Здесь припуск *2Zmin* определяем по фрмуле:

$$2Z\min = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{зi}^2}).$$

Расчет припусков при *Dвыб.*

№	Наименование	*Dвыб, мм*	*TD, мм*	*Dmax, мм*	*Dmin, мм*	*2Zmin, мм*
1	2	8	9	10	11	7
1	Сверление *D1,4*	Ø16*H14*				-
2	Рассверление *D1,5*	Ø30*H12*	0,25	30,25	30	-
3	Черновая расточка *D2,3*	Ø31,2*H12*	0,25	31,45	31,2	$2Z_{D2.3} = 0{,}95$
4	Получистовая расточка *D2,4*	Ø31,7*H9*	0,062	31,762	31,7	$2Z_{D2.4} = 0{,}25$
5	Внутренная шлиф. *D3,1*	Ø32*H7*	0,025	32,025	32	$2Z_{D3.1} = 0{,}24$

4. Расчет технологических размеров при обработке $\varnothing 110H14(^{+0,87})$ **из цепи** № 3.

В этой цепи известно: $D_{1,8} = K_{D3} = \phi 110H14(^{+0,87})$.

№	Наименование	*Rz, мкм*	*h, мкм*	*ρ, мкм*	*εз, мкм*	*2Zmin, мкм*	*Dвыб, мм*	*TD, мм*	*Dmax, мм*	*Dmin, мм*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Рассверление *D1,6*	80	100	226	0	-	Ø50*H12*	0,3		
2	Черновая расточка *D1,7*	80	100	250	0	406	Ø109,2*H12*	0,35	109,57	109,22
3	Черновая расточка *D1,8*	25	25	25	0	430	Ø110*H14*	0,87	110,87	110

Здесь припуск *2Zmin* определяем по фрмуле:

$$2Z\min = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{zi}^2}).$$

Расчет припусков при *Dвыб.*

№	Наименование	*Dвыб, мм*	*TD, мм*	*Dmax, мм*	*Dmin, мм*	*2Zmin, мм*
1	2	8	9	10	11	7
1	Рассверление *D1,6*	Ø50*H12*	0,3	50,3	50	-
2	Черновая расточка *D1,7*	Ø109,2*H12*	0,35	109,55	109,2	$2Z_{D1.7} = 58,9$
3	Черновая расточка *D1,8*	Ø110*H14*	0,87	110,87	110	$2Z_{D1.8} = 0,45$

5. Из цепи № 2. **получаем:** $d_{2,8} = K_{d2} = \phi 142h14(_{-1,0})$.

Результаты расчета диаметральных технологических размеров в таблце 1.2.

Табл. 1.2

Обозначение технологического размер	Принятое номинальное значение размера,мм	Обозначение технологического размер	Принятое номинальное значение размера,мм
1	2	1	2
d0,1	$Ø180\,(^{+2,5}_{-0.9})$	*d2,2*	$Ø79{,}3h14\,(_{-0,74})$
d1,2	$Ø167h14\,(_{-1,0})$	*D2,3*	$Ø31{,}2H12\,(^{+0,25})$
D1,4	$Ø16H14\,(^{+0,43})$	*D2,4*	$Ø31{,}7H9\,(^{+0,062})$
D1,5	$Ø30H12\,(^{+0,21})$	*d2,7*	$Ø75h14\,(_{-0,74})$
D1,6	$Ø50H12\,(^{+0,3})$	*d2,8*	$Ø142h14\,(_{-1,0})$
D1,7	$Ø109{,}2H12\,(^{+0,35})$	*D3,1*	$Ø32H7\,(^{+0,025})$
D1,8	$Ø110H14\,(^{+0,87})$		

5.2 Расчет продольных технологических размеров

Для расчета строится размерная схема технологического процесса в продольном направлении (рис.1.2) и граф технологических размерных цепей (рис.1.3), 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.

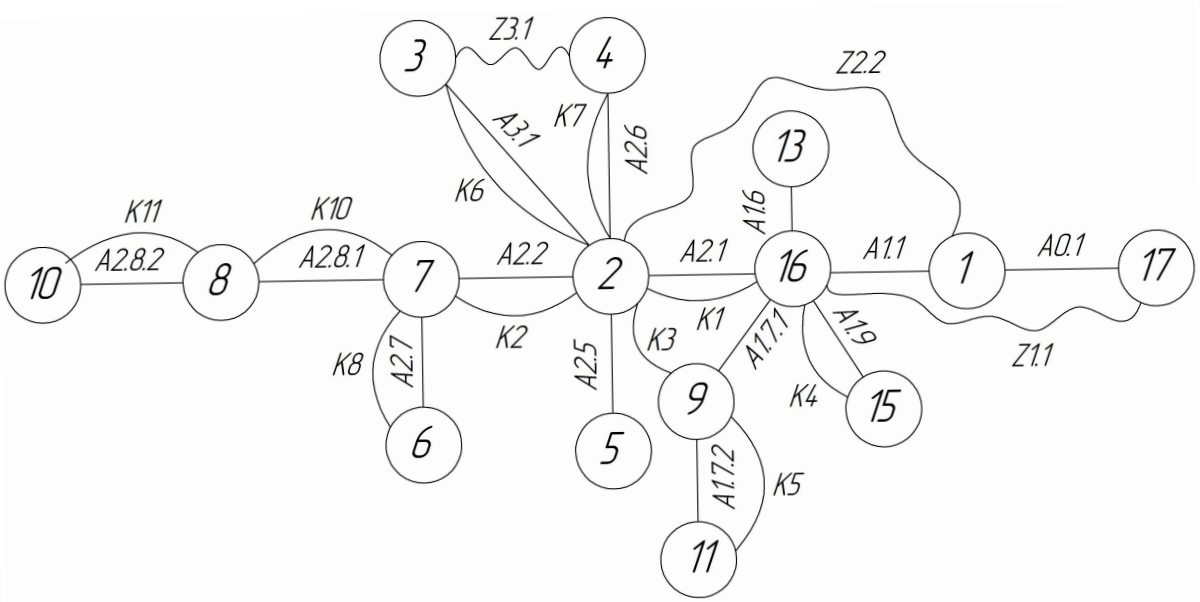


Рис.1.3 График дерева

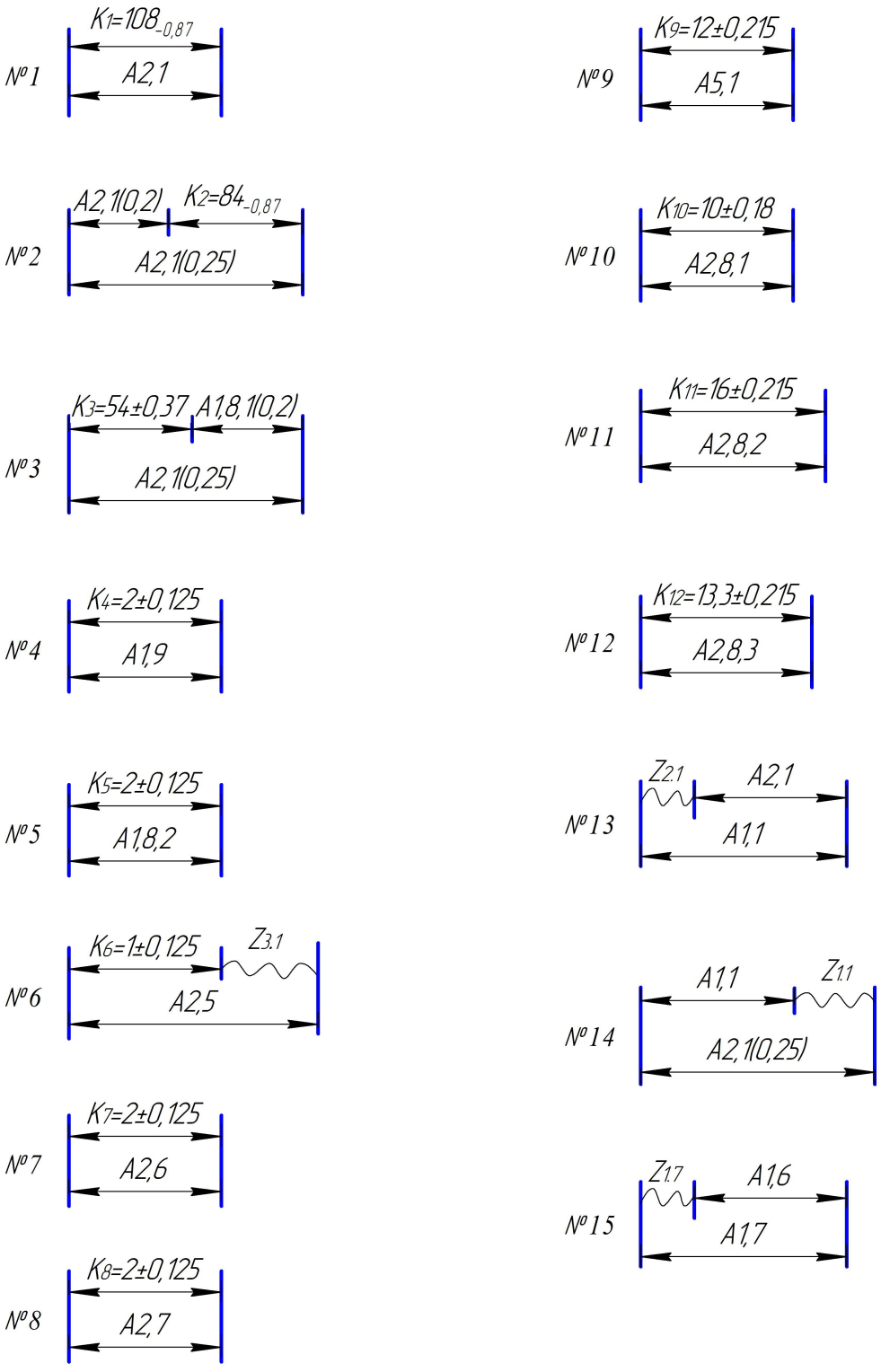


Рис. 1.4 Технологические размерные цепи, формирующиеся при изготовлении шкива (продольное направление

Для размерной цепи № 2 (см. рис.1.4)

$$TK_2 = 0{,}87 \geq 0{,}45 = 0{,}2 + 0{,}25 = TA_{2,2} + TA_{2,1}.$$

Для размерной цепи № 3

$$TK_3 = 0{,}74 \geq 0{,}45 = 0{,}2 + 0{,}25 = TA_{1,8,1} + TA_{2,1}.$$

Для размерной цепи № 6

$$TK_6 = 0{,}25 \geq 0{,}2435 = 0{,}0435 + 0{,}2 = TZ_{D3,1} + TA_{2,5}.$$

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

Далее нужно рассмотреть двухзвенные размерные цепи № 4, № 5, № 7, № 8, № 9, № 10, № 11 и № 12 (рис.1.4). Из этих цепей имеем:

$A_{1,9} = K_4 = 2 \pm 0{,}125 мм$; $A_{1,7,2} = K_5 = 2 \pm 0{,}125 мм$; $A_{2,6} = K_7 = 2 \pm 0{,}125 мм$;

$A_{2,7} = K_8 = 2 \pm 0{,}125 мм$; $A_{5,1} = K_9 = 12 \pm 0{,}215 мм$; $A_{2,8,1} = K_{10} = 10 \pm 0{,}18 мм$;

$A_{2,8,3} = K_{12} = 13{,}3 \pm 0{,}215 мм$.

Из цепи № 1 найдем технологический размер *A2,1.* Для этого подсчитываем его среднее значение:

$$A_{2,1}^{c} = K_1^{c} = 107{,}565 мм$$

Таким образом, получим $A_{2,1} = 107{,}565 \pm 0{,}125 мм$. Так как этот размер относится к валам, то окончательно $A_{2,1} = 107{,}69_{-0.25} мм$.

Из цепи № 2 найдем технологический размер *A2,2.* Для этого подсчитываем его среднее значение:

$$A_{2,2}^{c} = A_{2,1}^{c} - K_2^{c} = 107{,}565 - 83{,}565 = 24 мм$$

Таким образом, получим $A_{2,2} = 24 \pm 0{,}1 мм$. Так как этот размер относится к валам, то окончательно $A_{2,2} = 24{,}1_{-0.2} мм$.

