

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

Институт ИК
Направление подготовки Машиностроение
Кафедра ТМСПР

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления «переходник ЭД-2»

УДК 621.81-23.002:621.313.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Петеримов Сергей Юрьевич		31.05.17

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин Иван Сергеевич	Кандидат технических наук		31.05.17

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гаврикова Н.А.			25.05.17

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	Доктор технических наук		28.05.17

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСПР	Вильнин А.Д.			31.05.2017

Томск – 2017г.

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

Институт кибернетики
 Направление подготовки Машиностроение
 Кафедра технологии машиностроения и промышленной робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

А. Д. Вильнин — 31.05.2017 Вильнин А.Д.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Л31	Петеримову Сергею Юрьевичу

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали типа «Переходник ЭД-2»	
Утверждена приказом директора Института кибернетики (дата, номер)	<i>01.03.2017г № 1480/с</i>

Срок сдачи студентом выполненной работы: (дата)

	<i>31.05.17г</i>
--	------------------


ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрутной карты операций, размерный анализ, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала	Чертеж детали, технологический процесс изготовления детали, размерный анализ, чертеж приспособления.


Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Охотин И.С.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гаврикова Н.А.
Социальная ответственность	Федорчук Ю.М.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.17 ₂
--	-----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин И.С.	Кандидат технических наук		01.03.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Петеримов Сергей Юрьевич		01.03.17 ₂

Техническое задание	6
1. Технологическая часть.....	7
1.1. Определение типа производства	7
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	9
1.3 Выбор исходной заготовки	10
1.4 Разработка технологии изготовления детали.....	11
1.5 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров	16
1.5.1 Расчет минимальных припусков.....	18
1.5.2 Расчет технологических размеров	19
1.6 Расчет припусков и осевых технологических размеров	20
1.6.1 Расчет минимального припуска.....	22
1.6.2 Расчет технологических размеров	23
1.7 Расчет режимов резания.....	25
1.8 Выбор средств технологического оснащения.....	55
1.9 Расчет норм времени.....	58
1.9.1 Расчет основного времени.....	60
1.9.2 Расчёт вспомогательного T_B , штучного $T_{шт}$ и штучно- калькуляционного $T_{шт-к}$ времени.....	62
2. Конструкторский раздел	64
2.1 Анализ исходных данных	64
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления	65
2.3 Описание конструкции и работы приспособления	65
2.4 Расчет погрешности базирования заготовки в приспособлении.....	66
2.4 Определение необходимой силы зажима	67
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и	69
ресурсосбережение.....	69
3.1. Расчет затрат на материалы и сырье	70
3.2. Расчет затрат на возвратные отходы.....	71

3.3. Расчет затрат на заработную плату производственных рабочих	71
3.4. Расчет затрат на дополнительную заработную плату производственных рабочих ..	72
3.5. Расчет затрат на налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды	72
3.6. Расчет затрат на расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования ..	73
3.7. Расчет затрат на общецеховые расходы	76
3.8. Расчет затрат на общехозяйственные расходы	77
3.9. Расходы на реализацию (внепроизводственные)	77
3.10. Расчет прибыли	77
3.11. Расчет НДС	77
3.12. Расчет цены изделия	77
4. Социальная ответственность и безопасность жизнедеятельности	78
1. Описание рабочего места	79
2.1 Метеоусловия	80
2.2. Вредные вещества	81
2.3. Производственный шум	81
2.4. Освещенность	82
2.5. Электромагнитные поля	85
3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды ..	86
3.1. Факторы электрической природы	86
3.2. Факторы пожарной и взрывной природы	87
4. Охрана окружающей среды	89
5. Защита в ЧС	89
6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	90
Список использованных источников	92

Техническое задание.

Разработать технологический процесс изготовления колпака. Чертёж детали представлен на формате А4. Годовая программа выпуска: 2000 шт.

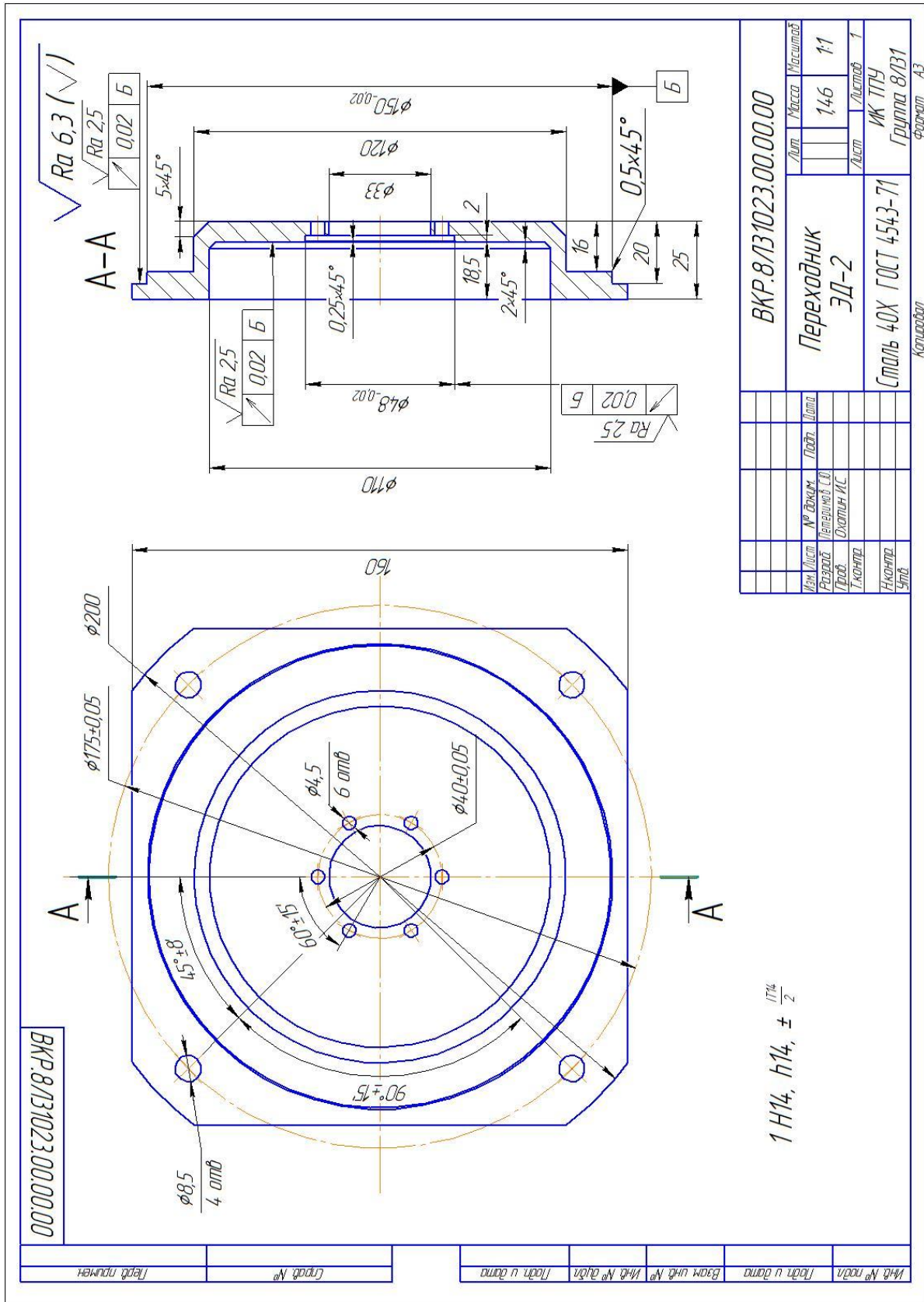


Рис.1 Чертёж детали

1. Технологическая часть

1.1. Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций [3, с.229]

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}}, (1)$$

где t_d – такт выпуска деталей;

$t_{шс}$ – среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется по формуле

$$t_d = 60\Phi_d/N, (2)$$

где Φ_d – действительный годовой фонд времени оборудования;

$N = 2000$ – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 2.1

[1, с.22] при односменном режиме работы: $F_r = 2000$ ч.

Среднее штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n t_{ши}/n, (3)$$

где $t_{ши}$ – штучное время i -ой операции изготовления детали;

n – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как

$$t_{ш} = \varphi_k * T_0, (4)$$

где φ_k – коэффициент, зависящий от вида станка;

T_0 – основное технологическое время.

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

Основное технологическое время первой токарной операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов, сверление, рассверливание, расточка (см. операционную карту):

Заготовительная операция:

Отрезание

$$\varphi_k = 1,5$$

$$T_0 = 0,00019 * D^2$$

$$t_{ш0} = 1,5 * 0,00019 * 200^2 = 12,57 \text{ мин}$$

Токарная операция с ЧПУ:

Сверление

$$\varphi_k = 1,98$$

$$T_0 = 0,00052 * d * l$$

$$t_{ш1} = (1,98 * 0,00052 * 12 * 27) = 0,33 \text{ мин}$$

Рассверливание

$$\varphi_k = 1,98$$

$$T_0 = 0,00031 * d * l$$

$$t_{ш1} = 1,98 * 0,00031 * 22 * 27 = 0,35 \text{ мин}$$

Рассверливание

$$\varphi_k = 1,98$$

$$T_0 = 0,00031 * d * l$$

$$t_{ш1} = 1,98 * 0,00031 * 33 * 27 = 0,55 \text{ мин}$$

Растачивание

$$\varphi_k = 1,98$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш1} = (1,98 * 0,00018 * 106 * 18) * 6 = 4,08 \text{ мин}$$

Умножаем на 6 потому что снимаем не за один проход, а примерно за 6 проходов.

Растачивание

$$\varphi_k = 1,98$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш2} = (1,98 * 0,00018 * 110 * 16,5) * 5 = 3,23 \text{ мин}$$

Среднее штучное время данной операции:

$$T_{ш1} = \sum T_{ш}/n = 1,7 \text{ мин.}$$

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

Токарная операция с ЧПУ:

Обточка

$$\varphi_k = 1,98$$

$$T_0 = 0,00017 * d * l$$

$$t_{ш.2} = (1,98 * 0,00017 * 152 * 20) * 8 = 9,98 \text{ мин}$$

Обточка

$$\varphi_k = 1,98$$

$$T_0 = 0,00017 * d * l$$

$$t_{ш.2} = (1,98 * 0,00017 * 120 * 16) * 8 = 5,17 \text{ мин}$$

Сверление

$$\varphi_k = 1,98$$

$$T_0 = 0,00052 * d * l$$

$$t_{ш.2} = (1,98 * 0,00052 * 8,5 * 5) * 4 = 0,18 \text{ мин}$$

Сверление

$$\varphi_k = 1,98$$

$$T_0 = 0,00052 * d * l$$

$$t_{ш.2} = (1,98 * 0,00052 * 4,5 * 4,5) * 6 = 0,13 \text{ мин}$$

Среднее штучное время данной операции:

$$T_{ш1} = \sum T_{ш}/n = 3,9 \text{ мин.}$$

Фрезерная операция:

Фрезерование

$$\varphi_k = 1,84$$

$$T_0 = 0,007 * l$$

$$t_{ш.3} = (1,98 * 0,007 * 120) * 4 = 6,65 \text{ мин}$$

Среднее штучное время данной операции:

$$T_{ш1} = \sum T_{ш}/n = 6,65 \text{ мин.}$$

Средне штучное время общее:

$$t_{шс} = \frac{12,57 + 1,7 + 3,9 + 6,65}{4} = 6,2 \text{ мин}$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{60 * 2000/2000}{6,2} = 9,7$$

Примем равный $K_{30} = 10$

K_{30} от 10 до 20, что соответствует среднесерийному производству.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – переходник представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали 40Х. Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Химический состав Сталь 40Х

Химический элемент	%
Углерод (С)	0,36-0,44
Кремний (Si)	0,17-0,37
Медь (Cu), не более	0,30
Метал (Fe)	97
Марганец (Mn)	0,5-0,8
Никель (Ni), не более	0,3
Фосфор (P), не более	0,035
Хром (Cr)	0,80-1,1
Сера (S), не более	0,030

1.3 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали, её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства, выбираем прокат листовой горячекатаный, см. рис.2.

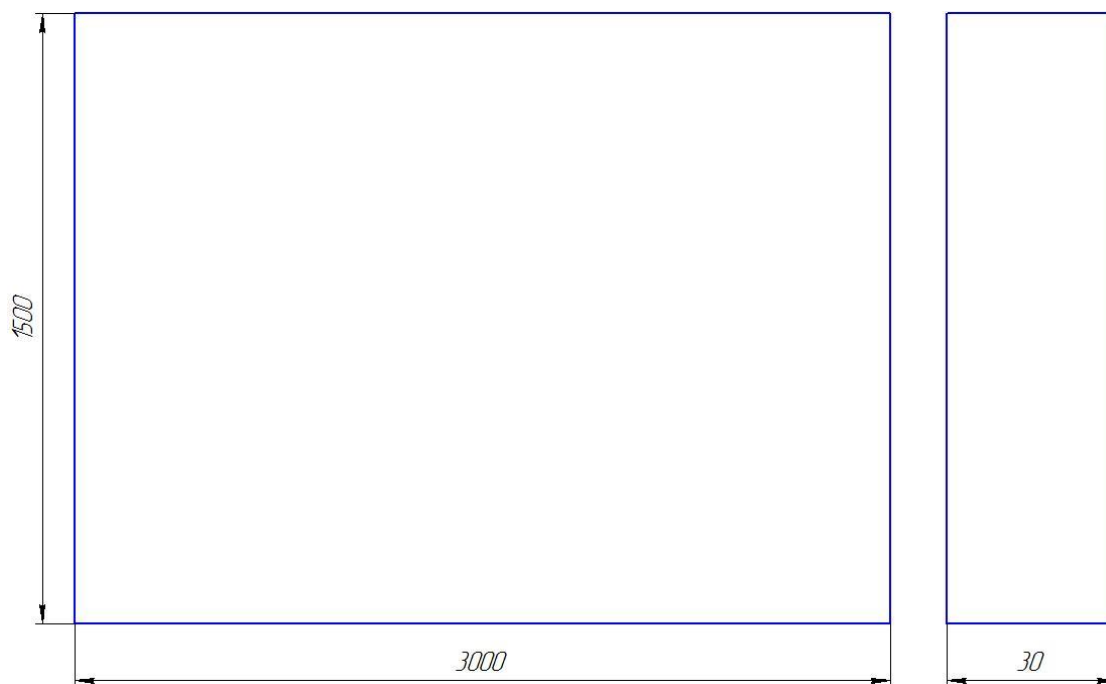
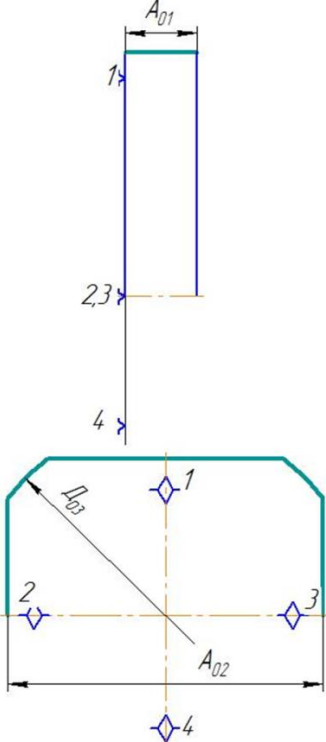
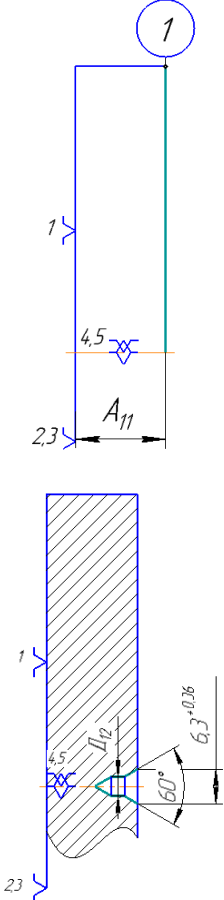
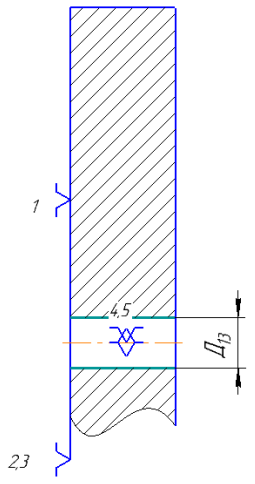
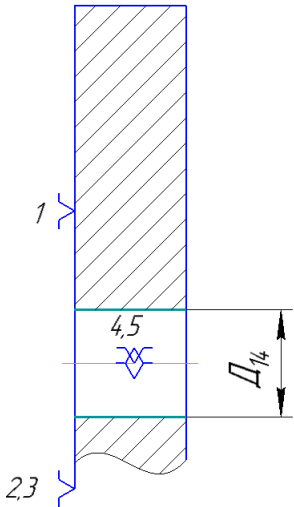
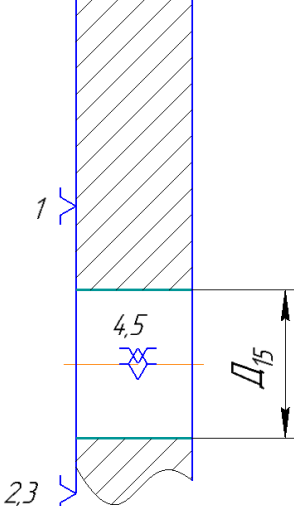