Из цепи № 3 найдем технологический размер *A1,7,1*. Для этого подсчитываем его среднее значение:

$$A_{1,7,1}^{c} = A_{2,1}^{c} - K_3^{c} = 107{,}565 - 54 = 53{,}565 мм$$

Предварительно запишем *A1,7,1*=53,565±0,1мм. После округления номинального значения получим *A1,7,1*=53,56±0,1мм (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи № 6 найдем технологический размер *A2,5*. Для этого сперва подсчитаем:

$$Z_{3,1} = Z_{D3,1} = \frac{D_{3,1} - D_{2,4}}{2} = \frac{32^{+0,025} - 31{,}7^{+0,062}}{2} = 0{,}15^{+0,0125}_{-0,031} мм ,$$

$$Z_{3,1}^{c} = Z_{D3,1}^{c} = 0{,}141 мм .$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A_{2,5}^{c} = K_6^{c} + Z_{3,1}^{c} = 1 + 0{,}141 = 1{,}141 мм$$

Предварительно запишем *A2,5*=1,141±0,1мм. После округления номинального значения получим *A2,5*=1,14±0,1мм (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи № 13 найдем технологический размер *A1,1*. Для этого сперва подсчитаем:

$$Z_{2,1\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{зi} = 100 + 120 + 540 + 110 = 870 мкм ,$$

$$Z_{2,1}^{c} = Z_{2,1\min} + \frac{TA_{2,1} + TA_{1,1}}{2} = 0{,}87 + \frac{0{,}25 + 0{,}3}{2} = 1{,}145 мм .$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A_{1,1}^{c} = A_{2,1}^{c} + Z_{2,1}^{c} = 107{,}565 + 1{,}145 = 108{,}71 мм$$

Предварительно запишем *A1,1*=108,71±0,15мм. После округления номинального значения получим $A_{1,1} = 108{,}9_{-0,3}\, мм$ (размер относится к валам).

Из цепи № 11 аналогично найдем технологический размер *A0,1*. Определим:

$$Z_{1,1\,\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{зi} = 100 + 120 + 540 + 130 = 890 мкм$$

$$Z_{1,1}^{c} = Z_{1,1\,\min} + \frac{TA_{1,1} + TA_{0,1}}{2} = 0{,}89 + \frac{0{,}3 + 3}{2} = 2{,}54 мм$$

Подсчитаем: $A_{0,1}^{c} = A_{1,1}^{c} + Z_{1,1}^{c} = 108{,}71 + 2{,}54 = 111{,}25 мм$

Получим: $A_{0,1} = 111{,}25 \pm 1{,}5 мм$

Наконец, из цепи № 7 найдем технологический размер *A1,6*. Для этого сперва подсчитаем:

$$Z_{1,7\,\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{зi} = 80 + 100 + 226 = 406 мкм,$$

$$Z_{1,7}^{c} = Z_{1,7\,\min} + \frac{TA_{1,6} + TA_{1,7}}{2} = 0{,}406 + \frac{0{,}2 + 0{,}2}{2} = 0{,}606 мм.$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A_{1,6}^{c} = A_{1,7,1}^{c} - Z_{1,7}^{c} = 53{,}6 - 0{,}606 = 52{,}994 мм$$

Предварительно запишем *A1,6*=52,994±0,1мм. После округления номинального значения получим *A1,6*=52,99±0,1мм (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Расчет припусков при окончательных размерах

Для цепи № 13: $Z_{2.1} = A_{1.1} - A_{2.1} = 108{,}9_{-0{,}3} - 107{,}69_{-0{,}25} = 1{,}21^{+0{,}25}_{-0{,}3}\ мм$;

Для цепи № 14: $Z_{1.1} = A_{0.1} - A_{1.1} = 111{,}25 \pm 1{,}5 - 108{,}9_{-0{,}3} = 2{,}35^{+1{,}8}_{-1{,}5}\ мм$;

Для цепи № 15: $Z_{1.7} = A_{1.7.1} - A_{1.6} = 53{,}56 \pm 0{,}1 - 52{,}99 \pm 0{,}1 = 0{,}57 \pm 0{,}2 мм$.

Результаты расчета продольных технологических размеров целесообразно отражать в таблице 1.3.

Табл. 1.3

Обозначение технологического размер	Принятое номинальное значение размера,мм	Обозначение технологического размер	Принятое номинальное значение размера,мм
1	2	1	2
A0,1	$111{,}25 \pm 1{,}5$	*A2,5*	1,14±0,1
A1,1	$108{,}9_{-0{,}3}$	*A2,6*	2±0,125
*A1,2**	$90_{-0{,}87}$	*A2,7*	2±0,125
A1,6	52,99±0,1	*A2,8,1*	10±0,18
A1,7,1	53,56±0,1	*A2,8,2*	16±0,215
A1,7,2	2±0,125	*A2,8,3*	13,3±0,215
A1,9	2±0,125	*A4,1*	$10^{+0{,}036}$
A2,1	$107{,}69_{-0.25}$	*A4,2*	$35{,}5^{+0{,}2}$
A2,2	$24{,}1_{-0.2}$	*A5,1*	12±0,215

6. Расчет режимов резания

Токарная операция с ЧПУ: черновая подрезка торца $A_{1.1}$

Глубина резания ***t****=2,5 мм.*

Подача ***S****=0,25·0,45=0,11мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Скорость резания ***V***, *м/мин,* можно определить несколькими методами:

1) расчетным по формуле;
2) табличным с использованием уточняющих коэффициентов;
3) на основе эмпирических данных (применяемых на предприятии для соответствующих обрабатываемых и режущих материалов, геометрии инструмента и т.п.

Воспользуемся расчетом по формуле. При наружном продольном и поперечном точении и растачивании скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: *T* – стойкость инструмента (период работы инструмента до затупления). При черновой обработке обычно *T=30 мин.*

Значения коэффициента C_V и показателей степени *x, y* и *m* приведены в табл.17 [1, стр.367] :

$$C_V=350;\ x=0,15;\ y=0,2;\ m=0,20.$$

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Иv} \times K_{Пv} \times K_{\varphi v} \times K_{\varphi 1 v} \times K_{rv},$$

где $K_{MV} = K_Г \left(\frac{750}{\sigma_в} \right)^{nv}$ - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на скорость резания. Для стали 3 предел прочности на растяжение σв=400 МПа. $K_Г=1$; $nv=1$[1, табл.2, стр. 359]. $K_{MV} = K_Г \left(\frac{750}{\sigma_в} \right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^{1} = 1{,}88$;

$K_{Иv}$ - коэффициент, учитывающий материал режущей части. Для режущей пластинки из твердого сплава Т15К6: $K_{Иv} = 1$ [1, табл.5, стр.361];

$K_{Пv}=1{,}0$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [1, табл.6, стр.361];

$K_{\varphi v}=1{,}0$ - коэффициент, учитывающий геометрические параметры резца (главный угол в плане $\varphi=45°$);

$K_{\varphi 1 v}=0{,}87$ - коэффициент, учитывающий геометрические параметры резца (вспомогательный угол в плане $\varphi_1=45°$);

$K_{rv}=1{,}0$ - коэффициент, учитывающий геометрические параметры резца (радиус при вершине резца r)[1, табл.18, стр.369];

Получим: $K_V = 1{,}88 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}87 \cdot 1{,}0 = 1{,}64$.

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 2{,}5^{0,15} \cdot 0{,}11^{0,2}} \cdot 1{,}64 = 395{,}86 м/мин.$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 395{,}86}{\pi \cdot 180} = 700 об/мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p \text{ , [Н],}$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} ;$$

K_{Mp} - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания. Для стали 3 предел прочности на растяжение σв=400МПа,

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,62$$ [1, табл. 9, стр.362];

$K_{\varphi p}=1,0$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания;

$K_{\gamma p}=1,1$ - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания;

$K_{\lambda p}=1,0$ - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания;

K_{rp} - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания[1, табл.23, стр.374];

Получим: $K_P = 0,62 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 0,68$.

Постоянная C_p и показатели степени x, y, n приведены в табл.22[1, стр.372]: $C_p=300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$.

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,11^{0,75} \cdot 395,86^{-0,15} \cdot 0,68 = 436 H .$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

где *Pz* – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), *H*; *V* – скорость резания, м/мин. Получим:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{436 \cdot 395{,}86}{1020 \cdot 60} = 2{,}82 кВт.$$

Мощность станка $N_{СТ} = N \cdot (1{,}2...1{,}5) = 2{,}82 \cdot 1{,}2 = 3{,}4 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ: черновое точение *d1.2*

$$d_{1.2} = \phi 167 h14\left(_{-1,0}\right) мм, \quad Zd_{1.2\,max} = 8{,}25 мм.$$

Глубина резания ***t0****=8,25 мм.*

Число рабочих ходов: $i = \frac{t_0}{t_{max}} = \frac{8{,}25}{4} \approx 3$.

То: *t1=3,5мм; t2=3мм; t3=1,75мм.*

Подача ***S****=0,25·0,45=0,11мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Скорость резания ***V****, м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: *T=30мин; CV=350; x=0,15; y=0,35; m=0.20;*

KV - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Uv} \times K_{Pv} \times K\varphi v \times K\varphi_1 v \times K_r v,$$

где $K_{MV} = K_Г \left(\frac{750}{\sigma_в}\right)^{nv}$ *=1,88*; *KUv =1*; *KPv=0,9*; *Kφv=0,7; Kφ1v=0,94;*

Krv=0,94.

Получим: $K_V = 1{,}88 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}94 = 1{,}05$.

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 3{,}5^{0,15} \cdot 0{,}11^{0,2}} \cdot 1{,}05 = 230 м/мин.$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 230}{\pi \cdot 167} \approx 450 об/мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p, \ [H],$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp};$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0{,}62$; $K_{\varphi p}=0{,}89$; $K_{\gamma p}=1{,}1$; $K_{\lambda p}=1{,}0$;

Получим: $K_P = 0{,}62 \cdot 0{,}89 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 = 0{,}61$.

Постоянная *Ср* и показатели степени *x, y, n* приведены в табл.22[1, стр.372]: *Ср=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15.*

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 3{,}5^{1,0} \cdot 0{,}11^{0,75} \cdot 230^{-0,15} \cdot 0{,}61 = 535{,}46 H.$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{535{,}46 \cdot 230}{1020 \cdot 60} = 2 кВт.$$

Мощность станка: $N_{CT} = N \cdot (1{,}2...1{,}5) = 2 \cdot 1{,}2 = 2{,}4 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ: сверление $D_{1.4}$

Подача $S=0,43\cdot0,8=0,34$*мм/об* [1, табл.35, стр.381].

Скорость резания V, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

$$V=\frac{C_V\cdot D^q}{(T^m\cdot s^y)}\cdot K_V,$$

где: $T=45$*мин* – стойкость инструмента (период работы инструмента до затупления)[1, табл.40, стр.384].

Значения коэффициента C_V и показателей степени x, y и m приведены в табл.38 [1, стр.383] :

$$C_V=9,8;\ q=0,4;\ y=0,5;\ m=0,2.$$

K_V - Общий поправочный коэффициент на скорость реания, учитывающий фактические условия резания,

$$K_V=K_{MV}\cdot K_{NV}\cdot K_{LV},$$

где $K_{MV}=K_Г\left(\frac{750}{\sigma_в}\right)^{nv}=1\cdot\left(\frac{750}{400}\right)^{-0,9}=0,57$; $K_{NV}=1$;

K_{LV}=0,7 - коэффициент, учитывающий глубину сверления[1, табл.41, стр.385].

Получим: $K_V=0,57\cdot1,0\cdot0,7=0,4$

$$V=\frac{C_V\cdot D^q}{(T^m\cdot s^y)}\cdot K_V=\frac{9,8\cdot16^{0,4}}{45^{0,2}\cdot0,34^{0,5}}\cdot0,4=9,57\,м/мин.$$

Частота вращения $n=\frac{1000\cdot v}{\pi D}=\frac{1000\cdot9,57}{\pi\cdot16}\approx190\,об/мин$.

Принимаем: $n=200\,об/мин$

Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 16 \cdot 200}{1000} = 10 м/мин .$$

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{KP} = 10 C_M D^q S^y K_P$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0{,}0345$; $q = 2$; $y = 0{,}8$ [1, табл.42, стр.385].

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки:

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0{,}75} = 0{,}624 .$$

Получим: $M_{KP} = 10 C_M D^q S^y K_P = 10 \cdot 0{,}0345 \cdot 16^2 \cdot 0{,}34^{0{,}8} \cdot 0{,}624 = 23{,}15 Н \cdot м$.

Осевая сила определяется по формуле:

$$P_O = 10 C_P D^q S^y K_P ,$$

Значения коэффициентов: $C_P = 68$; $q = 1$; $y = 0{,}7$ [1, табл.42, стр.385].

$$P_O = 10 C_P D^q S^y K_P = 10 \cdot 68 \cdot 16 \cdot 0{,}34^{0{,}7} \cdot 0{,}624 = 3190{,}9 Н .$$

Мощность резания:

$$Ne = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{23{,}15 \cdot 200}{9750} = 0{,}47 кВт .$$

Мощность станка: $N_{CT} = N \cdot (1{,}2 ... 1{,}5) = 0{,}47 \cdot 1{,}2 = 0{,}56 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ: рассверливание *D1.5*

Глубина резания: $t = \frac{D_{1.5} - D_{1.4}}{2} = \frac{30 - 16}{2} = 7 мм$.

Подача *S*=*0,62·0,9=0,56мм/об* [1, табл.35, стр.381].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V ,$$

где: $T=50мин$ – стойкость инструмента (период работы инструмента до затупления)[1, табл.40, стр.384].

Значения коэффициента C_V и показателей степени x, y и m приведены в табл.39 [1, стр.383] : $C_V=16,2;\ q=0,4;\ x=0,2;\ y=0,5;\ m=0,2$.

K_V - Общий поправочный коэффициент на скорость реания, учитывающий фактические условия резания,

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{\Pi V} \cdot K_{LV},$$

где $K_{MV} = K_Г\left(\frac{750}{\sigma_в}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400}\right)^{-0,9} = 0,57$; $K_{Nv}=1$; $K_{\Pi v}=1$; $K_{LV}=1$.

Получим: $K_V = 0,57 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,57$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{16,2 \cdot 30^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 7^{0,2} \cdot 0,56^{0,5}} \cdot 0,57 = 14,85 м/мин.$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 14,85}{\pi \cdot 30} \approx 158 об/мин$.

Принимаем: $n = 160 об/мин$

Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 160}{1000} = 15 м/мин.$$

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{KP} = 10 C_M D^q t^x S^y K_P$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,09$; $q = 1$; $x = 0,9$; $y = 0,8$ [1, табл.42, стр.385].

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки:

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_в}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0,624.$$

Получим:

$$M_{KP} = 10 C_M D^q t^x S^y K_P = 10 \cdot 0{,}09 \cdot 30^1 \cdot 7^{0{,}9} \cdot 0{,}56^{0{,}8} \cdot 0{,}624 = 61{,}14 H \cdot м .$$

Осевая сила определяется по формуле:

$$P_O = 10 C_P D^q t^x S^y K_P ,$$

Значения коэффициентов: $C_P = 67$; $x = 1{,}2$; $y = 0{,}65$ [1, табл.42, стр.385].

$$P_O = 10 C_P D^q t^x S^y K_P = 10 \cdot 67 \cdot 7^{1{,}2} \cdot 0{,}56^{0{,}65} \cdot 0{,}624 = 2962{,}7 H .$$

Мощность резания:

$$Ne = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{61{,}14 \cdot 160}{9750} = 1 кВт .$$

Мощность станка: $N_{CT} = N \cdot (1{,}2 ... 1{,}5) = 1 \cdot 1{,}2 = 1{,}2 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ: рассверливание *D1.6*

Глубина резания: $t = \frac{D_{1.6} - D_{1.5}}{2} = \frac{50 - 30}{2} = 10 мм$.

Подача *S*=*0,89·0,9=0,8мм/об* [1, табл.35, стр.381].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V ,$$

где: *T=90мин; C_V=16,2; q=0,4; x=0,2; y=0,5; m=0,2;*

K_V - Общий поправочный коэффициент на скорость реания, учитывающий фактические условия резания,

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{LV} ,$$

где $K_{MV} = K_Г \left(\frac{750}{\sigma_в} \right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^{-0{,}9} = 0{,}57$; $K_{Nv}=1$; $K_{Пv}=1$; $K_{LV}=1$.

Получим: $K_V = 0{,}57 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 0{,}57$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{16{,}2 \cdot 50^{0{,}4}}{90^{0{,}2} \cdot 10^{0{,}2} \cdot 0{,}8^{0{,}5}} \cdot 0{,}57 = 12{,}72 м/мин .$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 12{,}72}{\pi \cdot 50} \approx 80 об/мин$.

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{KP} = 10 C_M D^q t^x S^y K_P$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0{,}09$; $q = 1$; $x = 0{,}9$; $y = 0{,}8$ [1, табл.42, стр.385].

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки:

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0{,}75} = 0{,}624 .$$

Получим:

$$M_{KP} = 10 C_M D^q t^x S^y K_P = 10 \cdot 0{,}09 \cdot 50^1 \cdot 10^{0{,}9} \cdot 0{,}8^{0{,}8} \cdot 0{,}624 = 187{,}3 H \cdot м .$$

Осевая сила определяется по формуле:

$$P_O = 10 C_P D^q t^x S^y K_P ,$$

Значения коэффициентов: $C_P = 67$; $x = 1{,}2$; $y = 0{,}65$ [1, табл.42, стр.385].

$$P_O = 10 C_P D^q t^x S^y K_P = 10 \cdot 67 \cdot 10^{1{,}2} \cdot 0{,}8^{0{,}65} \cdot 0{,}624 = 5731 H .$$

Мощность резания:

$$Ne = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{187{,}3 \cdot 90}{9750} = 1{,}73 кВт .$$

Мощность станка: $N_{CT} = N \cdot (1{,}2 ... 1{,}5) = 1{,}73 \cdot 1{,}2 = 2{,}08 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ: черновое расточивание *D1.7*

Глубина резания: $t_0 = \frac{D_{1.7} - D_{1.6}}{2} = \frac{109,2 - 50}{2} = 59,2 мм$.

Число рабочих ходов: $i = \frac{t_0}{t_{\max}} = \frac{59,2}{4} \approx 15$.

Т. е. **черновое растачивание:** $t_1 = t_2 = ... = t_{14} = 4 мм$.

Подача *S*=*1мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: *T=30мин; CV=350; x=0,15; y=0,2; m=0.20;*

KV - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Uv} \times K_{Pv} \times K_{\varphi v} \times K_{\varphi 1 v} \times K_{rv},$$

где $K_{MV} = K_Г \left(\frac{750}{\sigma_в}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400}\right)^1 = 1,88$; $K_{Uv} = 1$; $K_{Pv} = 1,0$; $K_{\varphi v} = 1,0$; $K_{\varphi 1 v} = 0,87$; $K_{rv} = 1,0$.

Получим: $K_V = 1,88 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 1,0 = 1,64$.

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 1^{0,2}} \cdot 1,64 = 236,9 м/мин.$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 236,9}{\pi \cdot 109,2} \approx 690 об/мин$.

Принятая частота врашения $n_{ст} = 630 об/мин$.

Тогда: $V_{ст} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 109,2 \cdot 630}{1000} = 216 м/мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p \text{, } [H],$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} ;$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0,62$; $K_{\varphi p}=1,0$; $K_{\gamma p}=1,1$; $K_{\lambda p}=1,0$.

Получим: $K_P = 0,62 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 0,68$.

Постоянная C_p и показатели степени x, y, n приведены в табл.22[1, стр.372]: $C_p=300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$.

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 4^{1,0} \cdot 1^{0,75} \cdot 216^{-0,15} \cdot 0,68 = 3590H .$$

Окончательное растачивание: $t_{15} = 3,2мм$.

Подача *S*=*0,11мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: $T=30мин$; $C_V=350$; $x=0,15$; $y=0,2$; $m=0.20$;

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{\Pi v} \times K_{\varphi v} \times K_{\varphi 1 v} \times K_{rv} ,$$

где $K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400}\right)^1 = 1,88$; $K_{Iv}=1$; $K_{\Pi v}=1,0$; $K_{\varphi v}=1,0$; $K_{\varphi 1 v}=0,87$; $K_{rv}=1,0$;

Получим: $K_V = 1,88 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 1,0 = 1,64$.

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 3,2^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 1,64 = 382,58 м / мин .$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 382,58}{\pi \cdot 109,2} \approx 1000 об / мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p , [H],$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} ;$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0,62$; $K_{\varphi p}=1,0$; $K_{\gamma p}=1,1$; $K_{\lambda p}=1,0$.

Получим: $K_P = 0,62 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 0,68$.

Постоянная *Ср* и показатели степени *x, y, n* приведены в табл.22[1, стр.372]: *Ср=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15.*

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 3,2^{1,0} \cdot 0,11^{0,75} \cdot 382,58^{-0,15} \cdot 0,68 = 508,5 H .$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3590 \cdot 216}{1020 \cdot 60} = 12,2 кВт .$$

Мощность станка: $N_{CT} = N \cdot (1,2...1,5) = 12,2 \cdot 1,5 = 18,3 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ:окончательое расточивание $D_{1.8}$

Глубина резания: $t = \frac{D_{1.8} - D_{1.7}}{2} = \frac{110 - 109,2}{2} = 0,4 мм$.

Подача *S*=*0,11мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: *T=30мин; CV=350; x=0,15; y=0,2; m=0.20;*

KV - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$KV = KMv \times KIIv \times KIIv \times K\varphi v \times K\varphi 1v \times Krv ,$$

где $KMV = KГ\left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400}\right)^{1} = 1{,}88$; *KIIv =1*; *KIIv=1,0*; *Kφv=1,0*; *Kφ1v=0,87*; *Krv=1,0.*

Получим: $K_V = 1{,}88 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}87 \cdot 1{,}0 = 1{,}64$.

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0{,}4^{0,15} \cdot 0{,}11^{0,2}} \cdot 1{,}64 = 523{,}3 м / мин .$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 523{,}3}{\pi \cdot 110} \approx 1250 об / мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p , [H],$$

где *CP* – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; *KP* – поправочный коэффициент.

$$KP = KMp \times K\varphi p \times K\gamma p \times K\lambda p \times Krp ;$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0{,}62$; *Kφp=1,0*; *Kγp=1,1*; *Kλp=1,0.*

Получим: $K_P = 0{,}62 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 = 0{,}68$.

Постоянная *Cp* и показатели степени *x, y, n* приведены в табл.22[1,

стр.372]: *Ср=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15.*

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0{,}4^{1{,}0} \cdot 0{,}11^{0{,}75} \cdot 523{,}3^{-0{,}15} \cdot 0{,}68 = 60{,}4H .$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{60{,}4 \cdot 523{,}3}{1020 \cdot 60} = 0{,}52 кВт .$$

Мощность станка: $N_{СТ} = N \cdot (1{,}2...1{,}5) = 0{,}52 \cdot 1{,}2 = 0{,}62 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ: точение фаски *А1.9*

Глубина резания: $t = 2мм$.

Подача *S*=*0,11мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: *T=30мин; CV=350; x=0,15; y=0,2; m=0.20.*

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Иv} \times K_{Пv} \times K\varphi v \times K\varphi_1 v \times K_r v ,$$

где $K_{MV} = K_Г \left(\frac{750}{\sigma_в} \right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1{,}88$; $K_{Иv} = 1$; $K_{Пv} = 1{,}0$; $K\varphi v = 1{,}0$; $K\varphi_1 v = 0{,}87$; $K_r v = 1{,}0$;

Получим: $K_V = 1{,}88 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}87 \cdot 1{,}0 = 1{,}64$.

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0{,}2} \cdot 2^{0{,}15} \cdot 0{,}11^{0{,}2}} \cdot 1{,}64 = 410{,}1 м/мин .$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 410{,}1}{\pi \cdot 110} \approx 1200 об/мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы,

направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p \text{, [Н],}$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} ;$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0,62$; $K_{\varphi p}=1,0$; $K_{\gamma p}=1,1$; $K_{\lambda p}=1,0$.

Получим: $K_P = 0,62 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 0,68$.

Постоянная C_p и показатели степени x, y, n приведены в табл.22[1, стр.372]: $C_p=300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$.

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2^{1,0} \cdot 0,11^{0,75} \cdot 410,1^{-0,15} \cdot 0,68 = 313,8 H .$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{313,8 \cdot 410,1}{1020 \cdot 60} = 2 кВт .$$

Мощность станка: $N_{CT} = N \cdot (1,2...1,5) = 2 \cdot 1,2 = 2,4 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ:точение *А2.1*

Глубина резания: $t = 1,46 мм$.

Подача *S*=*0,11мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: $T=30$мин; $C_V=350$; $x=0,15$; $y=0,2$; $m=0.20$.

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Пv} \times K_{\varphi v} \times K_{\varphi 1 v} \times K_{rv},$$

где $K_{MV} = K_Г \left(\frac{750}{\sigma_в}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400}\right)^{1} = 1{,}88$; $K_{Iv} = 1$; $K_{Пv} = 1{,}0$; $K_{\varphi v} = 1{,}0$; $K_{\varphi 1 v} = 0{,}94$; $K_{rv} = 1{,}0$;

Получим: $K_V = 1{,}88 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}94 \cdot 1{,}0 = 1{,}76$.

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 1{,}46^{0,15} \cdot 0{,}11^{0,2}} \cdot 1{,}76 = 461 м/мин.$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 461}{\pi \cdot 167} \approx 900 об/мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p, \ [H],$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp};$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n} = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0{,}62$; $K_{\varphi p} = 1{,}0$; $K_{\gamma p} = 1{,}1$; $K_{\lambda p} = 1{,}0$.

Получим: $K_P = 0{,}62 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 = 0{,}68$.

Постоянная *Cp* и показатели степени *x, y, n* приведены в табл.22[1, стр.372]: *Cp=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15.*

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1{,}46^{1,0} \cdot 0{,}11^{0,75} \cdot 461^{-0,15} \cdot 0{,}68 = 226 H.$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{226 \cdot 461}{1020 \cdot 60} = 1{,}7 кВт.$$

Мощность станка: $N_{CT} = N \cdot (1{,}2 \ldots 1{,}5) = 1{,}7 \cdot 1{,}2 = 2{,}04 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ: черновое расточивание *d2.2*

Глубина резания: $t_0 = \frac{d_{1.2} - d_{2.2}}{2} = \frac{167 - 79{,}3}{2} = 43{,}85 мм$.

Число рабочих ходов: $i = \frac{t_0}{t_{\max}} = \frac{43{,}85}{4} \approx 11$.

Т. е. **черновое растачивание:** $t_1 = t_2 = ... = t_{10} = 4 мм$.