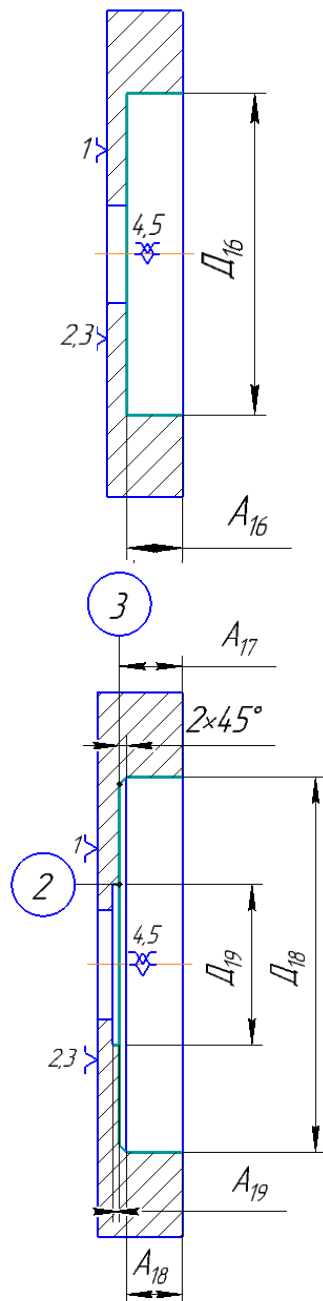
Рис. 2 Заготовка

1.4 Разработка технологии изготовления детали

<p>0</p>		<p>Заготовительная</p> <p>Вырезать заготовку толщиной $A_{0,1}$, выдержав размеры, $A_{0,2}$, $D_{0,3}$</p>
<p>1</p>		<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Подрезать торец (1) выдерживая размер $A_{1,1}$.</p> <p>Центровать отверстие</p>

1		<p>Сверлить отверстие на проход $D_{1,3}$ мм.</p>
		<p>Расверлить отверстие до $D_{1,4}$ мм</p>
		<p>Расверлить отверстие до $D_{1,5}$ мм, окончательно.</p>

1



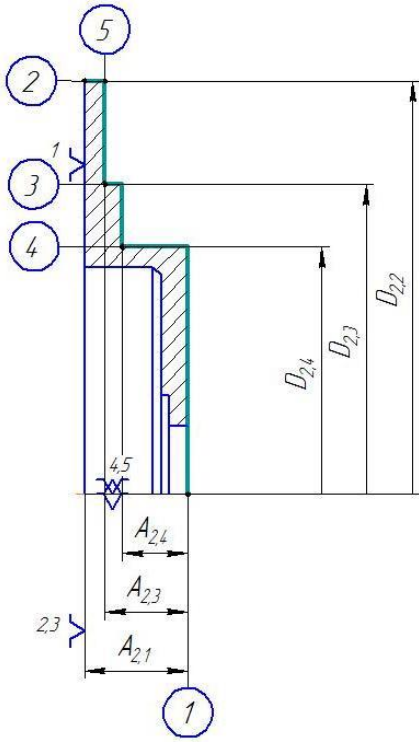
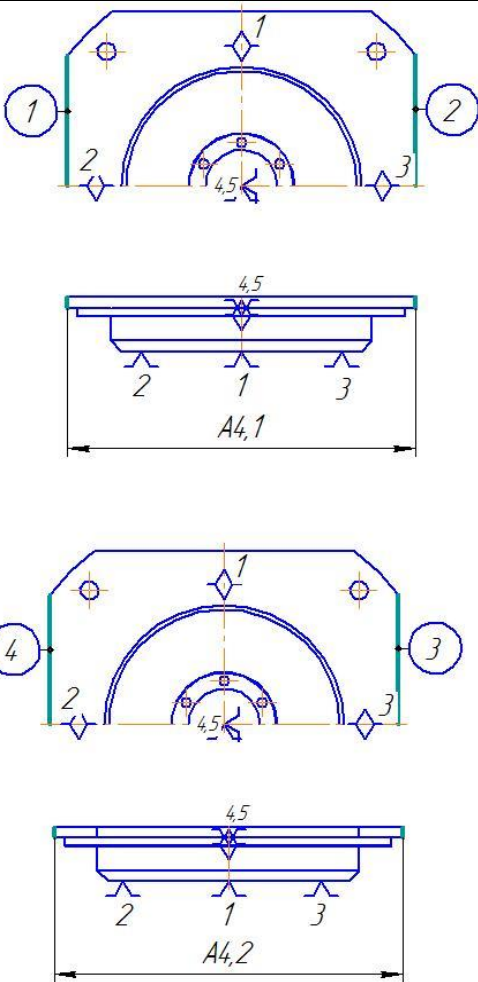
Расточить отверстие до $D_{1,6}$ на размер $A_{1,6}$ мм.

Точить поверхность (3) на размер $A_{1,7}$ мм, начисто.

Расточить отверстие до $D_{1,8}$ на размер $A_{1,8}$, окончательно и точить фаску

Расточить отверстие (2) до $\varnothing D_{1,9}$ на размер $A_{1,9}$ мм.

		<p>Точить отверстие (2) до $\Phi D_{1,10}$ начисто.</p> <p>Точить поверхность (4) на размер $A_{1,11}$ мм, начисто.</p> <p>Точить фаску $A_{1,12} \times 45^\circ$.</p>
2		<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Подрезать торец (1) в размер $A_{2,1}$ мм.</p> <p>Точить поверхность (2) до $\Phi D_{2,2}$.</p> <p>Обточить поверхность (3) до $\Phi D_{2,3}$, на размер $A_{2,3}$ мм.</p> <p>Точить поверхность (4) до $\Phi D_{2,4}$, на размер $A_{2,4}$ мм окончательно.</p> <p>Сверлить 4 отверстия $\Phi D_{3,6}$ на расстоянии $\Phi 40 \pm 0,05$ мм, выдерживая угол $45^\circ \pm 8'$ и $90^\circ \pm 15'$</p> <p>Сверлить 6 отверстий $\Phi D_{3,7}$ на расстоянии $\Phi 175 \pm 0,05$ выдерживая угол $60^\circ \pm 15'$.</p>

<p>3</p>		<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Обточить поверхность (3) до $\varnothing D_{3,1}$, на размер $A_{3,1}$ мм начисто.</p> <p>Точить поверхность (6) до размера $A_{3,2}$ мм, начисто.</p> <p>Точить поверхность (5) до размера $A_{3,3}$ мм, начисто.</p> <p>Точить фаску $A_{3,4} \times 45^\circ$.</p> <p>Точить фаску $A_{3,5} \times 45^\circ$.</p>
<p>4</p>		<p>Фрезерная</p> <p>Установ А. Фрезеровать поверхность (1 и 2) выдерживая р-р $A_{4,1}$.</p> <p>Повернуть заготовку на 90°,</p> <p>Установ Б. Фрезеровать поверхность (2 и 3) выдерживая р-р $A_{4,2}$.</p>

1.5 Расчет припусков и диаметальных технологических размеров

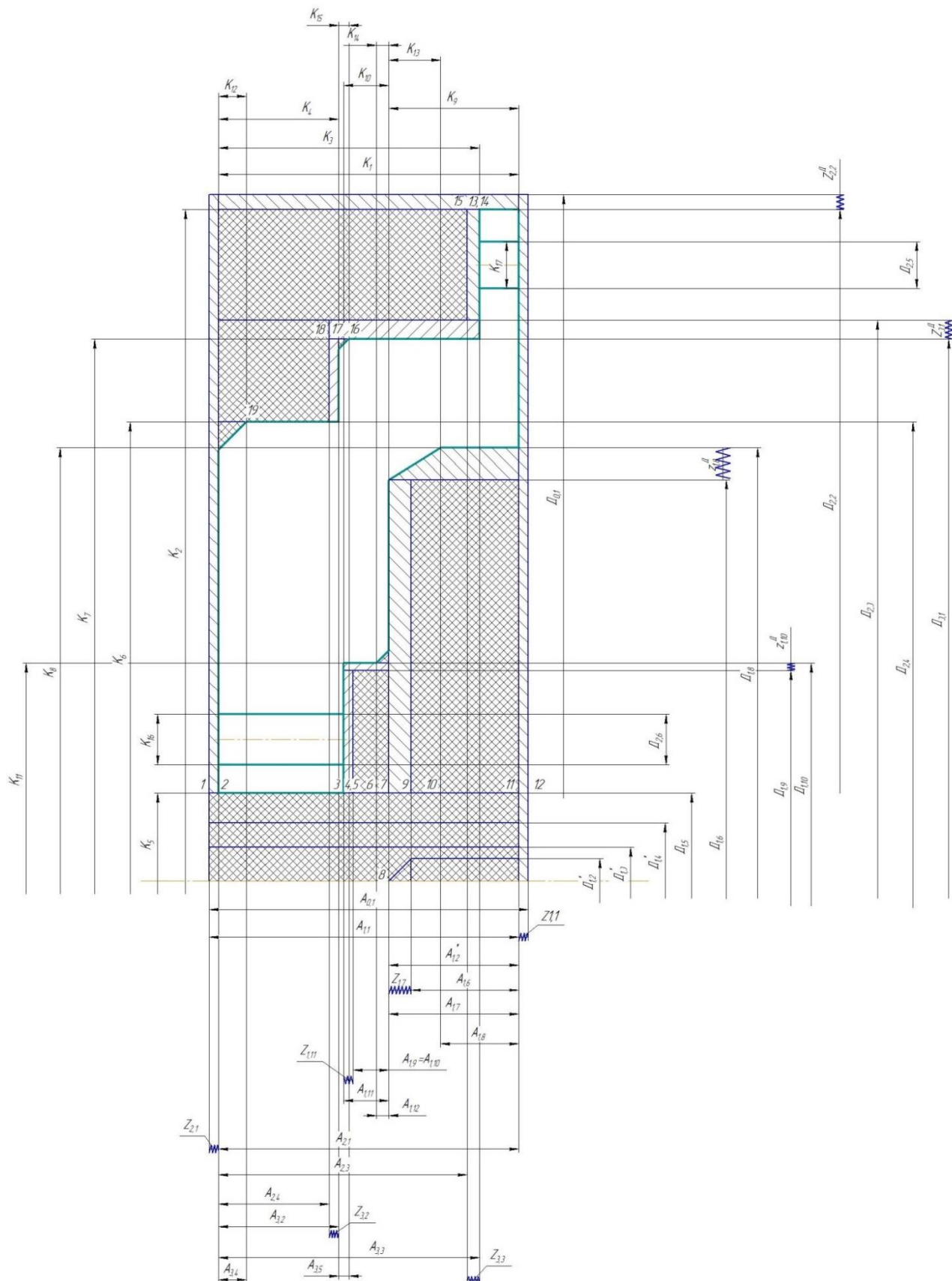


Рис. 3 Размерная схема

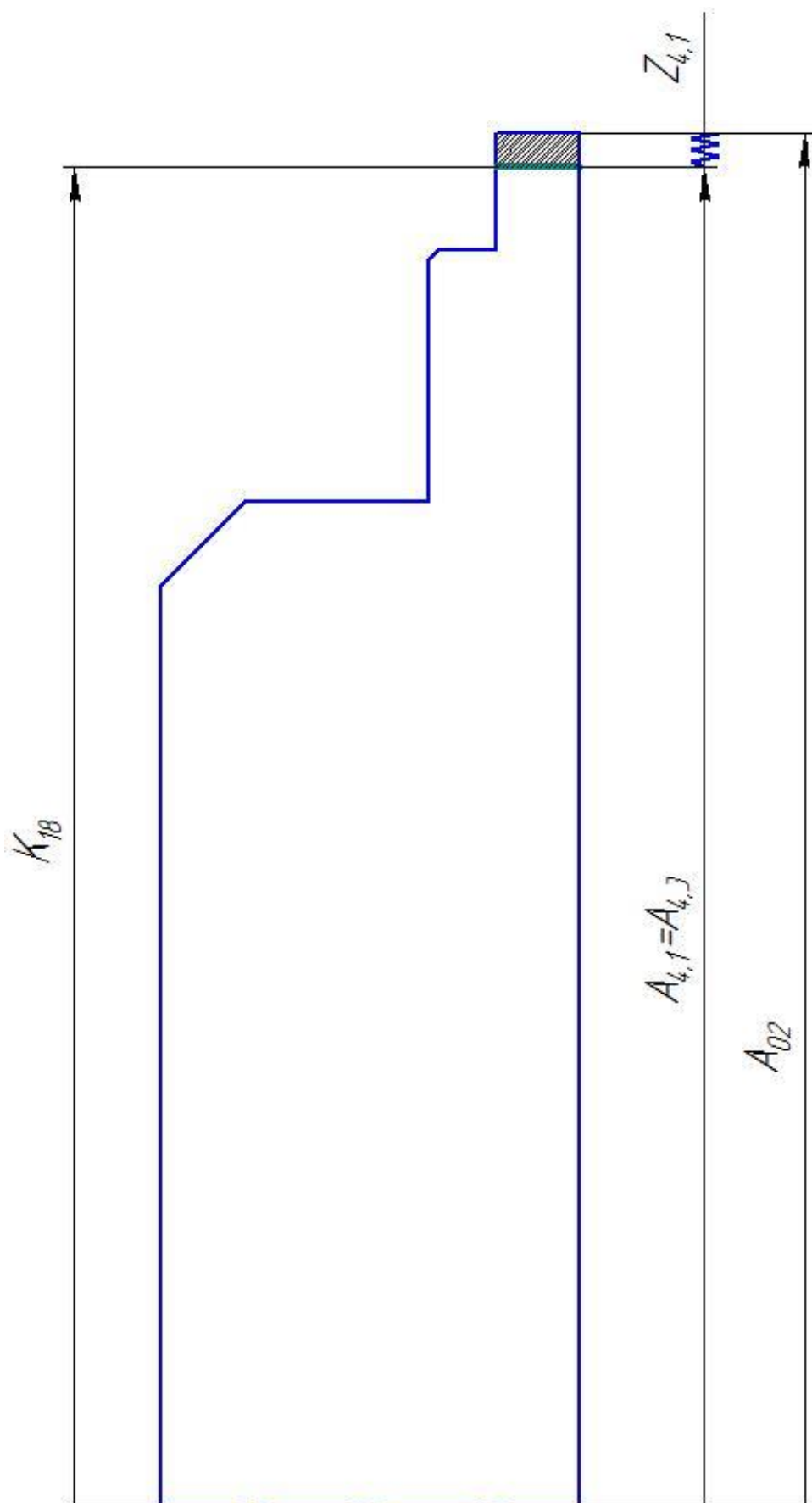


Рис. 4 Размерная схема фрезерной операции

Допуски на диаметральные размеры, [8, с.39]:

$TD_{0.1} = 1 \text{ мм};$	$TD_{1.10} = 0,016 \text{ мм};$
$TD_{1.2} = 0,04 \text{ мм};$	$TD_{2.2} = 0,185 \text{ мм};$
$TD_{1.3} = 0,07 \text{ мм};$	$TD_{2.3} = 0,16 \text{ мм};$
$TD_{1.4} = 0,084 \text{ мм};$	$TD_{2.4} = 0,16 \text{ мм};$
$TD_{1.5} = 0,19 \text{ мм};$	$TD_{3.1} = 0,02 \text{ мм};$
$TD_{1.6} = 0,16 \text{ мм};$	$TD_{3.6} = 0,058 \text{ мм};$
$TD_{1.8} = 0,16 \text{ мм};$	$TD_{3.7} = 0,048 \text{ мм}$
$TD_{1.9} = 0,1 \text{ мм};$	

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i, (5)$$

Для размера K_2 (см. рисунок 3): $TK_2 = 1,15 \geq TD_{2.2} = 0,185 \text{ мм}$, т. е. размер K_2 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_5 (см. рисунок 3): $TK_5 = 0,620 \geq TD_{1.5} = 0,194 \text{ мм}$, т. е. размер K_5 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_6 (см. рисунок 3): $TK_6 = 1 \geq TD_{2.4} = 0,16 \text{ мм}$, т. е. размер K_6 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_7 (см. рисунок 3): $TK_7 = 0,02 \geq TD_{2.5} = 0,02 \text{ мм}$, т. е. размер K_7 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_8 (см. рисунок 3): $TK_8 = 1 \geq TD_{1.8} = 0,61 \text{ мм}$, т. е. размер K_8 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{11} (см. рисунок 3): $TK_{11} = 0,02 \geq TD_{1.8} = 0,016 \text{ мм}$, т. е. размер K_{11} может быть обеспечен с заданной точностью.

$D_{1.5} = K_5 = 33^{+0,62} \text{ мм}$	$D_{2.2} = K_2 = 200_{-1,15} \text{ мм}$
$D_{1.8} = K_8 = 110^{+0,87} \text{ мм}$	$D_{2.4} = K_6 = 120_{-0,87} \text{ мм}$
$D_{1.10} = K_{11} = 48_{-0,02} \text{ мм}$	$D_{3.1} = K_7 = 150_{-0,02} \text{ мм}$
$D_{1.5} = K_{17} = 37^{+0,1} \text{ мм}$	$D_{3.7} = K_{16} = 54^{+0,36} \text{ мм}$

1.5.1 Расчет минимальных припусков

Формула для расчета минимального припуска на обработку поверхностей вращения, [8, с.46]:

$$2z_{\text{imin}} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), (6)$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;
 h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученное на предшествующем переходе или операции, мкм;

Точение черновое:

$$2Z_{18min}^D = 4 \text{ мм} \text{ -т.к. будет точиться фаска } 2 \times 45^\circ.$$

Точение чистовое:

$$R = 0,06 \text{ мм} \quad h = 0,08 \text{ мм} \quad \rho = 0,003 \text{ мм} \quad \varepsilon = 0,08 \text{ мкм}$$

$$2Z_{1,10min}^D = 2 \cdot (0,06 + 0,08 + 0,08) = 0,44 \text{ мм}.$$

Точение черновое:

$$R = 0,1 \text{ мм} \quad h = 0,08 \text{ мм} \quad \rho = 0,007 \text{ мм} \quad \varepsilon = 0,08 \text{ мкм}$$

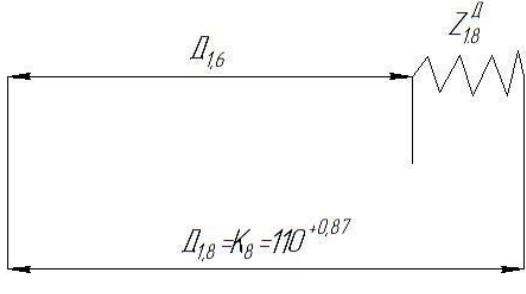
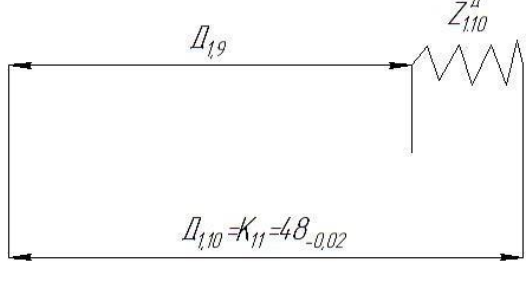
$$2Z_{3,1min}^D = 2 \cdot (0,1 + 0,08 + 0,08) = 0,52 \text{ мм}.$$

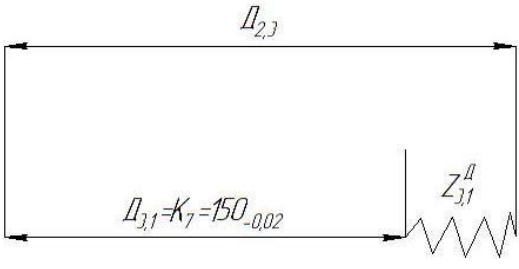
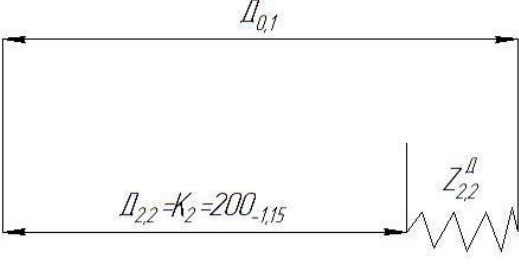
Точение черновое:

$$R = 0,1 \text{ мм} \quad h = 0,08 \text{ мм} \quad \rho = 0,007 \text{ мм} \quad \varepsilon = 0,08 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2,2min}^D = 2 \cdot (0,1 + 0,08 + 0,197) = 0,72 \text{ мм}.$$

1.5.2 Расчет технологических размеров

<p>Находим $D_{1,6}$</p>  <p>$D_{1,8} = K_8 = 110^{+0,87}$</p>	$D_{1,8} = 110^{+0,87} \text{ мм}.$ $D_{1,8}^c = D_{1,8} + \frac{ВОД_{1,8} + НОД_{1,8}}{2} = 110 + \frac{0,87 + 0}{2} = 110,435 \text{ мм}.$ $Z_{1,8max} = Z_{1,8min} + ТД_{1,6} + ТД_{1,8} = 4 + 0,16 + 0,16 = 4,32 \text{ мм}.$ $Z_{1,8}^c = \frac{(Z_{1,8max} + Z_{1,8min})}{2} = \frac{(4,32 + 4)}{2} = 4,16 \text{ мм}.$ $D_{1,6}^c = D_{1,8}^c - Z_{1,8}^c = 110,435 - 4,16 = 106,275 \text{ мм}.$ $D_{1,6} = 106,115^{+0,32} \text{ мм}.$
<p>Находим $D_{1,9}$</p>  <p>$D_{1,10} = K_{11} = 48_{-0,02}$</p>	$D_{1,10} = 48_{-0,02} \text{ мм}.$ $D_{1,10}^c = D_{1,10} + \frac{ВОД_{1,10} + НОД_{1,10}}{2} = 48 + \frac{0 - 0,02}{2} = 47,99 \text{ мм}.$ $Z_{1,10max} = Z_{1,10min} + ТД_{1,9} + ТД_{1,10} = 0,44 + 0,1 + 0,016 = 0,556 \text{ мм}.$ $Z_{1,10}^c = \frac{(Z_{1,10max} + Z_{1,10min})}{2} = \frac{(0,556 + 0,44)}{2} = 0,498 \text{ мм}.$ $D_{1,9}^c = D_{1,10}^c - Z_{1,10}^c = 47,99 - 0,498 = 47,492 \text{ мм}.$ $D_{1,9} = 47,442^{+0,1} \text{ мм}.$

<p style="text-align: center;">Находим $D_{2,3}$</p> 	$D_{3,1} = 150_{-0,02} \text{ мм.}$ $D_{3,1}^c = D_{3,1} + \frac{ВОД_{3,1} + НОД_{3,1}}{2} = 150 + \frac{0 - 0,02}{2} = 149,99 \text{ мм.}$ $Z_{3,1\max} = Z_{3,1\min} + TД_{3,1} + TД_{2,3} = 0,52 + 0,02 + 0,16 = 0,7 \text{ мм.}$ $Z_{3,1}^c = \frac{(Z_{3,1\max} + Z_{3,1\min})}{2} = \frac{(0,7 + 0,52)}{2} = 0,61 \text{ мм.}$ $D_{2,3}^c = D_{3,1}^c + Z_{3,1}^c = 149,99 + 0,61 = 150,6 \text{ мм.}$ $D_{1,9} = 150,68_{-0,16} \text{ мм.}$
<p style="text-align: center;">Находим $D_{0,1}$</p> 	$D_{2,2} = 200_{-1,15} \text{ мм.}$ $D_{2,2}^c = D_{2,2} + \frac{ВОД_{2,2} + НОД_{2,2}}{2} = 200 + \frac{0 - 1,15}{2} = 199,425 \text{ мм.}$ $Z_{2,2\max} = Z_{2,2\min} + TД_{2,2} + TД_{0,1} = 0,72 + 0,185 + 1 = 1,905 \text{ мм.}$ $Z_{2,2}^c = \frac{(Z_{2,2\max} + Z_{2,2\min})}{2} = \frac{(1,905 + 0,72)}{2} = 1,312 \text{ мм.}$ $D_{0,1}^c = D_{2,2}^c + Z_{2,2}^c = 199,425 + 1,312 = 200,738 \text{ мм.}$ $D_{0,1} = 201,238_{-1} \text{ мм.}$ <p>Принимаем: $D_{0,1} = 201 \pm 0,5$.</p>

1.6 Расчет припусков и осевых технологических размеров

Назначаем допуски на осевые технологические размеры. Берем их равными средней статистической погрешности механической обработки из приложения 1 [8, с. 80].

Допуски на технологические размеры:

$TA_{0,1} = 3 \text{ мм;}$	$TA_{2,3} = 0,25 \text{ мм;}$
$TA_{1,1} = 1,29 \text{ мм;}$	$TA_{2,4} = 0,25 \text{ мм;}$
$TA_{1,6} = 0,2 \text{ мм;}$	$TA_{3,2} = 0,25 \text{ мм;}$
$TA_{1,7} = 0,12 \text{ мм;}$	$TA_{3,3} = 0,25 \text{ мм;}$
$TA_{1,8} = 0,12 \text{ мм;}$	$TA_{3,4} = 0,2 \text{ мм;}$
$TA_{1,9} = 0,2 \text{ мм;}$	$TA_{3,5} = 0,2 \text{ мм;}$
$TA_{1,10} = 0,2 \text{ мм;}$	$TA_{4,1} = 0,25 \text{ мм;}$
$TA_{1,11} = 0,2 \text{ мм;}$	$TA_{4,3} = 0,25 \text{ мм;}$
$TA_{1,12} = 0,12 \text{ мм;}$	
$TA_{2,1} = 0,39 \text{ мм;}$	

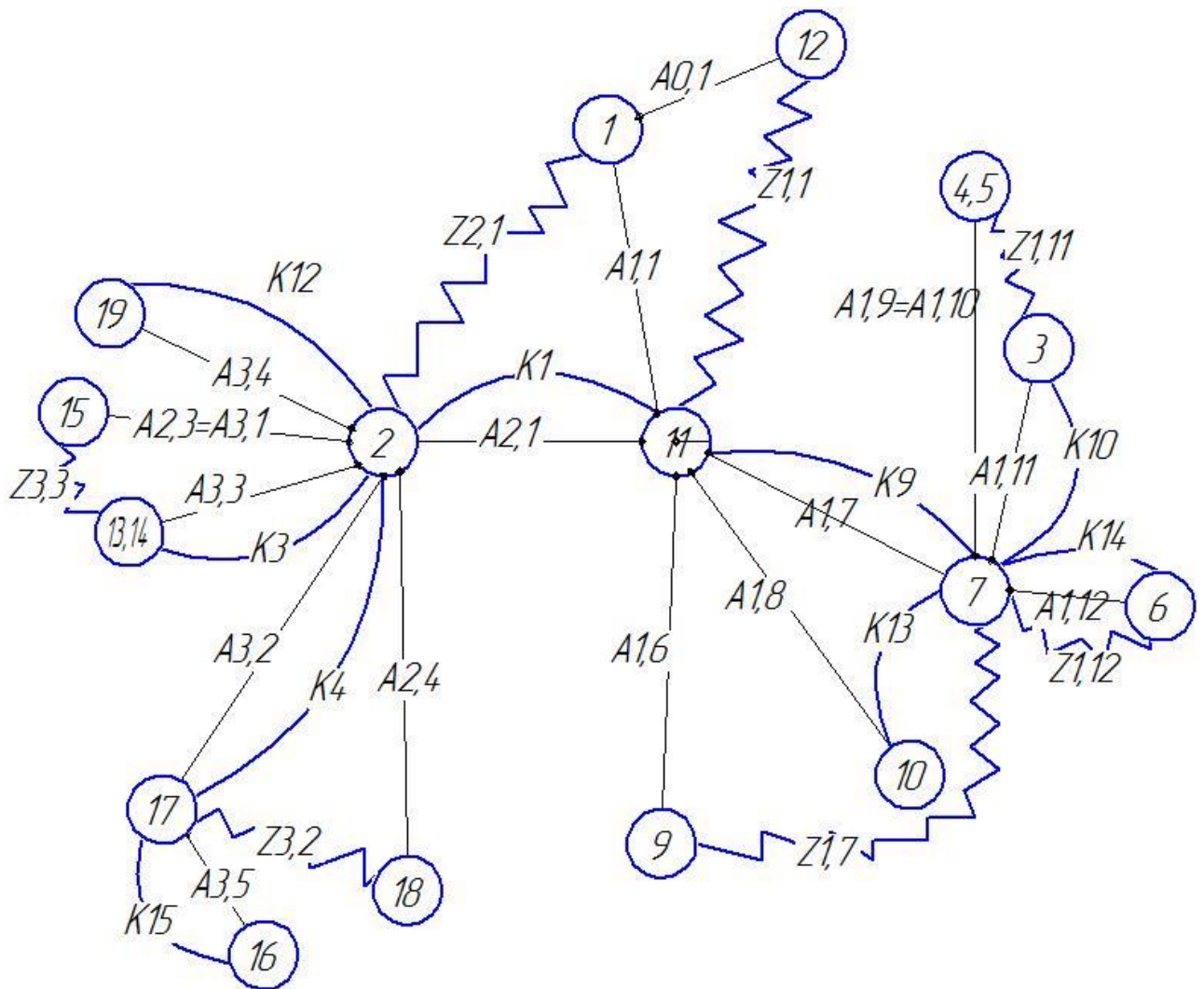


Рис.5 Граф технологических размерных цепей

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_{i,(7)}$$

Для размера $TK_1 = 0,52 \geq TA_{2,1} = 0,39$ мм, т. е. размер K_1 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_3 = 0,52 \geq TA_{3,3} = 0,25$ мм, т. е. размер K_3 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_4 = 0,43 \geq TA_{3,2} = 0,25$ мм, т. е. размер K_4 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_9 = 0,52 \geq TA_{1,7} = 0,12$ мм, т. е. размер K_9 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{10} = 0,25 \geq TA_{1,11} = 0,2$ мм, т. е. размер K_{10} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{12} = 0,3 \geq TA_{3,4} = 0,2$ мм, т. е. размер K_{12} обеспечен с заданной точностью.