Подача *S*=*1мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: *T=30мин; C_V=350; x=0,15; y=0,2; m=0.20;*

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Uv} \times K_{\Pi v} \times K_{\varphi v} \times K_{\varphi 1 v} \times K_{rv},$$

где $K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_в}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400}\right)^1 = 1{,}88$; $K_{Uv} = 1$; $K_{\Pi v} = 1{,}0$; $K_{\varphi v} = 1{,}0$; $K_{\varphi 1 v} = 0{,}94$; $K_{rv} = 1{,}0$;

Получим: $K_V = 1{,}88 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}94 \cdot 1{,}0 = 1{,}76$.

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 1^{0,2}} \cdot 1{,}76 = 254 м/мин.$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 254}{\pi \cdot 167} \approx 500 об/мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p, \ [H],$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего

материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp};$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0,62$; $K_{\varphi p}=1,0$; $K_{\gamma p}=1,1$; $K_{\lambda p}=1,0$.

Получим: $K_P = 0,62 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 0,68$.

Постоянная C_p и показатели степени x, y, n приведены в табл.22[1, стр.372]: $C_p=300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$.

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 4^{1,0} \cdot 1^{0,75} \cdot 254^{-0,15} \cdot 0,68 = 3549H.$$

Окончательное растачивание: $t_{11} = 3,85мм$.

Подача *S*=*0,11мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: $T=30мин$; $C_V=350$; $x=0,15$; $y=0,2$; $m=0.20$;

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Uv} \times K_{\Pi v} \times K_{\varphi v} \times K_{\varphi 1 v} \times K_{rv},$$

где $K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_в}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400}\right)^1 = 1,88$; $K_{Uv}=1$; $K_{\Pi v}=1,0$; $K_{\varphi v}=1,0$; $K_{\varphi 1 v}=0,94$; $K_{rv}=1,0$;

Получим: $K_V = 1,88 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,94 \cdot 1,0 = 1,76$.

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 3,85^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 1,76 = 400м/мин.$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 400}{\pi \cdot 167} \approx 800об/мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p \text{, [H],}$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} ;$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0,62$; $K\varphi p=1,0$; $K\gamma p=1,1$; $K\lambda p=1,0$.

Получим: $K_P = 0,62 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 0,68$.

Постоянная *Ср* и показатели степени *x, y, n* приведены в табл.22[1, стр.372]: *Ср=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15.*

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 3,85^{1,0} \cdot 0,11^{0,75} \cdot 400^{-0,15} \cdot 0,68 = 612H .$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3549 \cdot 254}{1020 \cdot 60} = 14,7 кВт .$$

Мощность станка: $N_{CT} = N \cdot (1,2...1,5) = 14,7 \cdot 1,2 = 17,64 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ:черновое расточивание *D2.3*

Глубина резания: $t = \frac{D_{2.3} - D_{1.5}}{2} = \frac{31,2 - 30}{2} = 0,6 мм$.

Подача *S*=*0,11мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: *T=30мин; C_V=350; x=0,15; y=0,2; m=0.20.*

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного

значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Uv} \times K_{Pv} \times K\varphi v \times K\varphi_1 v \times K_r v ,$$

где $K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_в} \right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^{1} = 1{,}88$; $K_{Uv} = 1$; $K_{Pv} = 1{,}0$; $K\varphi v = 1{,}0$; $K\varphi_1 v = 0{,}94$; $K_r v = 1{,}0$;

Получим: $K_V = 1{,}88 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}94 \cdot 1{,}0 = 1{,}76$.

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0{,}6^{0,15} \cdot 0{,}11^{0,2}} \cdot 1{,}76 = 525{,}35 м/мин .$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 525{,}35}{\pi \cdot 31{,}2} \approx 5357 об/мин$.

Принятая частота вращения: $n_{ст} = 1250 об/мин$.

Тогда: $V_{ст} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 31{,}2 \cdot 1250}{1000} = 122{,}5 м/мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p , \ [H],$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K\varphi p \times K\gamma p \times K\lambda p \times K_r p ;$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n} = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0{,}62$; $K\varphi p = 1{,}0$; $K\gamma p = 1{,}1$; $K\lambda p = 1{,}0$.

Получим: $K_P = 0{,}62 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 = 0{,}68$.

Постоянная *Cp* и показатели степени *x, y, n* приведены в табл.22[1, стр.372]: *Cp=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15.*

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0{,}6^{1,0} \cdot 0{,}11^{0,75} \cdot 122{,}5^{-0,15} \cdot 0{,}68 = 114 H .$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{114 \cdot 122{,}5}{1020 \cdot 60} = 0{,}2 кВт .$$

Мощность станка: $N_{СТ} = N \cdot (1{,}2...1{,}5) = 0{,}2 \cdot 1{,}2 = 0{,}24 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ:окончательое расточивание *D2.4*

Глубина резания: $t = \frac{D_{2.4} - D_{2.3}}{2} = \frac{31{,}7 - 31{,}2}{2} = 0{,}25 мм .$

Подача *S*=*0,11мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: *T=30мин; CV=350; x=0,15; y=0,2; m=0.20;*

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Иv} \times K_{Пv} \times K_{\varphi v} \times K_{\varphi 1 v} \times K_{rv} ,$$

где $K_{MV} = K_Г \left(\frac{750}{\sigma_в} \right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1{,}88$; *KИv =1*; *KПv=1,0*; *Kφv=1,0*; *Kφ1v=0,94*; *Krv=1,0*;

Получим: $K_V = 1{,}88 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}94 \cdot 1{,}0 = 1{,}76$.

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0{,}2} \cdot 0{,}25^{0{,}15} \cdot 0{,}11^{0{,}2}} \cdot 1{,}76 = 603{,}18 м / мин .$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 603{,}18}{\pi \cdot 31{,}7} \approx 6060 об / мин$.

Принятая частота вращения: $n_{ст} = 1250 об / мин$.

Тогда: $V_{ст} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 31{,}7 \cdot 1250}{1000} = 124{,}4 м / мин .$

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы,

направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p \text{, } [H],$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} ;$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,62$; $K_{\varphi p}=1,0$; $K_{\gamma p}=1,1$; $K_{\lambda p}=1,0$.

Получим: $K_P = 0,62 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 0,68$.

Постоянная *Ср* и показатели степени *x, y, n* приведены в табл.22[1, стр.372]: *Ср=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15.*

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^{1,0} \cdot 0,11^{0,75} \cdot 124,4^{-0,15} \cdot 0,68 = 46,5H .$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{46,5 \cdot 124,4}{1020 \cdot 60} = 0,1 кВт .$$

Мощность станка: $N_{CT} = N \cdot (1,2...1,5) = 0,1 \cdot 1,2 = 0,12 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ:точение фаски *А2.5*

Глубина резания: $t = 1,14 мм$.

Подача *S*=*0,11мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Частота вращения: $n = n_{ст} = 1250 об / мин$.

Скорость резания *V*: $V_{ст} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 1250}{1000} = 118 м / мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p \text{, } [H],$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp};$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0,62$; $K_{\varphi p}=1,0$; $K_{\gamma p}=1,1$; $K_{\lambda p}=1,0$.

Получим: $K_P = 0,62 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 0,68$.

Постоянная C_p и показатели степени x, y, n приведены в табл.22[1, стр.372]: $C_p=300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$.

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1,14^{1,0} \cdot 0,11^{0,75} \cdot 118^{-0,15} \cdot 0,68 = 180 H.$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{180 \cdot 118}{1020 \cdot 60} = 0,35 кВт.$$

Мощность станка: $N_{CT} = N \cdot (1,2...1,5) = 0,35 \cdot 1,2 = 0,42 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ: точение фаски *А2.6*

Глубина резания: $t = 2 мм$.

Подача *S*=*0,11мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: $T=30мин$; $C_V=350$; $x=0,15$; $y=0,2$; $m=0.20$.

K_V - поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания.

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Пv} \times K_{\varphi v} \times K_{\varphi 1 v} \times K_{rv},$$

где $K_{MV} = K_Г\left(\frac{750}{\sigma_в}\right)^{nv} = 1\cdot\left(\frac{750}{400}\right)^{1} = 1{,}88$; $K_{Иv} = 1$; $K_{Пv} = 1{,}0$; $K_{\varphi v} = 1{,}0$; $K_{\varphi 1 v} = 0{,}87$; $K_{rv} = 1{,}0$;

Получим: $K_V = 1{,}88 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}87 \cdot 1{,}0 = 1{,}64$.

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0{,}11^{0,2}} \cdot 1{,}64 = 410{,}1 м/мин .$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 410{,}1}{\pi \cdot 110} \approx 1200 об/мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p , \ [H],$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} ;$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0{,}62$; $K_{\varphi p} = 1{,}0$; $K_{\gamma p} = 1{,}1$; $K_{\lambda p} = 1{,}0$.

Получим: $K_P = 0{,}62 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 = 0{,}68$.

Постоянная *Cp* и показатели степени *x, y, n* приведены в табл.22[1, стр.372]: *Cp=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15.*

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2^{1,0} \cdot 0{,}11^{0,75} \cdot 410{,}1^{-0,15} \cdot 0{,}68 = 313{,}8 H .$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{313{,}8 \cdot 410{,}1}{1020 \cdot 60} = 2 кВт .$$

Мощность станка: $N_{СТ} = N \cdot (1{,}2 \ldots 1{,}5) = 2 \cdot 1{,}2 = 2{,}4 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ:окончательное точение *d2.7*

Глубина резания: $t = \frac{d_{2.2} - d_{2.7}}{2} = \frac{79{,}3 - 75}{2} = 2{,}15 мм$.

Подача *S*=*0,11мм/об* [1, табл.14, стр.366].

Частота вращения: $n = n_{ст} = 1250 об / мин$.

Скорость резания *V*: $V_{ст} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 79{,}3 \cdot 1250}{1000} = 311 м / мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p, \ [H],$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp};$$

где $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0{,}75} = 0{,}62$; $K_{\varphi p}=1{,}0$; $K_{\gamma p}=1{,}1$; $K_{\lambda p}=1{,}0$.

Получим: $K_P = 0{,}62 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 = 0{,}68$.

Постоянная *Ср* и показатели степени *x, y, n* приведены в табл.22[1, стр.372]: *Ср=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15.*

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2{,}15^{1{,}0} \cdot 0{,}11^{0{,}75} \cdot 311^{-0{,}15} \cdot 0{,}68 = 330 H .$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{330 \cdot 311}{1020 \cdot 60} = 1{,}67 кВт .$$

Мощность станка: $N_{CT} = N \cdot (1{,}2 ... 1{,}5) = 1{,}67 \cdot 1{,}2 = 2 кВт$.

Токарная операция с ЧПУ: фасонное точение *А2.8.3*

Глубина резания: $t = 31{,}54 мм$.

Подача *S*=*0,08мм/об* [1, табл.16, стр.367].

Скорость резания *V*, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

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

где: *T=30мин; CV=22,7; y=0,5; m=0.30; KV=0,85*[1, п.4, стр.368].

$$V = \frac{C_V}{(T^m \cdot t^x \cdot s^y)} \cdot K_V = \frac{22{,}7}{30^{0,2} \cdot 0{,}08^{0,5}} \cdot 0{,}85 = 35 м / мин .$$

Частота вращения $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 35}{\pi \cdot 167} \approx 70 об / мин$.

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p , [H],$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = 0{,}75 ;$$

Постоянная *Ср* и показатели степени *x, y, n* приведены в табл.22[1, стр.372]: *Ср=212; x=1,0; y=0,75; n=0.*

$$P_Z = 10 \cdot 212 \cdot 31{,}54^{1,0} \cdot 0{,}08^{0,75} \cdot 0{,}75 = 7544 H .$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{7544 \cdot 35}{1020 \cdot 60} = 4{,}1 кВт .$$

Мощность станка: $N_{СТ} = N \cdot (1{,}2...1{,}5) = 4{,}1 \cdot 1{,}2 = 5{,}16 кВт$.

Внутренная шлифовальная операция: *D3.1*

Глубина шлифования: $t = 0{,}3мм$.

Выбираем шлифовальный круг на основе электрокорунда белого:

AW 20×10 25А 40 СМ2 6 К5 А 35 м/с

где: AW –форма круга;

20×10 – параметры круга (наружный диаметр, высота);

25А – марка абразивного зерна (электрокорунд белый);

40 – зернистость круга;

СМ2 – твёрдость круга (среднемягкий);

6 – структура круга;

К5 – марка связки (керамическая 5);

А – класс точности;

35м/с – рабочая окружная скорость.

Частота вращения заготовки: $n_{заг} = 120об/мин$.

Скорость заготовки: $V_{заг} = \frac{\pi \cdot d_{заг} \cdot n_{заг}}{1000} = \frac{\pi \cdot 31{,}7 \cdot 120}{1000} = 12м/мин$.

Глубину резания выбираем по таблице 130[1, стр.439]: *t=0,003мм* на один проход. Общее количество ходов 100.

Продольная подача: $S = 0{,}4 \cdot B = 0{,}4 \cdot 10 = 4мм/об$.

Эффективная мощность, кВт, при шлифовании периферией круга:

$$N = C_N \cdot V_з^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

Значение коэффициента C_N и показателей степени в табл.131 [1, стр. 441].

$$C_N = 0{,}27;\ r = 0{,}5;\ x = 0{,}4;\ y = 0{,}4;\ q = 0{,}3.$$

Получим: $N = 0{,}27 \cdot 12^{0{,}5} \cdot 0{,}003^{0{,}4} \cdot 7^{0{,}4} \cdot 20^{0{,}3} = 0{,}5_{кВт}$.

Мощность станка: $N_{СТ} = N \cdot 1{,}2 = 0{,}5 \cdot 1{,}2 = 0{,}6_{кВт}$.

Долбежная операция: *D3.1*

Глубина резания: $t = 3{,}5мм$.

Подача *S*=*0,5мм/дв. ход* [1, табл.12, стр.365].

Число рабочих ходов: $n = \frac{3{,}5}{0{,}5} = 7$.

Скорость резания *V*, *м/мин,* выбираем из табл.34[1, стр.380]:

$$V = 15м/мин,$$

Сила резания *P* принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка *(Pz, Py, Px)*.

$$P_Z = 10 \cdot C_p t^x s^y v^n K_p, \ [H],$$

где C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала; K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = 0{,}68 ;$$

Постоянная *Ср* и показатели степени *x, y, n* приведены в табл.22[1, стр.372]: *Ср=247; x=1,0; y=0,75; n=0.*

$$P_Z = 10 \cdot 247 \cdot 0{,}5^{1{,}0} \cdot 0{,}5^{0{,}75} \cdot 0{,}68 = 499H.$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{499 \cdot 15}{1020 \cdot 60} = 0{,}12кВт.$$

Мощность станка: $N_{СТ} = N \cdot (1{,}2...1{,}5) = 0{,}12 \cdot 1{,}2 = 0{,}14кВт$.

Сверлильная операция с ЧПУ: сверление $D_{5.1}$

Подача $S=0,32\cdot0,9=0,3$*мм/об* [1, табл.35, стр.381].

Скорость резания V, *м/мин,* рассчитывается по формуле:

$$V=\frac{C_V\cdot D^q}{(T^m\cdot s^y)}\cdot K_V,$$

где: $T=25$*мин* – стойкость инструмента (период работы инструмента до затупления)[1, табл.40, стр.384].

Значения коэффициента C_V и показателей степени x, y и m приведены в табл.38 [1, стр.383] :

$$C_V=9,8;\ q=0,4;\ y=0,5;\ m=0,2.$$

K_V - Общий поправочный коэффициент на скорость реания, учитывающий фактические условия резания,

$$K_V=K_{MV}\cdot K_{NV}\cdot K_{LV},$$

где $K_{MV}=1\cdot\left(\frac{750}{400}\right)^{-0,9}=0,57$; $K_{NV}=1$; $K_{LV}=0,7$

Получим: $K_V=0,57\cdot1,0\cdot0,7=0,4$

$$V=\frac{C_V\cdot D^q}{(T^m\cdot s^y)}\cdot K_V=\frac{9,8\cdot10^{0,4}}{25^{0,2}\cdot0,3^{0,5}}\cdot0,4=9,44\,м/мин.$$

Частота вращения $n=\frac{1000\cdot v}{\pi D}=\frac{1000\cdot9,44}{\pi\cdot10}\approx300\,об/мин$.

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{KP}=10C_MD^qS^yK_P$$

Значения коэффициентов: $C_M=0,0345$; $q=2$; $y=0,8$ [1, табл.42, стр.385].

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки:

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0,624 .$$

Получим: $M_{KP} = 10 C_M D^q S^y K_P = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^2 \cdot 0,3^{0,8} \cdot 0,624 = 8,2 H \cdot м$.

Осевая сила определяется по формуле:

$$P_O = 10 C_P D^q S^y K_P ,$$

Значения коэффициентов: $C_P = 68$; $q = 1$; $y = 0,7$ [1, табл.42, стр.385].

$$P_O = 10 C_P D^q S^y K_P = 10 \cdot 68 \cdot 10 \cdot 0,3^{0,7} \cdot 0,624 = 1826,7 H .$$

Мощность резания:

$$Ne = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{8,2 \cdot 300}{9750} = 0,25 кВт .$$

Мощность станка: $N_{CT} = N \cdot (1,2...1,5) = 0,25 \cdot 1,2 = 0,3 кВт$.

7. Выбор средств технологического оснащения

7.1 Станок токарный с ЧПУ - 16К30Ф305

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:	
над станиной	630
над суппортом	320
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	1400
Частота вращения шпинделя, об/мин	6,3 – 1250
Подача суппорта, мм/мин:	
продольная	1 – 1200
поперечная	1 – 600
Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин:	
продольного	4800
поперечного	2400
Дискретность отсчета по координатам, мм	
продольной	0,01
поперечной	0,005
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	22
Система программного управления	Н22-1М
Длина	4500
Ширина	2200
Высота	1600
Масса, кг	7500

7.2 Станок внутришлифовальный - 3К227А

Минимальный и максимальный диаметр, шлифуемых отверстий, мм	20-150
Максимальная длина шлифования(при наибольшем диаметре отверстия), мм	125
Максимальный угол поворота бабки изделия (при шлифовании конусных отверстий), град	45
Максимальный ход стола, мм	450
Диапазон числа оборотов шпинделя изделия (регулировка бесступенчатая), об/мин	60-1000
Наибольшие диаметр и высота шлифовального круга	80×50
Мощность электродвигателя привода шлифовального круга, кВт	4
Габариты станка (мм)	2815×1900×1750
Масса, кг	4300

7.3 Станок долбежный - 7А412

Длина хода долбяка, мм	10-100
Расстояние от наружной плоскости резцедержателя до станины (вылет), мм	330
Расстояние от плоскости стола до нижнего конца направляющих долбяка, мм	240
Диаметр рабочей поверхности стола, мм	360
Максимальное перемещение стола, мм	
продольное	350
поперечное	280
Максимальный угол наклона долбяка, град	±6
Максимальный угол поворота головки резцедержателя, град	±90
Установочное регулирование хода долбяка, мм	150
Диапазон чисел двойных ходов в минуту долбяка	52-210
Диапазон подач стола, мм/дв. ход	
продольных	0,1-1,0
поперечных	0,1-1,0
круговых, град	0,07-0,67
Максимальное усилие резания, кг	600
Мощность главного двигателя, кВт	0,8-1,5
Габаритные размеры станка, мм	1950×980×1825
Масса, кг	1200

7.4 Станок настольно-сверлильный - 2М112

Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	12
Рабочая поверхность стола, мм	250×250
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	400
Вылет шпинделя, мм	190
Наибольший ход шпинделя, мм	100
Наибольшее вертикальное перемещение: -сверлильной головки, мм -стола, мм	 300 -
Число скоростей шпинделя	5
Частота вращения шпинделя, об/мин	450 – 4500
Подача шпинделя, мм/об	ручная
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	0,6
Габаритные размеры:	770×370×820
Масса, кг	120

8. Нормирование технологических операций

8.1 Расчет основного времении

Основное время - время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времении производят на основании следующей зависимости:

$$T_o = L \cdot i / (n \cdot S), мин ,$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_в + l_{сх} + l_{пд},$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

$lв$ – величина врезания инструмента, мм;

$lсх$ – величина схода инструмента, мм;

$lпд$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $lсх = lпд = 1$ *мм.*

Величина врезания инструмента:

$$l_{вр} = t / tg\varphi,$$

где t – глубина резания, мм;

φ – главный угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S), мин$$

Основное время для первой токарной операции:

Переход 1:

$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (90 + 2{,}5 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (700 \cdot 0{,}11) = 1{,}23 мин,$$

Переход 2:

$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (90 + 3{,}5 / tg90^\circ + 1 + 1) \cdot 3 / (450 \cdot 0{,}11) = 5{,}58 мин,$$

Переход 3:

$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (20 + 3 / tg60^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (1200 \cdot 0{,}1) = 0{,}20 мин,$$

Переход 4:

$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (108{,}9 + 8 / tg60^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (200 \cdot 0{,}34) = 1{,}70 мин,$$

Переход 5:

$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (108{,}9 + 7 / tg60^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (160 \cdot 0{,}56) = 1{,}28 мин,$$

Переход 6:

$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (53 + 10 / tg60^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (80 \cdot 0{,}8) = 0{,}95 мин,$$

Переход 7:

$$T_{o1} = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (53{,}56 + 4 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 14 / (630 \cdot 1) = 1{,}32 мин,$$

$$T_{o2} = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (53{,}56 + 3{,}2 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (1000 \cdot 0{,}11) = 0{,}53 мин,$$

Переход 8:

$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (53{,}56 + 0{,}4 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (1250 \cdot 0{,}11) = 0{,}41 мин,$$

Переход 9:

$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (2 + 2 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (1200 \cdot 0{,}11) = 0{,}05 мин.$$

Основное время для второй токарной операции:

Переход 1:

$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (90 + 1{,}46 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (900 \cdot 0{,}11) = 0{,}94 мин,$$

переход 2:

$$T_{o1} = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (24 + 4 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 10 / (500 \cdot 1) = 0{,}6 мин,$$

$$T_{o2} = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (24 + 3{,}85 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (800 \cdot 0{,}11) = 0{,}34 мин,$$

Переход 3:

$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (54 + 0{,}6 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (1250 \cdot 0{,}11) = 0{,}41 мин,$$

Переход 4:

$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (54 + 0{,}25 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (1250 \cdot 0{,}11) = 0{,}41 мин,$$

Переход 5:
$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (1{,}14 + 1{,}14 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (1250 \cdot 0{,}11) = 0{,}03 мин,$$

Переход 6:
$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (2 + 2 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (1200 \cdot 0{,}11) = 0{,}05 мин,$$

Переход 7:
$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (24 + 2{,}15 / tg45^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (1250 \cdot 0{,}11) = 0{,}20 мин,$$

Переход 8:
$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (12{,}5 + 31{,}54 / tg18^\circ + 1 + 1) \cdot 1 / (70 \cdot 0{,}08) = 19{,}92 мин.$$

Основное время для внутренней шлифовальной операции:
$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (54 + 1 + 1) \cdot 100 / (120 \cdot 4) = 11{,}67 мин.$$

Основное время для долбежной операции:
$$T_o = (l + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / V_{мм} = 58 \cdot 7 / (15 \cdot 1000) = 0{,}3 мин.$$

Основное время для сверлильной операции:
$$T_o = (l + t / tg\varphi + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S) = (18 + 2{,}9 + 1 + 1) \cdot 1 / (300 \cdot 0{,}3) = 0{,}25 мин.$$

8.2 Расчет норм вспомогательного времени для каждой операции

Вспомогательное время для каждой операции определяем по формуле[2]:

$$T_в = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из},$$

где $T_{у.с}$ - время на установку и снятие детали, мин;

$T_{з.о}$ - время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{уп}$ - время на приемы управления, мин;

$T_{из}$ - время на измерение детали, мин;

Вспомогательное время для первой токарной операции:
$$T_в = 0{,}16 + 0{,}06 + 0{,}01 + 0{,}02 + 0{,}01 + 0{,}02 = 0{,}28 мин;$$

Вспомогательное время для второй токарной операции:
$$T_в = 0{,}16 + 0{,}06 + 0{,}01 + 0{,}02 + 0{,}01 + 0{,}02 = 0{,}28 мин;$$

Вспомогательное время для внутренней шлифовальной операции:
$$T_в = 0{,}18 + 0{,}04 + 0{,}02 + 0{,}05 = 0{,}29 мин;$$

Вспомогательное время для долбежной операции:
$$T_в = 0{,}01 + 0{,}04 + 0{,}05 = 0{,}10 мин;$$

Вспомогательное время для сверлильной операции:

$T_в = 0{,}01 + 0{,}01 + 0{,}02 = 0{,}04 мин.$

8.3 Расчет времени на обслуживание рабочего места

Времени на обслуживание рабочего места $T_{обс,}$ *мин* определяется по формуле[2, стр.101]:

$$T_{обс} = \alpha \cdot T_{оп},$$

где α - норматив времени на обслуживание рабочего места[2, стр.214];

$T_{оп}$ - оперативное время: $T_{оп} = T_о + T_в, мин$.

Для первой токарной операции:

$T_{обс} = \alpha \cdot T_{оп} = 0{,}06 \cdot (13{,}25 + 0{,}28) = 0{,}81 мин;$

Для второй токарной операции:

$T_{обс} = \alpha \cdot T_{оп} = 0{,}06 \cdot (22{,}88 + 0{,}28) = 1{,}39 мин;$

Для внутренной шлифовальной операции:

$T_{обс} = \alpha \cdot T_{оп} = 0{,}02 \cdot (11{,}67 + 0{,}29) = 0{,}24 мин;$

Для долбежной операции:

$T_{обс} = \alpha \cdot T_{оп} = 0{,}06 \cdot (0{,}3 + 0{,}10) = 0{,}024 мин;$

Для сверлильной операции:

$T_{обс} = \alpha \cdot T_{оп} = 0{,}065 \cdot (0{,}25 + 0{,}04) = 0{,}02 мин.$

8.4 Расчет времени перерывов на отдых и личные надобности

Времени перерывов на отдых и личные надобности $T_{отд,}$ *мин* определяется по формуле[2, стр.101]:

$$T_{отд} = П_{отд} \cdot T_{оп},$$

где $П_{отд}$ - норматив времени на отдых[2, стр.215];

$T_{оп}$ - оперативное время: $T_{оп} = T_о + T_в, мин$.