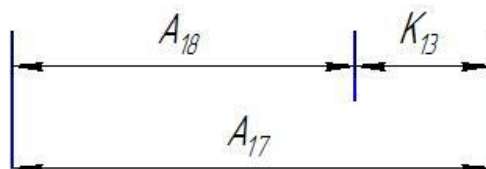
Для размера $TK_{13} = 0,25 \geq TA_{1.7} + TA_{1.8} = 0,24$ мм, т. е. размер K_{13} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{14} = 0,14 \geq TA_{1.12} = 0,12$ мм, т. е. размер K_{14} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{15} = 0,25 \geq TA_{3.5} = 0,2$ мм, т. е. размер K_{15} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{18,19} = 1 \geq TA_{4.1,4.3} = 0,25$ мм, т. е. размер K_{18} обеспечен с заданной точностью.

$$\begin{aligned} A_{2.1} = K_1 &= 25^{+0.52} \text{ мм} & A_{3.4} = K_{12} &= 5^{+0.3} \times 45^\circ \text{ мм} \\ A_{3.3} = K_3 &= 20^{+0.52} \text{ мм} & A_{1.12} = K_{14} &= 2^{+0.25} \times 45^\circ \text{ мм} \\ A_{3.2} = K_4 &= 16^{+0.43} \text{ мм} & A_{4.1} = K_{18} &= 160^{+1} \text{ мм} \\ A_{1.7} = K_9 &= 18,5^{+0.52} \text{ мм} & A_{4.3} = K_{19} &= 160^{+1} \text{ мм} \\ A_{1.11} = K_{10} &= 2^{+0.25} \text{ мм} & A_{3.5} = K_{15} &= 0,5^{+0.25} \times 45^\circ \text{ мм} \end{aligned}$$



Найдём $A_{1.8}^c$:

$$A_{1.8}^c = A_{1.7}^c - K_{13}^c = 18,76 - 2,125 = 16,635 \pm 0,06 \text{ мм.}$$

1.6.1 Расчет минимального припуска

Формула для расчета минимальных припусков на обработку плоскостей:

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (8)$$

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} + \rho_{p_{i-1}}, \quad (9)$$

где $\rho_{\phi_{i-1}}$ – погрешность формы обрабатываемой поверхности;

$\rho_{p_{i-1}}$ – погрешность расположения обрабатываемой поверхности.

Прокат горячекатанный обычной точности:



$$R=0,1 \text{ мм} \quad h=0,1 \text{ мм} \quad \rho = 0,12 \text{ мм}$$

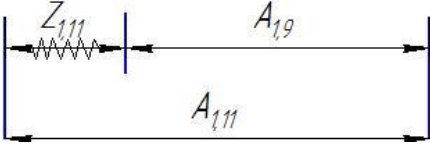
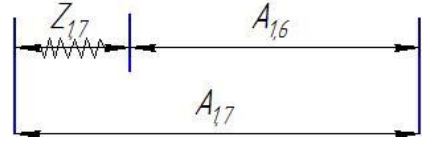
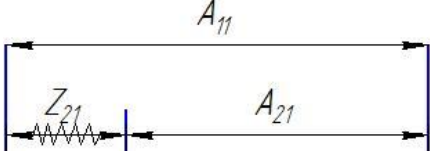
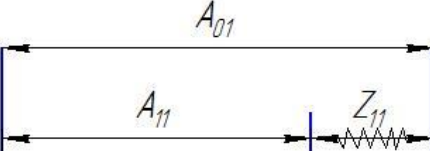
Точение черное:

$$R=0,1 \text{ мм} \quad h=0,08 \text{ мм} \quad \rho = 0,05 \text{ мм}$$

<p>Минимальный припуск на черновую обработку:</p> $Z_{1,1min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,12 = 0,32 \text{ мм}$ $Z_{2,1min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,12 = 0,32 \text{ мм}$ $Z_{4,1min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,12 = 0,32 \text{ мм}$ $Z_{4,3min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,12 = 0,32 \text{ мм}$
<p>Минимальный припуск на чистовую обработку:</p> $Z_{1,7min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,08 + 0,05 = 0,23 \text{ мм.}$ $Z_{1,11min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,08 + 0,05 = 0,23 \text{ мм.}$ $Z_{3,2min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,08 + 0,05 = 0,23 \text{ мм.}$ $Z_{3,3min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,08 + 0,05 = 0,23 \text{ мм.}$

1.6.2 Расчет технологических размеров

<p>Найдём $A_{2,4}$</p> 	$A_{3,2} = 16^{+0,43} \text{ мм.}$ $A_{3,2}^c = 16,215 \pm 0,215 \text{ мм.}$ $Z_{3,2max} = Z_{3,2min} + TA_{3,2} + TA_{2,4} = 0,23 + 0,43 + 0,25 = 0,96 \text{ мм.}$ $Z_{3,2}^c = \frac{(Z_{3,2max} + Z_{3,2min})}{2} = \frac{(0,96 + 0,23)}{2} = 0,595 \text{ мм.}$ $A_{2,4}^c = A_{3,2}^c - Z_{3,2}^c = 16,215 - 0,595 = 15,62 \text{ мм.}$ $A_{2,4} = 15,62 \pm 0,125 \text{ мм.}$ <p>Определим фактическое значение припуска:</p> $Z_{3,2} = A_{3,2} - A_{2,4} = 16^{+0,43} - 15,62 \pm 0,125 = 0,38^{+0,555}_{-0,125} \text{ мм.}$ $Z_{3,2min} = 0,255 \text{ мм.}$
<p>Найдём $A_{2,3}$</p> 	<p>Найдём $A_{2,3}$</p> $A_{3,3} = 20^{+0,52} \text{ мм.}$ $A_{3,3}^c = 20,26 \pm 0,26 \text{ мм.}$ $Z_{3,3max} = Z_{3,3min} + TA_{3,3} + TA_{2,3} = 0,23 + 0,52 + 0,25 = 1 \text{ мм.}$ $Z_{3,3}^c = \frac{(Z_{3,3max} + Z_{3,3min})}{2} = \frac{(1 + 0,23)}{2} = 0,615 \text{ мм.}$ $A_{2,3}^c = A_{3,3}^c - Z_{3,3}^c = 20,26 - 0,615 = 19,645 \text{ мм.}$ $A_{2,4} = 19,645 \pm 0,125 \text{ мм.}$ <p>Определим фактическое значение припуска:</p> $Z_{3,3} = A_{3,3} - A_{2,3} = 20^{+0,52} - 19,645 \pm 0,125 = 0,355^{+0,645}_{-0,125} \text{ мм.}$ $Z_{3,2min} = 0,23 \text{ мм.}$

<p style="text-align: center;">Найдём $A_{1,9}$</p> 	$A_{1,11} = 2^{+0,25} \text{ мм.}$ $A_{1,11}^c = 2,125 \pm 0,125 \text{ мм.}$ $Z_{1,11\max} = Z_{1,11\min} + TA_{1,11} + TA_{1,9} = 0,23 + 0,25 + 0,22 = 0,68 \text{ мм.}$ $Z_{1,11}^c = \frac{(Z_{1,11\max} + Z_{1,11\min})}{2} = \frac{(0,68 + 0,23)}{2} = 0,795 \text{ мм.}$ $A_{1,9}^c = A_{1,11}^c - Z_{1,11}^c = 2,125 - 0,795 = 1,33 \text{ мм.}$ $A_{1,9} = 1,33 \pm 0,125 \text{ мм.}$ <p>Определим фактическое значение припуска:</p> $Z_{1,11} = A_{1,11} - A_{1,9} = 2^{+0,25} - 1,33 \pm 0,125 = 0,67_{-0,125}^{+0,375} \text{ мм.}$ $Z_{1,11\min} = 0,545 \text{ мм.}$
<p style="text-align: center;">Найдём $A_{1,6}$</p> 	$A_{1,7} = 18,5^{+0,52} \text{ мм.}$ $A_{1,7}^c = 18,76 \pm 0,26 \text{ мм.}$ $Z_{1,7\max} = Z_{1,7\min} + TA_{1,7} + TA_{1,6} = 0,23 + 0,52 + 0,2 = 0,95 \text{ мм.}$ $Z_{1,7}^c = \frac{(Z_{1,7\max} + Z_{1,7\min})}{2} = \frac{(0,95 + 0,23)}{2} = 0,59 \text{ мм.}$ $A_{1,6}^c = A_{1,7}^c - Z_{1,7}^c = 18,76 - 0,59 = 18,17 \text{ мм.}$ $A_{1,6} = 18,17 \pm 0,1 \text{ мм.}$ <p>Определим фактическое значение припуска:</p> $Z_{1,7} = A_{1,7} - A_{1,6} = 18,5^{+0,52} - 18,17 \pm 0,1 = 0,33_{-0,1}^{+0,62} \text{ мм.}$ $Z_{1,7\min} = 0,23 \text{ мм.}$
<p style="text-align: center;">Найдём $A_{1,1}$</p> 	$A_{2,1} = 25^{+0,52} \text{ мм.}$ $A_{2,1}^c = 25,26 \pm 0,26 \text{ мм.}$ $Z_{2,1\max} = Z_{2,1\min} + TA_{2,1} + TA_{1,1} = 0,32 + 0,52 + 1,29 = 2,13 \text{ мм.}$ $Z_{2,1}^c = \frac{(Z_{2,1\max} + Z_{2,1\min})}{2} = \frac{(2,13 + 0,32)}{2} = 1,225 \text{ мм.}$ $A_{1,1}^c = A_{2,1}^c - Z_{2,1}^c = 25,26 - 1,225 = 26,485 \text{ мм.}$ $A_{1,1} = 26,485 \pm 0,645 \text{ мм.}$ <p>Определим фактическое значение припуска:</p> $Z_{2,1} = A_{1,1} - A_{2,1} = 26,485 \pm 0,645 - 25^{+0,52} = 1,485_{-1,165}^{+0,645} \text{ мм.}$ $Z_{2,1\min} = 0,32 \text{ мм.}$
<p style="text-align: center;">Найдём $A_{0,1}$</p> 	$A_{1,1} = 26,485 \pm 0,645 \text{ мм.}$ $A_{1,1}^c = 27,13 \pm 0,645 \text{ мм.}$ $Z_{1,1\max} = Z_{1,1\min} + TA_{1,1} + TA_{0,1} = 0,32 + 1,29 + 3 = 4,61 \text{ мм.}$ $Z_{1,1}^c = \frac{(Z_{1,1\max} + Z_{1,1\min})}{2} = \frac{(4,61 + 0,32)}{2} = 2,465 \text{ мм.}$ $A_{0,1}^c = A_{1,1}^c - Z_{1,1}^c = 27,13 - 2,465 = 29,595 \text{ мм.}$ $A_{0,1} = 29,595 \pm 1,5 \text{ мм.}$ <p>Определим фактическое значение припуска:</p> $Z_{1,1} = A_{0,1} - A_{1,1} = 29,595 \pm 0,5 - 26,485 \pm 0,645 = 3,11 \pm 2,145 \text{ мм.}$ $Z_{1,1\min} = 0,965 \text{ мм.}$

<p>Найдём $A_{0,2}$</p>	$A_{4,1} = 160^{+1} \text{ мм.}$ $A_{4,1}^c = 160,5 \pm 0,5 \text{ мм.}$ $Z_{4,1\text{max}} = Z_{4,1\text{min}} + TA_{0,2} + TA_{4,1} = 0,32 + 0,5 + 1 = 1,85 \text{ мм.}$ $Z_{4,1}^c = \frac{(Z_{4,1\text{max}} + Z_{4,1\text{min}})}{2} = \frac{(1,85 + 0,32)}{2} = 1,07 \text{ мм.}$ $A_{0,2}^c = A_{4,1}^c - Z_{4,1}^c = 160,5 - 1,07 = 161,57 \text{ мм.}$ $A_{0,2} = 161,57 \pm 0,225 \text{ мм.}$ <p>Определим фактическое значение припуска:</p> $Z_{4,1} = A_{0,2} - A_{4,1} = 161,57 \pm 0,225 - 160^{+1} = 2,07^{+0,225}_{-0,775} \text{ мм.}$ $Z_{4,1\text{min}} = 1,295 \text{ мм.}$
------------------------------------	---

1.7 Расчет режимов резания

Расчет ведется по методическим указаниям [1].

Отрезная операция 0

Толщина разрезаемого металла: $A_{0,1} = 29,595 \pm 1,5 \text{ мм.}$

Диаметр сопла: 2 мм.

Сила тока: 150 А.

Скорость резки: 0,2 м/мин.

Средняя ширина реза: 2,5 мм.

Токарная операция 1

Станок: Комплексный токарный многоцелевой станок с ЧПУ с противошпинделем и приводным инструментом SMEC PL 2000MS.

Мощность: 11 кВт.

Число оборотов: 6000 об/мин.

Материал режущего инструмента выбираем T15K6.