Для первой токарной операции:

$$T_{отд} = П_{отд} \cdot T_{оп} = 0{,}05 \cdot (13{,}25 + 0{,}28) = 0{,}68 мин;$$

Для второй токарной операции:

$$T_{отд} = П_{отд} \cdot T_{оп} = 0{,}05 \cdot (22{,}88 + 0{,}28) = 1{,}16 мин;$$

Для внутренной шлифовальной операции:

$$T_{отд} = П_{отд} \cdot T_{оп} = 0{,}05 \cdot (11{,}67 + 0{,}29) = 0{,}60 мин;$$

Для долбежной операции:

$$T_{отд} = П_{отд} \cdot T_{оп} = 0{,}05 \cdot (0{,}3 + 0{,}1) = 0{,}02 мин;$$

Для сверлильной операции:

$$T_{отд} = П_{отд} \cdot T_{оп} = 0{,}065 \cdot (0{,}25 + 0{,}04) = 0{,}02 мин.$$

8.5 Расчет штучного времени

Штучное время $T_{шт,\ мин}$ определяется по формуле[2, стр.101]:

$$T_{шт} = T_{о} + T_{в} + T_{обс} + T_{отд}, мин$$

Для первой токарной операции:

$$T_{шт} = T_{о} + T_{в} + T_{обс} + T_{отд} = 13{,}25 + 0{,}28 + 0{,}81 + 0{,}68 = 15{,}02 мин;$$

Для второй токарной операции:

$$T_{шт} = T_{о} + T_{в} + T_{обс} + T_{отд} = 22{,}88 + 0{,}28 + 1{,}39 + 1{,}16 = 25{,}71 мин;$$

Для внутренной шлифовальной операции:

$$T_{шт} = T_{о} + T_{в} + T_{обс} + T_{отд} = 11{,}67 + 0{,}29 + 0{,}24 + 0{,}6 = 12{,}6 мин;$$

Для долбежной операции:

$$T_{шт} = T_{о} + T_{в} + T_{обс} + T_{отд} = 0{,}3 + 0{,}1 + 0{,}024 + 0{,}02 = 0{,}444 мин;$$

Для сверлильной операции:

$$T_{шт} = T_{о} + T_{в} + T_{обс} + T_{отд} = 0{,}25 + 0{,}04 + 0{,}02 + 0{,}02 = 0{,}33 мин;$$

8.6 Расчет штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время $T_{шт,\ мин}$ определяется по формуле:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n},$$

где $T_{пз}$–подготовительно–заключительное время на операцию;

n–число деталей в партии.

Получим:

$$\sum T_{шт-к} = \sum T_{шт} + \sum \frac{T_{пз}}{n} = (15{,}02 + 25{,}71 + 12{,}6 + 0{,}444 + 0{,}33) + \frac{5 \cdot 30}{40} = 57{,}854 мин.$$

Конструкторская часть

В данном разделе проектируется трехкулачковый токарный пневматический патрон для токарной и внутренной шлифовальной операции.

1. Исходные данные для расчета

Материал обрабатываемой детали – конструкционная углеродистая сталь Ст3; переход для расчета: токарная операция с ЧПУ, черновое расточивание D1.7; сила резания $Pz=3590H$; диаметр закрепленной части $d_0=180мм;$ диаметр обработываемой части $d=50мм.$

2. Расчет токарного патрон на усилие закрепления

Усилие закрепления определяется по формуле:

$$N_{закр} = \frac{F_{тр.закр}}{f},$$

где $F_{тр.закр} = \frac{P_z \cdot d \cdot K}{d_0}, H$; $K=1,5$ - коэффицинт усилия закрепления; $f=0,15$ - коэффицинт трения.

Тогда: $F_{тр.закр} = \frac{3590 \cdot 50 \cdot 1{,}5}{180} = 1495{,}83 H$

То: $N_{закр} = \frac{F_{тр.закр}}{f} = \frac{1495,83}{0,15} = 9972,22H$.

3. Расчет силы на штоке

Сила на штоке определяется по формуле:

$$Q = N_{закр} \cdot tg(\alpha + 2\varphi),$$

где $tg\varphi=0,15$; $\alpha=15°$.

То: $Q = 9972,22 \cdot tg(15 + 2 \cdot 8,6) = 6279,84H$.

4. Расчет площади пневмокамеры приспособления

Площадь пневмокамеры приспособления определяется по формуле:

$$S = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2), мм^2$$

где D - диаметр камеры; $d=20мм$ - диаметр штока.

Или по формуле:

$$S = \frac{Q}{P}, мм^2$$

где $Q=6279,84H$ - сила на штоке;

P - давление воздуха в сети, $P = 5\frac{кгс}{см^2} = 0,5\frac{Н}{мм^2}$.

Таким образом можно определить диаметр камеры D по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot P} \cdot 4 + d^2} = \sqrt{\frac{6279,84}{\pi \cdot 0,5} \cdot 4 + 20^2} = 128мм .$$

Принимаем диаметр камеры $D_{выб}=150мм$.

5. Расчет токарного патрона на усилие закрепления при Dвыб=150мм

Площадь пневмокамеры приспособления:

$$S = \frac{\pi}{4}\left(D_{выб}{}^2 - d^2\right) = \frac{\pi}{4}\left(150^2 - 20^2\right) = 17348{,}5 мм^2;$$

Сила на штоке:

$$Q = S \cdot P = 17348{,}5 \cdot 0{,}5 = 8674{,}25 H;$$

Усилие закрепления:

$$N = \frac{Q}{tg(\alpha + 2\varphi)} = \frac{8674{,}25}{tg(15 + 2 \cdot 8{,}6)} = 13774 H.$$

6. Устройство трехкулачкового токарного пневматического патрона

Устройство трехкулачкового токарного пневматического патрона указанно на сборочном чертеже.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Группа	ФИО
158Л20	Го Инбинь

Институт	ИМОЯК	**Кафедра**	ТАМП
Уровень образования	Бакалавриат	**Направление/специальность**	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 кафедры менеджмента	Грахова Е.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л20	Го Инбинь		

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

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 “Шкив приводной” - фрикционное колесо с ободом или канавкой по окружности, которое передаёт движение приводному ремню или канату. Используется как одна из основных частей ремённой передачи, также бывают шкивы на распредвалах механических блоков. Основные сферы применения шкива являются следующими:

- Вентиляционное оборудование;
- Компрессорное оборудование;
- Нефтегазовое оборудование;

- Горнодобывающее оборудование;
- Сельскохозяйственное оборудование;
- Деревообрабатывающее оборудование;
- Прочее оборудование.

Данный выполняется по заказу ООО «Шкив». Ограничение по времени выпонения 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 - 16К30Ф305	2300000	10
Станок внутришлифовальный - 3К227А	600000	10
Станок долбежный - 7А412	120000	10
Станок настольно-сверлильный - 2М112	45000	10

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 руководитель и бригада электромонтеров, один из которых будет выполнять обязанности бригадира.

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:

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

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	2	4	3
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	2	4	3
3	Описание объекта модернизации	7	14	10
4	Выбор и обработка заготовки	4	8	6
5	Разработка тех. процесса	7	15	10
6	Расчет технических размеров	2	4	3
7	Расчет режимов резания	5	10	7
8	Выбор станков и проектирование приспособления	6	11	8
9	Расчет основного времени	8	15	11
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	18	24	20,5
14	Разработка графического сопровождения проекта	5	10	7
	Итого:	85	155	116,5

Продолжительность проектных работ

№	Содержание работ	Продолжительность работ, дни		
		$t_{ож}$	$Ч_i$	$Т_р$
1	Разработка технического задания на проектирование	3	2	1,5
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	3	1	3
3	Описание объекта модернизации	10	2	5
4	Выбор и обработка заготовки	6	2	3
5	Разработка тех. процесса	10	2	5
6	Расчет технических размеров	3	1	3
7	Расчет режимов резания	7	2	3,5
8	Выбор станков и проектирование приспособления	8	2	4
9	Расчет основного времени	11	2	5
10	Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ	11	2	5,5
11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	7	2	3,5
12	Технико-экономические расчеты	8	2	4
13	Составление пояснительной записки	20,5	1	20,5
14	Разработка графического сопровождения проекта	7	2	3,5
	Итого:	116,5		70

Продолжительность проектных работ (в календарных днях)

№	Содержание работ	Продолжительность работ, к.дни		
		$T_р$	k	$T_к$
1	Разработка технического задания на проектирование	1,5	1,45	2
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	3	1,45	4
3	Описание объекта модернизации	5	1,45	7
4	Выбор и обработка заготовки	3	1,45	4
5	Разработка тех. процесса	5	1,45	7
6	Расчет технических размеров	3	1,45	4
7	Расчет режимов резания	3,5	1,45	5
8	Выбор станков и проектирование приспособления	4	1,45	6
9	Расчет основного времени	5	1,45	7
10	Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ	5,5	1,45	8
11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	3,5	1,45	5
12	Технико-экономические расчеты	4	1,45	6
13	Составление пояснительной записки	20,5	1,45	30
14	Разработка графического сопровождения проекта	3,5	1,45	5
	Итого:	70		100

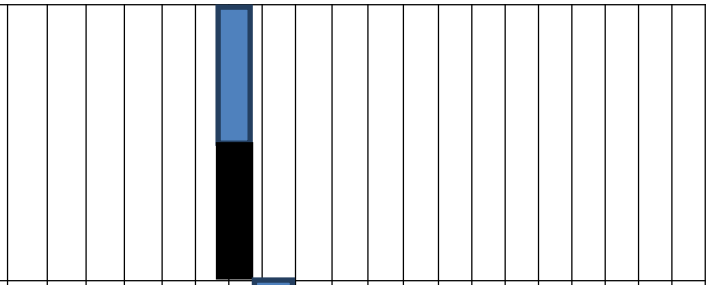
Временные показатели разработки проекта

№ 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	2	4	3	1,5	2	2	2
2	Инженер-разработчик	2	4	3	3	4	4	6
3	Руководитель, Инженер-разработчик	7	14	10	5	7	7	13
4	Руководитель, Инженер-разработчик	4	8	6	3	4	4	17
5	Руководитель, Инженер-разработчик	7	15	10	5	7	7	24
6	Инженер-разработчик	2	4	3	3	4	4	28
7	Руководитель, Инженер-разработчик	5	10	7	3,5	5	5	33
8	Руководитель, Инженер-разработчик	6	11	8	4	6	6	39
9	Руководитель, Инженер-разработчик	8	15	11	5	7	7	46
10	Руководитель, Инженер-разработчик	8	15	11	5,5	8	8	54
11	Руководитель, Инженер-разработчик	5	10	7	3,5	5	5	59
12	Руководитель, Инженер-разработчик	6	11	8	4	6	6	65
13	Инженер-разработчик	18	24	20,5	20,5	30	30	95
14	Руководитель, Инженер-разработчик	5	10	7	3,5	5	5	100

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

Календарный план разработки проекта

№	Вид работы	Исполнители	T_K	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Разработка технического задания на проектирование	Руководитель, Инженер-разработчик	2					
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	Инженер-разработчик	4					
3	Описание объекта модернизации	Руководитель, Инженер-разработчик	7					
4	Выбор и обработка заготовки	Руководитель, Инженер-разработчик	4					
5	Разработка тех. процесса	Руководитель, Инженер-разработчик	7					
6	Расчет технических размеров	Инженер-разработчик	4					
7	Расчет режимов резания	Руководитель, Инженер-разработчик	5					

8	Выбор станков и проектирование приспособления	Руководитель, Инженер-разработчик	6	
9	Расчет основного времени	Руководитель, Инженер-разработчик	7	
10	Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ	Руководитель, Инженер-разработчик	8	
11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Руководитель, Инженер-разработчик	5	
12	Технико-экономические расчеты	Руководитель, Инженер-разработчик	6	
13	Составление пояснительной записки	Инженер-разработчик	30	
14	Разработка графического сопровождения проекта	Руководитель, Инженер-разработчик	5	

- инженер – разработчик

- руководитель

4. Бюджет проектной работы

В данной части рассчитываем себестоимость изделия.

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 калькулирования при выполнении ВРК является деталь, изготавливаемая серийно или на однопредметной 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) Затраты на приспособление
8) Общецеховые расходы;
9) Общехозяйственные расходы;
10) Расходы на реализацию (внепроизводственные);
11) Расчет прибыли;
12) Расчет НДС;
13) Цена изделия.