Переход 1 подрезка торца:

1. Глубина резания: $t = Z_{11}^c = 2,465 \text{ мм.}$
2. Подача: $S = 1 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_v = 340$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,15$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (11)$$

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

K_{IV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{IV} = 0,9; K_{IV} = 1,15;$$

$$K_V = 1,88 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 1,95.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 2,465^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 1,95 = 255 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 255}{3,14 \cdot 201} = 404 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} d \pi}{1000} = \frac{400 \cdot 201 \cdot 3,14}{1000} = 253 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,465^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 253^{-0,15} \cdot 0,624 = 2013 \text{ Н.}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2013 \cdot 253}{1020 \cdot 60} = 8,3 \text{ Вт.}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{8,3}{0,9} = 9,2 \text{ Вт.}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 9,2 \text{ Вт.}$

Переход 2 центровка отверстия:

1. Глубина резания: $t = 0,5D = 0,5 \cdot 2,5 = 1,25 \text{ мм.}$

2. Подача: $S = 0,08 \text{ мм / об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v, \quad (12)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 15$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 7$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$. – определены по таблице 17 [1, с.279].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{IV}, \quad (13)$$

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

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

K_{IV} – коэффициент, учитывающий скорость резания.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88$$

$$K_{ПV} = 1; K_{IV} = 0,85;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 0,85 = 1,6.$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{7 \cdot 2,5^{0,4}}{15^{0,20} \cdot 0,08^{0,7}} \cdot 1,6 = 55 \text{ м / мин.}$$

1. Крутящий момент и осевая сила:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 2,5^1 \cdot 0,08^{0,7} \cdot 0,624 = 181 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2,5^2 \cdot 0,08^{0,7} \cdot 0,624 = 0,178 \text{ Нм.}$$

$$C_m = 0,0345; q = 2; y = 0,8;$$

$$C_p = 68; q = 1; y = 0,7;$$

$$K_p = K_{mp} = 0,624.$$

2. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,178 \cdot 1500}{9750} = 0,03 \text{ кВт.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 55}{3,14 \cdot 2,5} = 7000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

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

Мощности приводного инструмента достаточно для данных режимов резания:

$$3,7 \geq 0,03 \text{ кВт.}$$

Переход 3 сверление отверстий:

1. Глубина резания: $t = 0,5D = 0,5 \cdot 12 = 6 \text{ мм.}$

2. Подача: $S = 0,26 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v, (14)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 45 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 9,8$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,5$. – определены по таблице 17 [1, с.279].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{IV}, (15)$$

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

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

K_{IV} – коэффициент, учитывающий скорость резания.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88.$$

$$K_{ПV} = 1; K_{IV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{7 \cdot 12^{0,4}}{45^{0,20} \cdot 0,26^{0,5}} \cdot 1,88 = 33 \text{ м / мин}.$$

4. Крутящий момент и осевая сила:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 12^1 \cdot 0,26^{0,7} \cdot 0,624 = 198,3 \text{ Н}.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 12^2 \cdot 0,26^{0,7} \cdot 0,624 = 10,5 \text{ Нм}.$$

$$C_m = 0,0345; q = 2; y = 0,8;$$

$$C_p = 68; q = 1; y = 0,7;$$

$$K_p = K_{mp} = 0,624.$$

5. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{10,5 \cdot 870}{9750} = 1 \text{ кВт}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 33}{3,14 \cdot 12} = 870 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$n_{np} = 870 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Мощности приводного инструмента достаточно для данных режимов резания: $3,7 \geq 1 \text{ кВт}$.

Переход 4 рассверливание отверстия:

1. Глубина резания: $t = 0,5(D-d)=0,5 \cdot 10 = 5 \text{ мм}$.
2. Подача: $S = 0,4 \text{ мм/об}$.
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v, (16)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 50 \text{ мин}$. (Стр.279)

Значения коэффициентов: $C_v = 16,2$; $q = 0,4$; $x = 0,2$; $m = 0,2$; $y = 0,5$. – определены по таблице 17 [1, с.279].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{iV}, (17)$$

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

K_{iV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{iV} – коэффициент, учитывающий скорость резания.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88.$$

$$K_{iV} = 1; K_{iV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{16,2 \cdot 22^{0,4}}{50^{0,20} \cdot 5^{0,2} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 1,88 = 55 \text{ м / мин}.$$

4. Крутящий момент и осевая сила:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 67 \cdot 5^{1,2} \cdot 0,4^{0,65} \cdot 0,624 = 1590 \text{ Н}.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,09 \cdot 22^1 \cdot 5^{0,9} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 0,624 = 25 \text{ Нм}.$$

$$C_m = 0,09; q = 1; y = 0,9; y = 0,8;$$

$$C_p = 67; y = 0,65; x = 1,2;$$

$$K_p = K_{mp} = 0,624.$$

5. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{25 \cdot 800}{9750} = 2 \text{ кВт}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 55}{3,14 \cdot 22} = 797 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$n_{np} = 800 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Мощности приводного инструмента достаточно для данных режимов резания: :

$$3,7 \geq 2 \text{ кВт}.$$

Переход 5 рассверливание отверстия:

1. Глубина резания: $t = 0,5(D-d)=0,5 \cdot 11 = 5,5 \text{ мм}.$
2. Подача: $S = 0,55 \text{ мм / об}.$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v, (18)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 70 \text{ мин}.$ [1, Стр.279]

Значения коэффициентов: $C_v = 16,2$; $q = 0,4$; $x = 0,2$; $m = 0,2$; $y = 0,5$. – определены по таблице 17 [1, с.279].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, (19)$$

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

K_{nV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{iV} – коэффициент, учитывающий скорость резания.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88.$$

$$K_{IV} = 1; K_{iV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{16,2 \cdot 33^{0,4}}{70^{0,20} \cdot 5,5^{0,2} \cdot 0,55^{0,5}} \cdot 1,88 = 51 \text{ м / мин}.$$

4. Крутящий момент и осевая сила:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 67 \cdot 5,5^{1,2} \cdot 0,55^{0,65} \cdot 0,624 = 2192 \text{ Н}.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,09 \cdot 33^1 \cdot 5,5^{0,9} \cdot 0,55^{0,8} \cdot 0,624 = 53,3 \text{ Нм}.$$

$$C_m = 0,09; q = 1; y = 0,9; y = 0,8;$$

$$C_p = 67; y = 0,65; x = 1,2;$$

$$K_p = K_{mp} = 0,624.$$

5. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{53,3 \cdot 500}{9750} = 2,7 \text{ кВт}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 51}{3,14 \cdot 33} = 490 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$n_{np} = 500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Мощности приводного инструмента достаточно для данных режимов резания: $3 \geq 2,7 \text{ кВт}$.

Переход №6: расточка отверстия:

1. Глубина резания: $t = 3 \text{ мм}$.
2. Подача: $S = 0,15 \text{ мм/об}$.
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (20)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 420$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, (21)$$

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

K_{IV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{IV} = 1; K_{IV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 1,88 = 432 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 432}{3,14 \cdot 106} = 1298 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1300 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} d \pi}{1000} = \frac{1300 \cdot 106 \cdot 3,14}{1000} = 433 \text{ м/мин}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 433^{-0,15} \cdot 0,624 = 545 \text{ Н}.$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{545 \cdot 433}{1020 \cdot 60} = 3,9 \text{ кВт}.$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{3,8}{0,9} = 4,3 \text{ кВт}.$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 4,3 \text{ кВт}$.

Переход 7 чистовое точение:

1. Глубина резания: $t = Z_{1,7}^c = 0,59 \text{ мм}$.

2. Подача: $S = 0,144 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (22)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 420$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

$$\text{Коэффициент } K_v : K_v = K_{Mv} \cdot K_{IIV} \cdot K_{IV}, (23)$$

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

K_{IIV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{IIV} = 1; K_{IV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 0,59^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 1,88 = 555 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 555}{3,14 \cdot 109,5} = 1614 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1600 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \pi}{1000} = \frac{1600 \cdot 109,5 \cdot 3,14}{1000} = 550,1 \text{ м / мин}.$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,59^1 \cdot 0,144^{0,75} \cdot 550,1^{-0,15} \cdot 0,624 = 100 \text{ Н}.$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{100 \cdot 550,1}{1020 \cdot 60} = 0,9 \text{ кВт}.$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,9}{0,9} = 1 \text{ кВт}.$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 1 \text{ кВт}$.

Переход 8 расточка отверстия:

1. Глубина резания: $t = Z_{1,8}^{Dc} = 0,38 \text{ мм}$.

2. Подача: $S = 0,144 \text{ мм / об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (24)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 420$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Iv}, (25)$$

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

K_{Iv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{HV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{HV} = 1; K_{HV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 0,38^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 1,88 = 593,1 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 593,1}{3,14 \cdot 110} = 1716 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1700 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} d \pi}{1000} = \frac{1700 \cdot 110 \cdot 3,14}{1000} = 587,5 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,38^1 \cdot 0,144^{0,75} \cdot 587,5^{-0,15} \cdot 0,624 = 64 \text{ Н.}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{64 \cdot 587,5}{1020 \cdot 60} = 0,6 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,6}{0,9} = 0,7 \text{ кВт.}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 0,7 \text{ кВт.}$

Переход 9 расточка отверстия:

1. Глубина резания: $t = 1,33 \text{ мм.}$

2. Подача: $S = 0,15 \text{ мм / об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (26)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 420$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (27)$$

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

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

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

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{ПВ} = 1; K_{ИВ} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 1,33^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 1,88 = 488 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 488}{3,14 \cdot 47} = 3307 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 3300 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} d \pi}{1000} = \frac{3300 \cdot 47 \cdot 3,14}{1000} = 487,3 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,33^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 487,3^{-0,15} \cdot 0,624 = 237,2 \text{ Н.}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{237,2 \cdot 487,3}{1020 \cdot 60} = 1,9 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,9}{0,9} = 2,1 \text{ кВт.}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 2,1 \text{ кВт.}$

Переход 10 расточка отверстия начисто:

1. Глубина резания: $t = Z_{1,10}^{Дс} = 0,25 \text{ мм.}$
2. Подача: $S = 0,144 \text{ мм / об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (28)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_v = 420$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, (29)$$

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

K_{IV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{IV} = 1; K_{IV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 1,88 = 631,6 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 631,6}{3,14 \cdot 48} = 4188 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 4200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} d \pi}{1000} = \frac{4200 \cdot 48 \cdot 3,14}{1000} = 633,3 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,144^{0,75} \cdot 633,3^{-0,15} \cdot 0,624 = 41,6 \text{ Н.}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{41,6 \cdot 633,3}{1020 \cdot 60} = 0,4 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,4}{0,9} = 0,5 \text{ кВт.}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 0,5 \text{ кВт.}$

Переход 11 точение поверхности чистовое:

1. Глубина резания: $t = Z_{1,11}^c = 0,795 \text{ мм.}$

2. Подача: $S = 0,144 \text{ мм / об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (30)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_v = 420; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,2$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, (31)$$

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

K_{IV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{IV} = 1; K_{IV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 0,795^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 1,88 = 531 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 531}{3,14 \cdot 48} = 3521 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 3530 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} d \pi}{1000} = \frac{3530 \cdot 48 \cdot 3,14}{1000} = 527,8 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,795^1 \cdot 0,144^{0,75} \cdot 527,8^{-0,15} \cdot 0,624 = 136 \text{ Н.}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{136 \cdot 527,8}{1020 \cdot 60} = 1,2 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,2}{0,9} = 1,3 \text{ кВт.}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 1,3 \text{ кВт.}$

Переход 12 точение фаски:

1. Глубина резания: $t = 0,25 \text{ мм.}$
2. Подача: $S = 0,144 \text{ мм / об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (32)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_v = 420; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,2$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (33)$$

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

K_{IV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{IV} = 1; K_{IV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 1,88 = 632 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 632}{3,14 \cdot 48} = 4188 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 4200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} d \pi}{1000} = \frac{4200 \cdot 48 \cdot 3,14}{1000} = 633,4 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,144^{0,75} \cdot 633,4^{-0,15} \cdot 0,624 = 42 \text{ Н.}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{42 \cdot 633,4}{1020 \cdot 60} = 0,43 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,4}{0,9} = 0,5 \text{ кВт.}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 0,5 \text{ кВт.}$

Токарная операция 2.

Материал режущего инструмента выбираем Т15К6.

Переход 1 подрезка торца:

1. Глубина резания: $t = Z_{21}^c = 1,225 \text{ мм}$.
2. Подача: $S = 1 \text{ мм/об}$.
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (34)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 340$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,15$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{HV}, (35)$$

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

K_{IV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{HV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{IV} = 0,9; K_{HV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 1,95.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 1,225^{0,15} \cdot 1^{0,15}} \cdot 1,95 = 283,6 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 283,6}{3,14 \cdot 201} = 449 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_\phi = 450 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_\phi = \frac{n_\phi d \pi}{1000} = \frac{450 \cdot 201 \cdot 3,14}{1000} = 334,7 \text{ м/мин}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,225^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 334,7^{-0,15} \cdot 0,624 = 958,8 \text{ Н}.$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{958,8 \cdot 334,7}{1020 \cdot 60} = 5,3 \text{ кВт}.$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,3}{0,9} = 5,8 \text{ кВт}.$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 5,8 \text{ кВт}$.

Переход 2 точение поверхности:

1. Глубина резания: $t = Z_{22}^{Dc} = 0,656 \text{ мм}$.

2. Подача: $S = 1 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (36)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 340; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,15$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{IIV} \cdot K_{IV}, (37)$$

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

K_{IIV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{IIV} = 0,9; K_{IV} = 1,15;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 1,95.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 0,656^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 1,88 = 370,9 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 370,9}{3,14 \cdot 201} = 587,4 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 600 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} d \pi}{1000} = \frac{600 \cdot 201 \cdot 3,14}{1000} = 378,9 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,656^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 378,9^{-0,15} \cdot 0,624 = 503,9 \text{ Н.}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{503,9 \cdot 378,9}{1020 \cdot 60} = 3,2 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{3,2}{0,9} = 3,5 \text{ кВт.}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 3,5 \text{ кВт}$.

Переход 3 точение поверхности:

1. Глубина резания: $t = 2 \text{ мм}$.

2. Подача: $S = 1 \text{ мм / об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (38)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 340$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,15$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Iv}, (39)$$

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

K_{Iv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{HV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{HV} = 0,9; K_{IV} = 1,15;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 1,95.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 1,88 = 313,8 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 313,8}{3,14 \cdot 150} = 665,9 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 670 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} d \pi}{1000} = \frac{670 \cdot 150 \cdot 3,14}{1000} = 315,7 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 315,7^{-0,15} \cdot 0,624 = 1580 \text{ Н.}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1580 \cdot 315,7}{1020 \cdot 60} = 8,1 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{8,1}{0,9} = 9 \text{ кВт.}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 9 \text{ кВт.}$

Переход 4 точение поверхности:

1. Глубина резания: $t = 2 \text{ мм.}$

2. Подача: $S = 1 \text{ мм / об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (40)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 340$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,15$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (41)$$

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

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

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

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{ПВ} = 0,9; K_{ИВ} = 1,15;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 1,95.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 1,88 = 313,8 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 313,8}{3,14 \cdot 120} = 832,3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 830 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{830 \cdot 120 \cdot 3,14}{1000} = 312,9 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 312,9^{-0,15} \cdot 0,624 = 1580 \text{ Н.}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1580 \cdot 312,9}{1020 \cdot 60} = 8,1 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{8,1}{0,9} = 9 \text{ кВт.}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 9 \text{ кВт.}$

Переход 5 сверлить 4 отверстия:

1. Глубина резания: $t = 0,5D = 0,5 \cdot 8,5 = 4,25 \text{ мм.}$
2. Подача: $S = 0,15 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v, (42)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 25 \text{ мин.}$ - по таблице 30 [1, с.279].

Значения коэффициентов: $C_v = 7$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$. – определены по таблице 28 [1, с.278].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, (43)$$

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

K_{nv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий скорость резания.

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{m_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88.$$

$$K_{nv} = 1; K_{iv} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 \cdot 8,5^{0,4}}{25^{0,20} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 1,88 = 61,4 \text{ м / мин.}$$

4. Крутящий момент и осевая сила:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 8,5^1 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,624 = 955,8 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,5^2 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,624 = 3,4 \text{ Нм.}$$

$$C_m = 0,0345; q = 2; y = 0,8;$$

$$C_p = 68; q = 1; y = 0,7;$$

$$K_p = K_{mp} = 0,624.$$

5. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,4 \cdot 2200}{9750} = 0,8 \text{ кВт.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 61,4}{3,14 \cdot 8,5} = 2250 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$n_{np} = 2200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Мощности приводного инструмента достаточно для данных режимов резания:

$$3,7 \geq 0,8 \text{ кВт.}$$

Переход 6 сверление 6 отверстий:

1. Глубина резания: $t = 0,5D = 0,5 \cdot 4,5 = 2,25 \text{ мм.}$
2. Подача: $S = 0,09 \text{ мм/об.}$
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v, (44)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 15 \text{ мин.}$ - по таблице 30 [1, с.279].