№	Статьи расходов	Расход на единицу, *руб.*
1	Затраты на основные материалы	606,32
2	Возвратные отходы	72,22
3	Основная заработная плата производственных рабочих	103,69
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	10,4
5	Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды	35
6	Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования	294,88
7	Затраты на приспособление	4
8	Общецеховые расходы	62,21
9	Общехозяйственные расходы	51,84
10	Расходы на реализацию	12,4
11	Прибыли	62,65
12	НДС	236,81
13	Цена изделия	1552,43

4.1 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

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

$$С_{мо i} = w_i \cdot Ц_{мi} \cdot (1 + k_{тз}),$$

где w_i – норма расхода материала *i-го* вида на изделие (деталь); $Ц_{мi}$ − цена материала *i*-го вида, ден. ед,/кг., i = 1, .., I; $k_{тз}$ − коэффициент транспортно-заготовительных расходов (*ктз = 0,06*).

Материал данной детали - сталь 3(*цена - 26руб./кг*),

Вес заготовки - *22кг,*

Получим: $С_{МО} = 26 \cdot 22 \cdot (1 + 0{,}06) = 606{,}32\,руб$.

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

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

где *Мот* – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции; *Цот* – цена отходов, ден.ед.; *Вчр* – масса заготовки; *Вчст* – чистая масса детали; β – доля безвозвратных потерь (принять 0,02).

Получим: $С_{от} = 11 \cdot (1 - 0{,}02) \cdot 6{,}7 = 72{,}22\,руб$.

4.3 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата произв одственных 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:

$$C_{озп} = \sum \frac{T_{шт.i}}{60} \cdot чтс_i \cdot k_{пр},$$

где Тшт.i – штучное время выполнения i-й операции, мин; ЧТСi – часовая тарифная ставка на i-й операции; kпр – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1,4.

Получим: $C_{озп} = \frac{15{,}02 + 25{,}17 + 12{,}6 + 0{,}444 + 0{,}33}{60} \cdot 82{,}96 \cdot 1{,}4 = 103{,}69\,руб$.

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

$$С_{дзп} = С_{озп} \cdot k_д,$$

где *Созп* – основная зарплата, ден. ед.; *kд* – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

Получим: $C_{дзп} = 103{,}69 \cdot 0{,}1 = 10{,}4\,руб$.

4.5 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и в небюджетные 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

$$С_н = (С_{озп} + С_{дзп}) \cdot (С_{с.н} + С_{стр}) / 100,$$

где *Созп* – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.; *Сдзп* – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.; *Сс.н.* – ставка социального налога (принять 30 %); *Сстр* – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

Получим: $C_H = (103{,}69 + 10{,}4) \cdot 0{,}307 = 35\,руб$.

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

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.

Получим: $A_{год} = 230000 + 60000 + 12000 + 4500 = 306500\ руб$.

То: $C_a = \frac{A_{год}}{И_в} = \frac{306500}{5000} = 61{,}3\,руб$.

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

полные затраты на содержание:

$$C_{экс} = \left(C_{озп} + C_{дзп} + C_н\right) \cdot 0{,}4 = \left(103{,}69 + 10{,}4 + 35\right) \cdot 0{,}4 = 60\,руб .$$

стоимость материалов:

$$C_{МЭКС} = Ca \cdot 0{,}2 = 61{,}3 \cdot 0{,}2 = 12{,}26\,руб .$$

затраты на все виды энергии и воду:

$$C_{ЗП.П} = Ц_Э \cdot K_П \cdot \sum W_i \cdot K_{Мi} \cdot t_{МАШi} ,$$

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);

Получим: $C_{ЗП.П} = 3 \cdot 1{,}05 \cdot \left(5{,}57 + 0{,}32 + 0{,}34\right) = 19\,руб$.

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.

$$C_{рем} = C_{озп} \cdot 1{,}2 = 103{,}69 \cdot 1{,}2 = 124{,}43\,руб .$$

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 «е» (погашение стоимости инструментов)

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

где $Ц_{и}i$ – 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.; n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента; $k_{тз}$ − коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{тз}$=0,06).

$$C_{ион1} = \frac{1,06 \cdot 35 \cdot 12,1}{30 \cdot 6} = 2,5 руб;$$

$$C_{ион2} = \frac{1,06 \cdot 50 \cdot 0,45}{25 \cdot 6} = 0,16 руб;$$

$$C_{ион3} = \frac{1,06 \cdot 300 \cdot 1,7}{45 \cdot 6} = 2 руб;$$

$$C_{ион4} = \frac{1,06 \cdot 385 \cdot 1,28}{50 \cdot 6} = 1,74 руб;$$

$$C_{ион5} = \frac{1,06 \cdot 3400 \cdot 0,95}{90 \cdot 6} = 6,34 руб;$$

$$C_{ион6} = \frac{1,06 \cdot 100 \cdot 11,67}{40 \cdot 6} = 5,15 руб;$$

4.7 Затраты на приспособление

Затраты на приспособление определяется по формуле:

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

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.

$$Соп = Созп \cdot Коп = 103,69 \cdot 0,6 = 62,21 руб .$$

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 назначения (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.

$$Сох = Сопз \cdot Кох = 103,69 \cdot 0,5 = 51,84 руб \quad .$$

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.

$$C_{реа} = C_{сум} \cdot 0{,}01 = 1240{,}57 \cdot 0{,}01 = 12{,}4\,руб\,.$$

4.11 Расчет прибыли

Прибыль от реализации изделия в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами.

$$C_{пб} = \left(C_{реа} + C_{сум}\right) \cdot 0{,}05 = \left(1240{,}57 + 12{,}4\right) \cdot 0{,}05 = 62{,}65\,руб\,.$$

4.12 Расчет НДС

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

$$C_{НДС} = \left(C_{пб} + C_{реа} + C_{сум}\right) \cdot 0{,}18 = \left(62{,}65 + 1240{,}57 + 12{,}4\right) \cdot 0{,}18 = 236{,}81\,руб\,.$$

4.13 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$C = 1240{,}57 + 12{,}4 + 62{,}65 + 236{,}81 = 1552{,}43\,руб\,.$$

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 ресурсоэффективности.

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.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
158Л20	Го Инбинь

Институт	ИМОЯК	**Кафедра**	ТАМП
Уровень образования	Бакалавриат	**Направление/специальность**	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).	1.1. При производстве детали «опора вала» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, сверлильный станок. Производственные условия на участке характеризуются наличием следующих вредных факторов (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ). Загрязненный воздух рабочей зоны; Источники шума, которыми являются металлорежущие станки и находящиеся в этом же цехе дополнительное оборудование; Недостаточная освещенность рабочей зоны, Метрологические условия. 1.2. Анализ опасных факторов производится с указанием средств защиты индивидуальной и коллективной. Выявленные опасные факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ): Электрический ток, так как в цехе будет использоваться сеть с напряжением 380/220 В; Незащищенные подвижные элементы металлообрабатывающих станков: вращение заготовки, движение различных элементов станков.
2. Экологическая безопасность:	В данном разделе производится анализ

– защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	влияния производственных факторов на окружающую среду.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	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.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Требования к организации оборудования рабочих мест с ПК регулируется СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

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	Го Инбинь		

Социальная ответственность

Общие сведения

Научно-технический прогресс внес серьезные изменения в условия производственной деятельности работников умственного труда. Их труд стал более интенсивным, напряженным, требующим значительных затрат умственной, эмоциональной и физической энергии. Это потребовало комплексного решения проблем эргономики, гигиены и организации труда, регламентации режимов труда и отдыха.

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей (диапазон частот: 5 Гц - 2 кГц, 2 кГц - 400 кГц), ионизирующего излучения, шума, статического электричества и др. (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»).

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой операторов, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой ЭВМ. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы человека-оператора.

1. Анализ опасных и вредных факторов

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием некоторых опасных и вредных факторов (ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Основные понятия. Термины и определения»), которые классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизиологические (ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация»).

На работающего за ЭВМ инженера-технолога могут негативно действовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

1) Физические: повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, излучения, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны, повышенная яркость света, повышенная контрастность, прямая и отраженная блесткость, чрезмерная запыленность, опасность поражения электрическим током, шум от работы оборудования.
2) Химические: повышенное содержание в воздухе рабочей зоны двуокиси углерода.
3) Психофизические: напряжение зрения и внимания; интеллектуальные, эмоциональные и длительные статические нагрузки; монотонность труда; большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени; нерациональная организация рабочего места.

При работе на ЭВМ к концу рабочего дня возникают типичные ощущения: переутомлениеглаз, головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

1.1 Производственный шум

Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение,

снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума [выше 80 дБА] на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

Основным источником шума в кабинете являются вентиляторы блоков питания ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40дБА. По СанПиН 2.2.2.542-96 при выполнении основной работы на ЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами.

1.2 Электромагнитное и ионизирующее излучения

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако исчерпывающих данных относительно опасности воздействия излучения от мониторов на работающих с компьютерами не существует и исследования в этом направлении продолжаются.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в табл. 4.1.

Максимальный уровень рентгеновского излучения на рабочем месте оператора компьютера обычно не превышает 10мкбэр/ч, а интенсивность

ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах 10…100мВт/м2.

Таблица 4.1 - Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений (в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Для снижения воздействия этих видов излучения рекомендуется применять мониторы с пониженным уровнем излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), устанавливать защитные экраны, а также соблюдать регламентированные режимы труда и отдыха.

1.3 Поражение электрическим током

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц.[4] По опасности электропоражения кабинет относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединение с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования.

При нормальном режиме работы оборудования опасность электропоражения невелика, однако, возможны режимы, называемые аварийными, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током или электрической дугой может произойти в следующих случаях:

1) при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
2) при однофазном (однополюсном) прикосновении неизолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
3) при прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
4) при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
5) при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

1) изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
2) установки защитного заземления;
3) наличие общего рубильника;
4) своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

2. Эргономический анализ трудового процесса

2.1 Микроклимат

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является поддержание постоянства температуры тела благодаря терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду. Принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой.

Вычислительная техника является источником существенных

тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (см. табл. 4.2).

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше 19,5 м^3/человека с учетом максимального числа одновременно работающих всмену. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.2 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении Относительная влажность Скорость движения воздуха	22…24 °С 40…60 % до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении Относительная влажность Скорость движения воздуха	23…25 °С 40…60 % 0,1…0,2 м/с

Таблица 4.3 - *Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры*

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м^3 /на одного человека в час
Объем до 20 м^3 на человека 20…40 м^3 на человека Более 40 м^3 на человека	Не менее 30 Не менее 20 Естественная вентиляция

Для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы (рациональная организация проведения работ в зависимости от времени года и суток, чередование труда и отдыха), так и технические средства (вентиляция, кондиционирование воздуха, отопительная система).

2.2 Освещение

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

Существует три вида освещения - естественное, искусственное и совмещенное (естественное и искусственное вместе) .

Естественное освещение - освещение помещений дневным светом, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях помещений. Естественное освещение характеризуется тем, что меняется в широких пределах в зависимости от времени дня, времени года, характера области и ряда других факторов.

Искусственное освещение применяется при работе в темное время суток и днем, когда не удается обеспечить нормированные значения коэффициента естественного освещения (пасмурная погода, короткий световой день). Освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным, называется совмещенным освещением.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное. Рабочее освещение, в свою очередь, может быть общим или комбинированным. Общее - освещение, при котором

светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно или применительно к расположению оборудования. Комбинированное - освещение, при котором к общему добавляется местное освещение.

Согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95» в помещениях вычислительных центров необходимо применить систему комбинированного освещения.

При выполнении работ категории высокой зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3…0,5мм) величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5%, а при зрительной работе средней точности (наименьший размер объекта различения 0,5…1,0 мм) КЕО должен быть не ниже 1,0%. В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники, которые должны располагаться над рабочими поверхностями равномерно .

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно.

Кроме того все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование. Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера должны быть примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости.

2.3 Эргономические требования к рабочему месту

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места инженера-технолога должны быть соблюдены следующие основные условия: оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места и достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения.

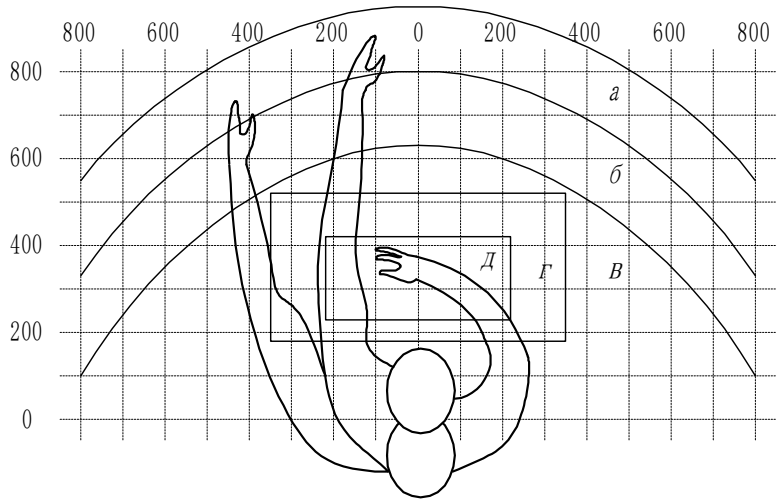
Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места инженера-технолога являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.
Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление инженера-технолога. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.
Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля

рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.



а-зона максимальной досягаемости;
б-зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;
в-зона легкой досягаемости ладони;
г-оптимальное пространство для грубой ручной работы;
д-оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Рис.2.3.1 Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

ДИСПЛЕЙ размещается в зоне а(в центре);

СИСТЕМНЫЙ БЛОК размещается в предусмотренной нише стола;

КЛАВИАТУРА - в зоне г/д;

МЫШЬ - в зоне всправа;

СКАНЕР в зоне а/б (слева);

ПРИНТЕР находится в зоне а (справа);

ДОКУМЕНТАЦИЯ: необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости ладони – в, а в выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

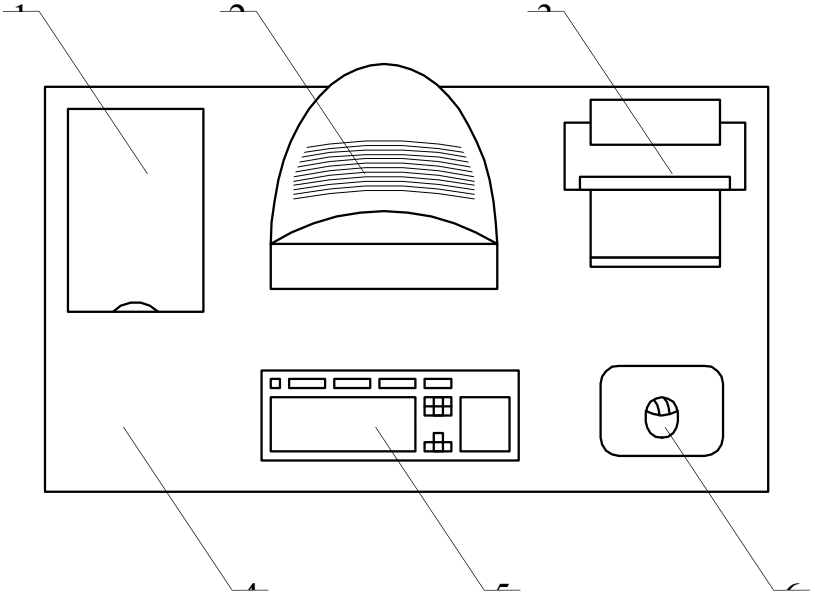


Рис.2.3.2 Размещение основных и периферийных составляющих ПК.

На рис. 2.3.2 показан пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе программиста.

1 – сканер, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола,

5 – клавиатура, 6 – манипулятор типа «мышь».

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

1) высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
2) нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
3) поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
4) конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).
5) высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760 мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650 мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420-550мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки - регулируемый.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, например заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700мм), чем расстояние от глаза до документа (300-450мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

1) расстоянием считывания (0,6…0,7 м);
2) углом считывания, направлением взгляда на 20° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.
3) Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:
4) по высоте +3 см;
5) по наклону от -10° до +20° относительно вертикали;
6) в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

1) голова не должна быть наклонена более чем на 20°,
2) плечи должны быть расслаблены,
3) локти - под углом 80°…100°,
4) предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами: нет хорошей подставки для документов, клавиатура находится слишком высоко, а документы - низко, некуда положить руки и кисти, недостаточно пространство для ног.

В целях преодоления указанных недостатков даются общие рекомендации: лучше передвижная клавиатура; должны быть предусмотрены специальные приспособления для регулирования высоты стола, клавиатуры и экрана, а также подставка для рук.

Существенное значение для производительной и качественной работы на компьютере имеют размеры знаков, плотность их размещения, контраст и соотношение яркостей символов и фона экрана. Если расстояние от глаз оператора до экрана дисплея составляет 60…80 см, то высота знака должна быть не менее 3мм, оптимальное соотношение ширины и высоты знака составляет 3:4, а расстояние между знаками – 15…20% их высоты. Соотношение яркости фона экрана и символов - от 1:2 до 1:15.

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

3. Разработка мер защиты от опасных и вредных факторов

В качестве мер по снижению шума можно предложить следующее:

1) Облицовка потолка и стен звукопоглощающим материалом (снижает шум на 6-8 дб);
2) Экранирование рабочего места (постановкой перегородок, диафрагм);
3) Установка в компьютерных помещениях оборудования, производящего минимальный шум;
4) Рациональная планировка помещения.

Защиту от шума следует выполнять в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности», а звукоизоляция ограждающих конструкций должна отвечать требованиям главы СНиП 23-03-2003 «Защита от шума. Нормы проектирования».

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

1) Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
2) Дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;
3) Должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

Обеспечение электробезопасности техническими способами и средствами:

Так как все токоведущие части ЭВМ изолированы, то случайное прикосновение к токоведущим частям исключено.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции,

рекомендуется применять защитное заземление.

Заземление корпуса ЭВМ обеспечено подведением заземляющей жилы к питающим розеткам. Сопротивление заземления 4 Ом, согласно (ПУЭ) для электроустановок с напряжением до 1000 В.

Организационные мероприятия по обеспечению электробезопасности:

Основным организационным мероприятием является инструктаж и обучение безопасным методам труда, а так же проверка знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе.

При проведении незапланированного и планового ремонта вычислительной техники выполняются следующие действия:

- Отключение компьютера от сети
- Проверка отсутствия напряжения

После выполнения этих действий проводится ремонт неисправного оборудования.

Если ремонт проводится на токоведущих частях, находящихся под напряжением, то выполнение работы проводится не менее чем двумя лицами с применением электрозащитных средств.

4. Пожарная безопасность

4.1 Причины возникновения пожара

Пожар в кабинете, может привести к очень неблагоприятным последствиям (потеря ценной информации, порча имущества, гибель людей и т.д.), поэтому необходимо: выявить и устранить все причины возникновения пожара; разработать план мер по ликвидации пожара в здании; план эвакуации людей из здания.

Причинами возникновения пожара могут быть:

1) неисправности электропроводки, розеток и выключателей которые могут привести к короткому замыканию или пробою изоляции;
2) использование поврежденных (неисправных) электроприборов;
3) использование в помещении электронагревательных приборов с

открытыми нагревательными элементами;

4) возникновение пожара вследствие попадания молнии в здание;
5) возгорание здания вследствие внешних воздействий;
6) неаккуратное обращение с огнем и несоблюдение мер пожарной безопасности.

4.2 Профилактика пожара

Пожарная профилактика представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращении пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара. Для профилактики пожара чрезвычайно важна правильная оценка пожароопасности здания, определение опасных факторов и обоснование способов и средств пожаропредупреждения и защиты.

В современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем.

В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммутационные кабели. При протекании по ним

электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры до 80-100°С, при этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение, и, как следствие, короткое замыкание.

Для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Однако они могут оказаться дополнительной пожарной опасностью для помещения при распространении огня.

Помещение вычислительной лаборатории по взрывопожарной безопасности относится к категории В (в соответствии с Федеральным законом от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о

требованиях пожарной безопасности").

Одно из условий обеспечения пожаробезопасности - ликвидация возможных источников воспламенения.

В кабинете источниками воспламенения могут быть:

1) неисправное электрооборудование, неисправности в электропроводке, электрических розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неисправности, проводить плановый осмотр и своевременно устранять все неисправности;
2) неисправные электроприборы. Необходимые меры для исключения пожара включают в себя своевременный ремонт электроприборов, качественное исправление поломок, не использование неисправных электроприборов;
3) обогревание помещения электронагревательными приборами с открытыми нагревательными элементами. Открытые нагревательные поверхности могут привести к пожару, так как в помещении находятся бумажные документы и справочная литература в виде книг, пособий, а бумага – легковоспламеняющийся предмет. В целях профилактики пожара рекомендуется не использовать открытые обогревательные приборы в помещении;
4) короткое замыкание в электропроводке. В целях уменьшения вероятности возникновения пожара вследствие короткого замыкания необходимо, чтобы электропроводка была скрытой.
5) попадание в здание молнии. В летний период во время грозы возможно попадание молнии вследствие чего возможен пожар. Во избежание этого рекомендуется установить на крыше здания молниеотвод;
6) несоблюдение мер пожарной безопасности и курение в помещении также может привести к пожару. Для устранения возгорания в результате курения в помещении рекомендуется категорически

запретить курение, а разрешить только в строго отведенном для этого месте.

В целях предотвращения пожара проводить с инженерами, работающими в помещении, противопожарный инструктаж, на котором ознакомить работников с правилами противопожарной безопасности, а также обучить использованию первичных средств пожаротушения.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации, и приступить к ликвидации пожара огнетушителями. При наличии небольшого очага пламени можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.

В помещении лаборатории находятся первичные средства пожаротушения; ящик с сухим песком, вода, асбестовое одеяло, ручной порошковый огнетушитель ОП - 4. Во избежание пожара и предупреждения пожаров систематически проводятся осмотр электрических цепей и оборудования: вовремя выявляются и ликвидируются неисправности. В лаборатории разработан план эвакуации, с которым ознакомлены сотрудники лаборатории.

5. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды является по-настоящему важным и значимым процессом. Именно поэтому этим вопросам уделяют достаточно много времени и внимания. Охраной окружающей среды называется комплекс мер, направленных на предупреждение отрицательного влияния человеческой деятельности на природу, обеспечение благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности человека.

Создание условий для улучшения экологической обстановки - процесс долгий, требует согласованности и последовательности действий. Приоритетными в экологической политике РФ сегодня следующие вопросы:

1) обеспечение экологически безопасных условий для проживания;
2) рациональное использование и охрана природных ресурсов;
3) обеспечение экологической и радиационной безопасности (ПДВ);
4) экологизация промышленности;
5) Повышение экологической культуры общества и формирование экологического сознания у людей.

Немаловажную роль в защите окружающей среды отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнений. К ним относятся:

1) вынесение промышленных предприятий из крупных городов и сооружение новых в малонаселенных районах с непригодными и малопригодными для сельскохозяйственного использования землями;
2) оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом топографии местности и розы ветров;
3) установление санитарных охранных зон вокруг промышленных предприятий;
4) рациональная планировка городской застройки, обеспечивающая

оптимальные экологические условия для человека и растений.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды. Полученная информация о загрязнениях позволяет быстро выявлять причины повышения концентраций вредных веществ в окружающей среде и активно их устранять.

Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилий ученых многих специальностей. Особое значение имеет количественная оценка последствий загрязнения окружающей среды и, в первую очередь, ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением атмосферы. Защита окружающей среды от загрязнений на современном этапе помимо экономической задачи - повышения общественной производительности труда - включает также и социально-экономическую задачу - улучшение условий жизни человека, сохранение его здоровья.

Чтобы максимально снизить уровень загрязнений, выбрасываемых предприятиями, необходимо производить следующие обязательные меры по охране окружающей природной среды (ООС). Мероприятия по охране окружающей среды заключаются в:

1) Выявлении, оценке, постоянном контроле и ограничении вредных выбросов в окружающую среду, создании природоохранных и ресурсосберегающих технологий и техники.
2) Разработке юридических законов, правовых актов по охране окружающей природной среды, а также материальном стимулировании выполнения требований данных законов и природоохранных мероприятий.
3) Предупреждении ухудшения экологической обстановки и охраны окружающей среды от вредных и опасных факторов путем создания специально выделенных территорий (СЗЗ).

Безотходная технология является наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий. Под понятием «безотходная технология» следует понимать комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до использования готовой продукции, в результате чего сокращается до минимума количество вредных выбросов и уменьшается воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня. В этот комплекс мероприятий входят:

1) создание и внедрение новых процессов получения продукции с образованием наименьшего количества отходов;
2) разработка различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов на базе способов очистки сточных вод;
3) разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы;
4) создание территориально-промышленных комплексов, имеющих замкнутую структуру материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.

До всестороннего внедрения безотходной технологии важными направлениями экологизации промышленного производства следует считать:

1) совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;
2) замена токсичных отходов на нетоксичные;
3) замена неутилизируемых отходов на утилизируемые;
4) применение пассивных методов защиты окружающей среды.

Пассивные методы защиты окружающей среды включают комплекс мероприятий по ограничению выбросов промышленного производства с последующей утилизацией или захоронением отходов. К их числу относятся:

- очистка сточных вод от примесей;
- очистка газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание вредных выбросов в атмосфере;
- глушение шума на путях его распространения;
- мероприятия по снижению уровней инфразвука, ультразвука и вибраций на путях их распространения;
- экранирование источников энергетического загрязнения окружающей среды.

Предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющиеся источниками негативного воздействия на среду обитания и здоровье человека, необходимо отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) отделяет территорию промышленной площадки от жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта с обязательным обозначением границ специальными информационными знаками

Устанавливаем следующие размеры санитарно-защитной зоны:

Предприятия четвертого класса - 100 м (Машиностроительные предприятия с металлообработкой, покраской без литья.).

Список литературы

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. М. Дальский.— М.: Машиностроение, 2003. 943с.

2. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.

3. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.