Значения коэффициентов: $C_v = 7$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$. – определены по таблице 28 [1, с.278].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{iV}, (45)$$

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

K_{iV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий скорость резания.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88.$$

$$K_{IV} = 1; K_{iV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 \cdot 4,5^{0,4}}{15^{0,20} \cdot 0,09^{0,7}} \cdot 1,88 = 75,4 \text{ м / мин.}$$

4. Крутящий момент и осевая сила:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 4,5^1 \cdot 0,09^{0,7} \cdot 0,624 = 354 \text{ Н}.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4,5^2 \cdot 0,09^{0,7} \cdot 0,624 = 0,6 \text{ Нм}.$$

$$C_m = 0,0345; q = 2; y = 0,8;$$

$$C_p = 68; q = 1; y = 0,7;$$

$$K_p = K_{mp} = 0,624.$$

5. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,6 \cdot 3000}{9750} = 0,2 \text{ кВт}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 75,4}{3,14 \cdot 4,5} = 5336 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$n_{np} = 3000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Мощности приводного инструмента достаточно для данных режимов резания:

$$3,7 \geq 0,2 \text{ кВт}.$$

Токарная операция 3.

Переход 1 точение поверхности 3:

1. Глубина резания: $t = Z_{3,1}^{Дс} = 0,305 \text{ мм}.$

2. Подача: $S = 0,144 \text{ мм / об}.$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (46)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин}.$

Значения коэффициентов: $C_v = 420; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,2$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, (47)$$

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

K_{IV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{IV} = 1; K_{IV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 0,305^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 1,88 = 613 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 613}{3,14 \cdot 150} = 1301 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_\phi = 1300 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_\phi = \frac{n_\phi d \pi}{1000} = \frac{1300 \cdot 150 \cdot 3,14}{1000} = 612,6 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,305^1 \cdot 0,144^{0,75} \cdot 612,6^{-0,15} \cdot 0,624 = 51 \text{ Н.}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{51 \cdot 612,6}{1020 \cdot 60} = 0,5 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,5}{0,9} = 0,6 \text{ кВт.}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 0,6 \text{ кВт}$.

Переход 2 точение поверхности 6:

1. Глубина резания: $t = Z_{3,2}^c = 0,595 \text{ мм}$.

2. Подача: $S = 0,144 \text{ мм / об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (48)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 420$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV}, \quad (49)$$

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

K_{IV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IIV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{IV} = 1; K_{IIV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 0,595^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 1,88 = 554,5 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 554,5}{3,14 \cdot 150} = 1177 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \pi}{1000} = \frac{1200 \cdot 150 \cdot 3,14}{1000} = 565,5 \text{ м / мин}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,595^1 \cdot 0,144^{0,75} \cdot 565,5^{-0,15} \cdot 0,624 = 100,5 \text{ Н}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{100,5 \cdot 565,5}{1020 \cdot 60} = 0,94 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,94}{0,9} = 1,04 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 1,04 \text{ кВт}$.

Переход 3 точение поверхности 5:

1. Глубина резания: $t = Z_{1,11}^c = 0,615 \text{ мм}$.

2. Подача: $S = 0,144 \text{ мм / об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (50)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_v = 420$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, (51)$$

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

K_{IV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_{\Gamma}} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{IV} = 1; K_{IV} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 0,615^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 1,88 = 551,58 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 551,8}{3,14 \cdot 200} = 878,2 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 900 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} d \pi}{1000} = \frac{900 \cdot 200 \cdot 3,14}{1000} = 565,5 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,615^1 \cdot 0,144^{0,75} \cdot 565,5^{-0,15} \cdot 0,624 = 104 \text{ Н.}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{104 \cdot 565,5}{1020 \cdot 60} = 0,97 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,96}{0,9} = 1,1 \text{ кВт.}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 1,1 \text{ кВт}$.

Переход 4 точение фаски 5x45°:

1. Глубина резания: $t = 2,5 \text{ мм}$.
2. Подача: $S = 1 \text{ мм/об}$.
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (52)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 420$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, (53)$$

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

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

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

$$K_{MV} = K_T \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{ПВ} = 1; K_{ИВ} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 1^{0,2}} \cdot 1,88 = 303,5 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 303,5}{3,14 \cdot 120} = 804,9 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 800 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} d \pi}{1000} = \frac{800 \cdot 120 \cdot 3,14}{1000} = 301,6 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 301,6^{-0,15} \cdot 0,624 = 1988 \text{ Н.}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1988 \cdot 301,6}{1020 \cdot 60} = 9,8 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{9,8}{0,9} = 10,8 \text{ кВт.}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 10,8 \text{ кВт}$.

Переход 5 точение фаски 0,5x45°:

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

2. Подача: $S = 0,5 \text{ мм / об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, (54)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 420$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определены по таблице 17 [1, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Iv}, (55)$$

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

K_{Iv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{Iv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{Iv} = 1; K_{Iv} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,2}} \cdot 1,88 = 533 \text{ м / мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 533}{3,14 \cdot 150} = 1131 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_\phi = 1150 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_\phi = \frac{n_\phi d \pi}{1000} = \frac{1150 \cdot 150 \cdot 3,14}{1000} = 542 \text{ м / мин}$$

6. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 542^{-0,15} \cdot 0,624 = 109 \text{ Н}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 300; n = -0,15; x = 1; y = 0,75.$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{109 \cdot 542}{1020 \cdot 60} = 1 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1}{0,9} = 1,1 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 1,1 \text{ кВт}$.

Фрезерная.

Переход 1 фрезерование поверхностей 1 и 2:

1. Глубина резания: $t = 0,535 \text{ мм}$.

2. Подача: $S = 0,2 \text{ мм / об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v, (56)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 41; q = 0,25; m = 0,2; x = 0,1; y = 0,4; u = 0,15; p = 0$. – определены по таблице 39 [1, с.286].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (57)$$

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

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

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

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^1 = 1,88;$$

$$K_{ПВ} = 1; K_{ИВ} = 1;$$

$$K_v = 1,88 \cdot 1 \cdot 1 = 1,88.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{41 \cdot 100}{180^{0,20} \cdot 0,535^{0,1} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 12^0} \cdot 1,88 = 93 \text{ м / мин.}$$

где t - мм глубина фрезерования, B - ширина фрезерования.

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 93}{3,14 \cdot 100} = 296,2 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_\phi = 300 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_\phi = \frac{n_\phi d \pi}{1000} = \frac{300 \cdot 100 \cdot 3,14}{1000} = 94,2 \text{ м / мин.}$$

6. Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u}{D^q \cdot n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 0,535^{0,95} \cdot 0,2^{0,8}}{100^{1,1} \cdot 300^0} \cdot 0,624 = 6 \text{ Н.}$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,624;$$

$$C_p = 82,5; u = 1,1; x = 0,95; y = 0,8; w = 0; q = 1,1.$$

7. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{200} = \frac{6 \cdot 100}{200} = 3 \text{ Нм.}$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{6 \cdot 94,2}{1020 \cdot 60} = 0,01 \text{ кВт.}$$

9. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,35}{0,9} = 0,4кВт.$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $7,5 \geq 0,4кВт$.

Переход 2 фрезерование поверхностей 3 и 4:

Режимы будут такие, как и для поверхности 1 и 2.

1.8 Выбор средств технологического оснащения

Станок термической резки CyberCUT-2030

Основные данные:

Ширина обрабатываемого листа, мм	2200
Длина обрабатываемого листа, мм	3000
Вертикальный ход перемещения плазматрона, мм	150
Длина рельсового пути (с учетом парковочной зоны),мм	3500
Скорость перемещения портала, мм/мин	30000
Точность воспроизведения заданного контура, мм	$\pm 0,1$
Стабилизация расстояния между плазматроном и поверхностью заготовки	автоматическая
Система питания	220В, 50 Гц
Потребляемая мощность, кВт	2
Условия эксплуатации	закрытое помещение цеха +5...+40°C

**Комплексный токарный многоцелевой станок с ЧПУ с противопинделем и
приводным инструментом SMEC PL 2000MS**

Основные данные:

Макс. диаметр над станиной	Ø 650 мм
Макс. диаметр x длина обработки	Ø 354 x 460 мм
Сквозное отверстие шпинделя (S1/S2)	Ø 78/45 мм
Размер патрона (S1/S2[опц])	8"/6" дюйм
Скорость вращ-я шпинделя (S1/S2[опц]), об/мин	4000/6000
Мощность шпинделя S1 (непр. - 30 мин)	11 - 15 кВт
Мощность шпинделя S2 (непр. - 30 мин[опц])	5.5 - 7.5 кВт
Перемещение по осям (X/Z/B), мм	210/515/500
Кол-во инструмент. позиций	12 (BMT65)
Сечение резца (опц.)	25x25 мм
Диаметр осевого инструмента	Ø50 мм
Вес станка	5,500 кг

Станок горизонтально-фрезерный, 6P82

Основные данные:

Класс точности по ГОСТ 8-82	Н
Рабочий стол	
Максимальная нагрузка на стол (по центру), кг	250
Размеры рабочей поверхности стола (длина x ширина), мм	1250 x 320
Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов	3
Наибольшее перемещение стола продольное механическое/ ручное, мм	800/ 800
Наибольшее перемещение стола поперечное механическое/ ручное, мм	240/ 250
Наибольшее перемещение стола вертикальное механическое/ ручное, мм	360/ 370
Наименьшее и наибольшее расстояние от оси шпинделя до стола при ручном перемещении, мм * При ручном перемещении и снятом нижнем ограничительном кулачке	30...400*
Расстояние от оси шпинделя до хобота, мм	155
Наибольший угол поворота стола, град	±45
Шпиндель	
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5 - 1600
Количество скоростей шпинделя	18
Наибольший крутящий момент, кгс.м	107
Электродвигатель привода главного движения Мощность, кВт	7,5
Габариты станка (длина x ширина x высота), мм	2305 x 1950 x 1670
Масса станка, кг	2900

1.9 Расчет норм времени

Техническое нормирование устанавливает технически обоснованную норму расхода производственных ресурсов – рабочего времени, энергии, сырья, материалов, инструментов и т.п. Основы технологического нормирования устанавливает ГОСТ 3.1109-82. Главными целями нормирования являются:

- грамотно разработанный технологический процесс;
- себестоимость изготовления детали должна быть минимальна;
- трудоемкость изготовления детали должна быть минимальна.

Нормирование осуществляется методами технического нормирования и опытно-статического нормирования.

Норма времени, которое дается на обработку детали или каких-то поверхностей детали на данной технологической операции называется нормой штучного времени и складывается из:

- основного (машинного) или технологического времени;
- вспомогательного времени;
- времени обслуживания рабочего места;
- времени перерывов на отдых и физиологические потребности.

Основное или технологическое время, это время, в течение которого производится снятие стружки, т. е. происходит изменение формы, размеров и внешнего вида детали.

Во вспомогательное время входит:

- время управления станком; пуск, останов, перемена скорости, подачи и т. п.;
- время на перемещение инструмента;
- время на установку; закрепление и снятие приспособления, инструмента и детали во время работы;
- время на приемы измерения детали: взять инструмент, установить, измерить, отложить инструмент и т. п.

Вспомогательное время может быть ручным, машинным или машинно-ручным.

Время на обслуживание рабочего места подразделяется на техническое и организационное. Время технического обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в процессе данной работы и включает в себя:

- время на наладку и регулировку станка в процессе работы;
- время на смену затупившегося инструмента;
- время на правку инструмента оселком (резца) или алмазом (шлифовального круга) в процессе работы;
- время на удаление стружки в процессе работы.

Время организационного обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в течение смены и включает в себя:

- время на раскладку инструмента в начале смены и уборку его по окончании смены;
- время на чистку и смазку станка;
- время на осмотр и опробование станка.

Время перерывов на отдых и физиологические потребности берется в процентах от операционного времени (операционное время это сумма основного и вспомогательного времени).

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, (58)$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{BP} + l_{CX} + l_{ПД}, (59)$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_{BP} – величина врезания инструмента, мм;

l_{CX} – величина схода инструмента, мм;

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

Принимаем: $l_{CX} = l_{ПД} = 1\text{мм}$;

Величина врезания инструмента:

$$l_{BP} = \frac{t}{\text{tg}\varphi}, (60)$$

где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\varphi} + l_{CX} + l_{но})i}{n \cdot S}, (70)$$

1.9.1 Расчет основного времени

Расчет основного времени заготовительной операции:	
$t_o = \frac{l}{V} = \frac{800}{200} = 4 \text{ мин.}$	
Расчет основного времени первой токарной операции:	
Переход 1:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(101 + \frac{2,465}{\text{tg}95^0} + 1 + 1) \cdot 1}{400 \cdot 1} = 0,257 \text{ мин.}$
Переход 2:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(5 + \frac{1,25}{\text{tg}60^0} + 1) \cdot 4}{1500 \cdot 0,08} = 0,224 \text{ мин.}$
Переход 3:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(28 + \frac{6}{\text{tg}60^0} + 1 + 1) \cdot 5}{870 \cdot 0,25} = 0,769 \text{ мин.}$
Переход 4:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(28 + \frac{5}{\text{tg}60^0} + 1 + 1) \cdot 6}{800 \cdot 0,4} = 0,616 \text{ мин.}$
Переход 5:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(28 + \frac{5,5}{\text{tg}60^0} + 1 + 1) \cdot 6}{500 \cdot 0,55} = 0,724 \text{ мин.}$
Переход 6:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(76,595 + \frac{3}{\text{tg}115^0} + 1) \cdot 6}{1300 \cdot 0,15} = 2,345 \text{ мин.}$
Переход 7:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(76,595 + \frac{0,59}{\text{tg}115^0} + 1) \cdot 1}{1700 \cdot 0,144} = 0,316 \text{ мин.}$
Переход 8:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(18,6 + \frac{0,38}{\text{tg}115^0} + 1) \cdot 1}{1600 \cdot 0,144} = 0,08 \text{ мин.}$
Переход 9:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(14,442 + \frac{1,33}{\text{tg}115^0} + 1) \cdot 1}{3300 \cdot 0,15} = 0,03 \text{ мин.}$
Переход 10:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(1,33 + \frac{0,25}{\text{tg}115^0} + 1) \cdot 1}{4200 \cdot 0,144} = 0,004 \text{ мин.}$
Переход 11:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(15 + \frac{0,795}{\text{tg}115^0} + 1) \cdot 1}{3530 \cdot 0,144} = 0,03 \text{ мин.}$
Переход 12:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(0,25 + \frac{0,25}{\text{tg}115^0} + 1) \cdot 1}{3530 \cdot 0,144} = 0,002 \text{ мин.}$

Расчет основного времени второй токарной операции:	
Переход 1:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(84 + \frac{1,225}{\operatorname{tg}95^0} + 1 + 1) \cdot 1}{450 \cdot 1} = 0,19 \text{ мин.}$
Переход 2:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(25 + \frac{0,656}{\operatorname{tg}95^0} + 1 + 1) \cdot 1}{600 \cdot 1} = 0,045 \text{ мин.}$
Переход 3:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(25 + \frac{2}{\operatorname{tg}95^0} + 1) \cdot 10}{670 \cdot 1} = 0,385 \text{ мин.}$
Переход 4:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(15 + \frac{2}{\operatorname{tg}95^0} + 1) \cdot 8}{830 \cdot 1} = 0,028 \text{ мин.}$
Переход 5: Т.к. сверлим 4 отверстия, то умножаем время на 4.	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(5 + \frac{4,25}{\operatorname{tg}95^0} + 1 + 1) \cdot 2}{2200 \cdot 0,15} = 0,05 \text{ мин.}$ $t_o = 0,05 \cdot 4 = 0,2 \text{ мин.}$
Переход 6: Т.к. сверлим 6 отверстия, то умножаем время на 6.	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(4,5 + \frac{2,25}{\operatorname{tg}95^0} + 1 + 1) \cdot 2}{3000 \cdot 0,09} = 0,05 \text{ мин.}$ $t_o = 0,05 \cdot 6 = 0,3 \text{ мин.}$
Расчет основного времени третьей токарной операции:	
Переход 1:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(4 + \frac{0,305}{\operatorname{tg}95^0} + 1) \cdot 1}{1300 \cdot 0,144} = 0,027 \text{ мин.}$
Переход 2:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(15 + \frac{0,595}{\operatorname{tg}95^0} + 1) \cdot 1}{1200 \cdot 0,144} = 0,09 \text{ мин.}$
Переход 3:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(25 + \frac{0,615}{\operatorname{tg}95^0} + 1) \cdot 1}{900 \cdot 0,144} = 0,2 \text{ мин.}$
Переход 4:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(5 + \frac{2,5}{\operatorname{tg}95^0} + 1) \cdot 2}{800 \cdot 1} = 0,014 \text{ мин.}$
Переход 5:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(0,5 + \frac{0,5}{\operatorname{tg}95^0} + 1) \cdot 1}{1150 \cdot 0,5} = 0,003 \text{ мин.}$

Расчет основного времени четвертой фрезерной операции:	
Переход 1:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(160 + \frac{0,535}{\operatorname{tg}45^0} + 1 + 1) \cdot 1}{300 \cdot 0,2} = 2,7 \text{ мин.}$
Переход 2:	$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(160 + \frac{0,535}{\operatorname{tg}45^0} + 1 + 1) \cdot 1}{300 \cdot 0,2} = 2,7 \text{ мин.}$

1.9.2 Расчёт вспомогательного T_B , штучного $T_{шт}$ и штучно- калькуляционного $T_{шт-к}$ времени.

$T_{вс.}$ – вспомогательное время;

$T_{шт.}$ – штучное время;

$T_{шт.к}$ – штучно-калькуляционное время.

$$T_{вс.} = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп.} + T_{из.}, \quad (71)$$

где $T_{y.c}$ – время установки и снятия детали;

$T_{з.о.}$ – время закрепления и открепление детали;

$T_{уп.}$ – время на управления станком;

$T_{из.}$ – время на измерение.

$$T_{шт} = T_o + T_{вс.} + T_{обс} + T_{о.л.н.}, \quad (72)$$

где T_o – основное время;

$T_{обс.}$ – время на обслуживание рабочего места.

$T_{о.л.н.}$ - время на отдых и личные потребности.

$$T_{обс.} = 3,5\% T_o, \quad (73)$$

$$T_{о.л.н.} = 1,7\% T_{оп}, \quad (74)'$$

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n}, \quad (75)$$

где $T_{нз.}$ – подготовительно-заключительное время,

$$T_{нз.} = T_{нз.1} + T_{нз.2} + T_{нз.3}, \quad (76)$$

$T_{нз.1}$ -время на ознакомление с документацией,

$T_{нз.2}$ -время на дополнительные работы,

$T_{нз.3}$ -время на пробную обработку детали.

n – число деталей в пробной партии .

$$n = N / 12 = \frac{2100}{12} = 175,$$

$$T_{о.н} = T_o + T_{вс.} \text{ мин.}, \quad (77)$$

где $T_{о.н}$ – оперативное время,

0 операция:

$$T_{вс.} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп.} + T_{из.} = 1,5 + 1,2 + 1 = 3,7 \text{ мин.},$$

$$T_{о.п} = T_o + T_{вс.} = 4 + 3,7 = 7,7 \text{ мин.},$$

$$T_{обс.} = 3,5\% T_o = 0,035 \cdot 4 = 0,136 \text{ мин.},$$

$$T_{о.л.н.} = 1,7\% T_{оп} = 0,017 \cdot 7,7 = 0,131 \text{ мин.},$$

$$T_{шт} = T_o + T_{вс.} + T_{обс} + T_{о.л.н.} = 4 + 3,7 + 0,136 + 0,131 = 7,967 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n} = 7,967 + \frac{42}{175} = 8,207 \text{ мин. мин.}$$

$$T_{пз.} = T_{пз.1} + T_{пз.2} + T_{пз.3} = 12 + 15 + 15 = 42 \text{ мин.}$$

1 операция:

$$T_{вс.} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп.} + T_{из.} = 0,3 + 0,1 + 1,2 + 1 = 2,6 \text{ мин.},$$

$$T_{о.п} = T_o + T_{вс.} = 5,367 + 2,6 = 7,967 \text{ мин.},$$

$$T_{обс.} = 3,5\% T_o = 0,035 \cdot 5,367 = 0,188 \text{ мин.},$$

$$T_{о.л.н.} = 1,7\% T_{оп} = 0,017 \cdot 7,967 = 0,135 \text{ мин.},$$

$$T_{шт} = T_o + T_{вс.} + T_{обс} + T_{о.л.н.} = 5,367 + 2,6 + 0,188 + 0,135 = 8,29 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n} = 8,29 + \frac{42}{175} = 8,53 \text{ мин. мин.}$$

$$T_{пз.} = T_{пз.1} + T_{пз.2} + T_{пз.3} = 12 + 15 + 15 = 42 \text{ мин.}$$

2 операция:

$$T_{вс.} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп.} + T_{из.} = 0,3 + 0,1 + 1,2 + 1,5 = 3,1 \text{ мин.},$$

$$T_{о.п} = T_o + T_{вс.} = 0,69 + 3,1 = 3,79 \text{ мин.},$$

$$T_{обс.} = 3,5\% T_o = 0,035 \cdot 0,69 = 0,024 \text{ мин.},$$

$$T_{о.л.н.} = 1,7\% T_{оп} = 0,017 \cdot 3,79 = 0,064 \text{ мин.},$$

$$T_{шт} = T_o + T_{вс.} + T_{обс} + T_{о.л.н.} = 1,15 + 3,1 + 0,024 + 0,064 = 4,338 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n} = 4,338 + \frac{42}{175} = 4,58 \text{ мин. мин.}$$

$$T_{пз.} = T_{пз.1} + T_{пз.2} + T_{пз.3} = 12 + 15 + 15 = 42 \text{ мин.}$$

3 операция:

$$T_{вс.} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп.} + T_{из.} = 0,5 + 1,5 + 1,2 + 1,5 = 4,7 \text{ мин.},$$

$$T_{о.п} = T_o + T_{вс.} = 0,334 + 4,7 = 5,034 \text{ мин.},$$

$$T_{обс.} = 3,5\% T_o = 0,035 \cdot 0,334 = 0,012 \text{ мин.},$$

$$T_{о.л.н.} = 1,7\% T_{оп} = 0,017 \cdot 5,034 = 0,086 \text{ мин.},$$

$$T_{ум} = T_o + T_{вс.} + T_{обс} + T_{о.л.н.} = 0,334 + 4,7 + 0,012 + 0,086 = 5,132 \text{ мин.}$$

$$T_{ум.к} = T_{ум.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 5,132 + \frac{42}{175} = 5,372 \text{ мин.}$$

$$T_{нз.} = T_{нз.1} + T_{нз.2} + T_{нз.3} = 12 + 15 + 15 = 42 \text{ мин.}$$

4 операция:

$$T_{вс.} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{ун.} + T_{из.} = 0,5 + 1,5 + 1,5 + 0,5 = 4 \text{ мин.}$$

$$T_{о.н} = T_o + T_{вс.} = 5,4 + 4 = 9,4 \text{ мин.}$$

$$T_{обс.} = 3,5\% T_o = 0,035 \cdot 5,4 = 0,184 \text{ мин.}$$

$$T_{о.л.н.} = 1,7\% T_{он} = 0,017 \cdot 9,4 = 0,160 \text{ мин.}$$

$$T_{ум} = T_o + T_{вс.} + T_{обс} + T_{о.л.н.} = 5,4 + 4 + 0,184 + 0,160 = 9,744 \text{ мин.}$$

$$T_{ум.к} = T_{ум.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 9,744 + \frac{42}{175} = 9,984 \text{ мин.}$$

$$T_{нз.} = T_{нз.1} + T_{нз.2} + T_{нз.3} = 12 + 15 + 15 = 42 \text{ мин.}$$

Общее штучно-калькуляционное время:

$$T_{ум.к} = \sum_{i=1}^k T_{ум.к} = 36,67 \text{ мин.}$$

2. Конструкторский раздел

2.1 Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана фрезерная операция.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «переходник ЭД-2» на горизонтально-фрезерном станке, 6Р82.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «переходник ЭД-2».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку, надежное закрепление и поворот заготовки «переходник ЭД-2» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-	<u>Тип производства</u> – среднесерийный

технические) требования	<u>Программа выпуска</u> – 2000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели 6P82.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

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

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. [9] Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 6).

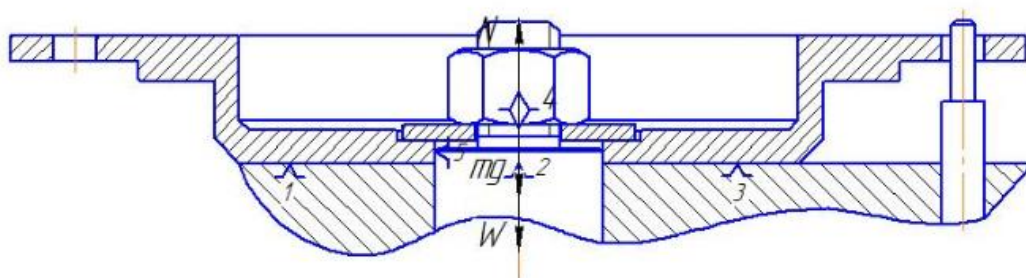


Рис. 6 Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

2.3 Описание конструкции и работы приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки при обработке на горизонтально-фрезерном станке, 6P82.

Сборочный чертеж приспособления приведен на листе формата А1.

Приспособление состоит из корпуса (1), на котором смонтированы все узлы приспособления. Корпус монтируется на стол станка, закрепляется болтом (10), шайбой (14), гайкой (15). Для закрепления заготовок используется винтовой механизм, состоящий из пальца (3), шайбы (12), гайки (13). Для лишения заготовки вращения в корпусе установлен палец (4), который закреплён в поворотном столе (2). Для предотвращения стола от поворота, он фиксируется пружинным фиксатором (5), состоящий из пальца (6),

корпуса (7), пружины (8), ручки (9).

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износостойчивостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8-1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRC50...55.

2.4 Расчет погрешности базирования заготовки в приспособлении

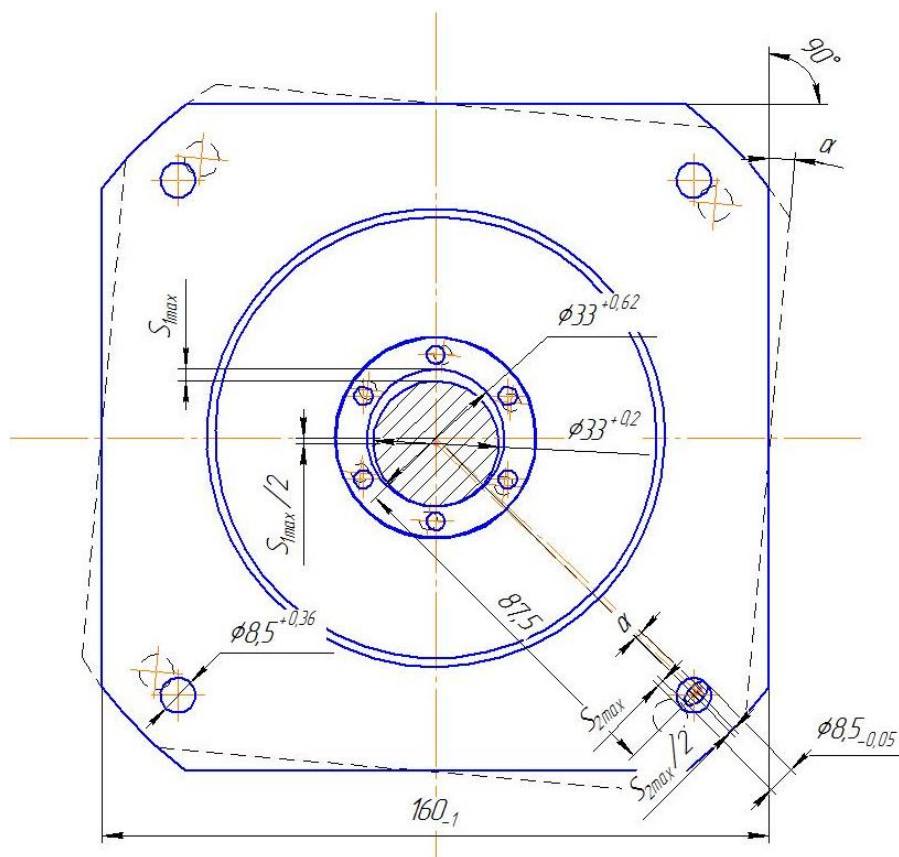


Рис. 7 Схема погрешности базирования заготовки.

Материал заготовки - Сталь 40X. Металлорежущий станок: горизонтально-фрезерный станок, 6P82.

Погрешность базирования размера 160_{-1} будет зависеть от точности настройки размера между фрезами. [9, с.112]

$$S_{1\max} = D_{\text{отв}} - D_{\text{пл}} = 33^{+0,62} - 33^{+0,2} = 0^{+0,62} \text{ мм.}$$

$$S_{1\max} = 0,62 \text{ мм.}$$

$$S_{2\max} = D_{\text{отв}} - D_{\text{пл}} = 8,5^{+0,36} - 8,5_{-0,05} = 0^{+0,36}_{-0,05} \text{ мм.}$$

$$S_{2\max} = 0,41 \text{ мм.}$$

Погрешность базирования плоскостей 1-4 (см.тех. карту), будет рассчитываться по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_{1\max} + S_{2\max}}{2L} = \frac{0,62 + 0,41}{2 \cdot 8,75} = 0,059,$$

$$\operatorname{atctg} 0,059 = 3^{\circ} 37'.$$

2.4 Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета силы зажима заготовки.[9, с.105]

Ранее было рассчитано главная составляющая силы резания $P_z = 33,5Н$, и момент кручения $M_{кр} = 16,75Нм$.

Найдем горизонтальную составляющую силы резания P_h и вертикальную составляющую силы резания P_v :

$$P_h = P_z \cos \alpha = 33,5 \cdot 0,7 = 23,69Н.$$

$$P_v = P_z \sin \alpha = 33,5 \cdot 0,7 = 23,69Н.$$

Момент кручения от первой и второй фрезы будет одинаковый: $M_{кр1} = M_{кр2} = 16,75Нм$. Следовательно, поворот заготовки происходить не будет.

Усилия закрепления будем везти для предотвращения сдвига заготовки.

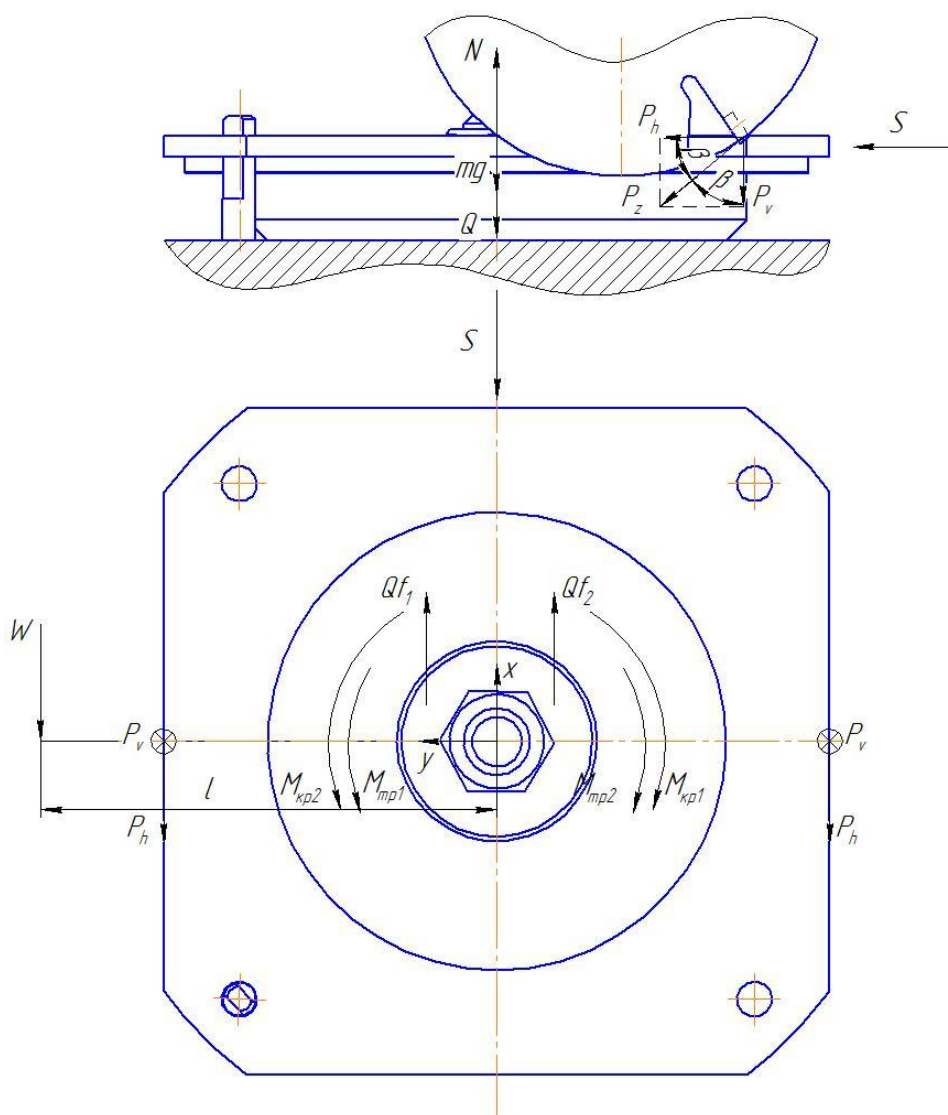


Рис 8 Расчетная схема.

Тогда уравнение равновесия заготовки будет:

$$K 2P_h - Qf_1 - (Q + 2P_v)f_2 = 0$$
$$Q = \frac{K \cdot 2P_h + f_2 \cdot 2P_v}{f_1 + f_2} = \frac{75,4}{0,1 + 0,1} = 377,04H.$$

Q - сила закрепления заготовки, (Н).

K - коэффициент, запаса.

f_1 - коэффициент трения между заготовкой и зажимным механизмом; ($f = 0,1$).

f_2 коэффициент трения между заготовкой и опорами приспособления. ($f = 0,1$).

$$W = Q \frac{r_{cp}}{l} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) = 377,04 \cdot \frac{7,513}{210} \cdot \operatorname{tg} 8,74 = 2,08H. - \text{усилие приложенное на ключ.}$$

l - длина ключа, мм ($l = 14d_{cp}$).

r_{cp} - средний радиус резьбы, мм.

α - угол подъема резьбы, ($\alpha = 1^\circ 49'$).

φ - угол трения в резьбовом соединении, (для метрических резьб $\varphi = 6^\circ 34'$).

**3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение**

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Л31	Петеримову Сергею Юрьевичу

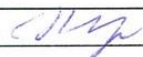
Институт	Кибернетики	Кафедра	ТМСПр
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроения

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>Стоимость ресурсов для изготовления детали «Переходник ЭД-2»</i>	<p>1. Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов</p> <p>2. Часовые тарифные ставки по разрядам работ:</p> <p>1 разряд - 40 руб./час. 2 разряд - 51 руб./час. 3 разряд - 65 руб./час. 4 разряд - 82,96 руб./час. 5 разряд - 105,81 руб./час. 6 разряд - 135 руб./час.</p> <p>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</p> <p>3. Тариф на электроэнергию - 5.8 руб./кВт.ч.</p>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<p>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</p> <ul style="list-style-type: none"> -коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0.06 -затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих -затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации -затраты на ремонт оборудования -100–120% от основной зарплаты основных рабочих. -общехозяйственные расходы - 50 – 80 %, от основной зарплаты основных рабочих -бытовые расходы -50% от основной зарплаты основных рабочих. -расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<p>Ставка отчислений на социальные нужды – 30% от ФОТ</p> <p>Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве – 0.7% от ФОТ</p> <p>Налог на добавленную стоимость – 18% от цены изделия.</p>


Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
Расчет себестоимости изготовления детали «Переходник ЭД-2»	<p>1. Провести расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов)</p> <p>2. Провести расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды.</p> <p>3. Провести расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.</p> <p>4. Провести расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов.</p> <p>5. Провести расчет себестоимости.</p>
Расчет цены детали «Переходник ЭД-2» с НДС	Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования. Норму рентабельности принять в пределах 5-20%
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
Калькуляция себестоимости детали «Переходник ЭД-2»	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	1.03.17
---	---------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гаврикова Н.А.			1.03.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Петеримов Сергей Юрьевич		1.03.17

3.1. Расчет затрат на материалы и сырье

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели. Стоимость материалов определяется по нормам их расхода и ценам приобретения с учетом наценок и надбавок на единицу материала в натуральном выражении. Транспортно-заготовительные расходы прибавляются к стоимости сырья, материалов, а также покупных изделий, полуфабрикатов и топлива. Стоимость материала: на изготовления 1 шт. составит [2, с.4]:

$$C_{\text{мо}} = N \cdot C = 5,86 \cdot 68,9 = 403,8 \text{ руб.}$$

Где, N – масса заготовки; C – цена одного кг материала.

Вспомогательные материалы на тех. цели: примем 15% от стоимости материал

$$C_{\text{МВ}} = C_{\text{МО}} \cdot 0,15 = 0,15 \cdot 403,8 = 60,57 \text{ руб.}$$

Транспортно-заготовительные расходы: примем 15% от стоимости материала

$$C_{\text{ТРЗ}} = 0,15 \cdot 403,8 = 60,57 \text{ руб.}$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме:

$$C_{\text{М}} = C_{\text{МО}} + C_{\text{МВ}} + C_{\text{ТРЗ}} = 403,8 + 60,57 + 60,57 = 524,94 \text{ руб.}$$

3.2. Расчет затрат на возвратные отходы

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Расчет выполняется по формуле. [2, с.6]:

$$C_{\text{от}} = M_{\text{от}} \cdot Ц_{\text{от}} = (V_{\text{чр}} - V_{\text{чст}}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{\text{от}}, (78)$$

где $M_{\text{от}}$ – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции;

$Ц_{\text{от}}$ – цена отходов, руб/т. (7933);

$V_{\text{чр}}$ – масса заготовки, кг (5,85);

$V_{\text{чст}}$ – чистая масса детали, кг (1,46);

β – доля безвозвратных потерь (принять 0,02).

$$C_{\text{от}} = (5,85 - 1,46) \cdot (1 - 0,02) \cdot 7,9 = 33,99 \text{ руб / шт.}$$

Масса одного листа $m_l = 880 \text{ кг}$.

Деловые остатки с одного листа материала составит $m = 51,6 \text{ кг}$.

3.3. Расчет затрат на заработную плату производственных рабочих

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, непосредственно связанных с изготовлением продукции. Оплата может осуществляться как по сдельным расценкам, так и по часовым тарифным ставкам. В статью включаются доплаты и выплаты за неблагоприятные условия труда и премии за производственные результаты, начисленные в соответствии с действующими на предприятии премиальными системами. Расчет следует произвести по формуле. [2, с.7]:

$$C_{\text{озп}} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{ЧТС}_i \cdot k_{\text{пр}}, (79)$$

где $t_i^{\text{шт.к}}$ – штучное время выполнения i -й операции, мин; K_0 – количество операций процессе; ЧТС_i – часовая тарифная ставка на i -й операции; $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде.

Разряды рабочих:	3-я операция: рабочий 3-го разряда,
1-я операция: рабочий 2-го разряда,	4-я операция: рабочий 3-го разряда,
2-я операция: рабочий 3-го разряда,	5-я операция: рабочий 2-го разряда

Часовые тарифные ставки, используемые для расчета, представлены в [2]

$$C_{\text{озп1}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{8,207}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 9,8 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп2}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{8,53}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 12,9 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп3}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{3,878}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 5,9 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп4}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{5,132}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 7,8 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп5}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{9,984}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 11,9 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп}} = \sum_{i=1}^{K_o} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = 48,3 \text{ руб} / \text{шт.}$$

3.4. Расчет затрат на дополнительную заработную плату 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 + основной зарплаты выполняется по формуле. [2, с.8]:

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}} = 48,3 \cdot 0,1 = 4,83 \text{ руб.}$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата, ден. ед.; $k_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату.

3.5. Расчет затрат на налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды

Сюда включаются отчисления по установленным законодательством нормам в пенсионный фонд, в фонд социальной защиты населения, на обязательное медицинское страхование (все это вместе взятое – так называемый социальный налог), на другие социальные нужды. Затраты по данной статье выполняются по формуле. [2, с.8]

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot (C_{\text{с.н}} + C_{\text{стр}}) / 100, (80)$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{\text{дзп}}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.; $C_{\text{с.н}}$ – ставка

социального налога (принять 30 %); $O_{стр}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

$$C_n = \frac{(48,3 + 4,83) \cdot (30 + 0,7)}{100} = 16,3 \text{ руб.}$$

3.6. Расчет затрат на расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования

Эта статья является комплексной и включает следующие виды расходов: [2, с.9]

- a. амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение C_a ;
- b. эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c. ремонт оборудования;
- d. внутризаводское перемещение грузов;
- e. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f. прочие расходы.

Элемент «а»

$$A_{год} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_j^m \Phi_j \cdot H_{aj}, (81)$$

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

Норма амортизации:

$$\text{ЧПУ: } H_a = \frac{1}{T_{ти}} = \frac{1}{5} = 0,2;$$

$$\text{Плазма: } H_a = \frac{1}{T_{ти}} = \frac{1}{5} = 0,2;$$

ЧПУ станок: $C = 7 \text{ млн.руб.}$

$$A_{год} = 7000000 \cdot 0,2 = 1400000 \text{ руб.}$$

Плазменный станок: $C = 650 \text{ тыс.руб.}$

$$A_{год} = 650000 \cdot 0,2 = 130000 \text{ руб.}$$

$$A_{год.общ} = 140000 + 130000 = 1530000 \text{ руб.}$$

Средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины:

$$l_{кр} = \frac{N_B \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{шт.к}}{\sum_{i=1}^P F_i}, (82)$$

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

$$l_{\text{кр}} = \frac{2000 \cdot 36,67}{361800} = 0,2$$

$$l_{\text{кр}} \leq 0,6, \text{ то } C_a = \left(\frac{A_z}{N_g}\right) \cdot \left(\frac{l_{\text{кр}}}{\eta_{з.н.}}\right), (83)$$

$$C_a = \left(\frac{A_z}{N_g}\right) \cdot \left(\frac{l_{\text{кр}}}{\eta_{з.н.}}\right) = \frac{1530000 \cdot 0,2}{2000 \cdot 0,8} = 191,25 \text{ руб.}$$

Элемент «в»

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

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = (48,3 + 4,83 + 16,3) \cdot 0,4 = 27,8 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{мэкс}} = C_a \cdot 0,2 = 191,25 \cdot 0,2 = 38,25 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию по формуле:

$$C_{\text{эл.п}} = C_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{ми}} \cdot K_{\text{ви}} \cdot t_i^{\text{шт.к}}, (84)$$

где $C_{\text{э}}$ – тариф на электроэнергию (5,8 руб.) / кВт.ч.; $K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05); W_i – мощность электропривода оборудования,

используемого на i -й операции; $K_{\text{ми}}$ – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принимается равным 0,6);

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

Мощность станков:

$$W_{\text{плазма}} = 2 \text{ кВт},$$

$$W_{\text{ШУ}} = 11 \text{ кВт},$$

$$W_{\text{фрез}} = 7,5 \text{ кВт}.$$

$$C_{\text{эл.п}} = C_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{мi}} \cdot K_{\text{вi}} \cdot t_i^{\text{шт.к}} = 5,8 \cdot 1,05 \cdot 2,074 \cdot 0,6 \cdot 0,37 \cdot 0,6 = 1,68 \text{ руб} / \text{шт.}$$

Элемент «с»

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

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot (1,0 - 1,2) = 48,3 \cdot 1,2 = 57,96 \text{ руб.}$$

Элемент «е»

В эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года, либо стоимостью менее 100 тыс. руб.

Расчет производится по формуле:

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P C_{\text{иi}} \cdot t_{\text{рез.i}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.i}} \cdot n_i}, (85)$$

где $C_{\text{иi}}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, $i = 1, \dots, P$; $t_{\text{рез.i}}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й операции, мин.; m_i – количество одновременно используемых инструментов; $T_{\text{ст.и.i}}$ – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин; n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента; $k_{\text{тз}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{тз}}=0,06$).

Оснащение со сроком эксплуатации более года и стоимостью менее 100 тыс. руб.

Наименование	Цена, руб.	Срок эксплуатации, лет	Затраты в год, руб.
Фрезерный станок	80000	2,5	32000
4-х кулачковый патрон:	8600	5	1720
Поворотный стол	12000	5	2400

Используемый инструмент:

Инструмент	Цена, руб.	Время работы, мин.	Стойкость, мин.	Количество переточек (граней у пластин)
Расходные материалы плазматрона	1550	4	81600	-
Сменная пластинка	124	1,242	25	3
Сверло центровочное	42	0,224	15	3
Сверло на 12	270	0,769	30	5
Сверло на 22	300	0,616	50	5
Сверло на 33	470	0,729	60	5
Резец расточной	340	2,785	30	3
Сверло на 4,5	32	0,3	12	2
Сверло на 8,5	75	0,2	12	3
Сменная пластинка	1800	5,4	20	4

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P C_{\text{и.и.}} \cdot t_{\text{рез.и.}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.и.}} \cdot n_i} = 60,98 \text{ руб} / \text{шт.}$$

Оснащение со сроком эксплуатации более года и стоимостью менее 100 тыс. руб.

Исходя из срока эксплуатации вычислим затраты на одно изделие:

$$C_{\text{осн}} = \frac{C}{N} = \frac{36120}{2000} = 18,06 \text{ руб} / \text{шт.}$$

Где: С – цена оснащения, N – количество деталей в год.

3.7. Расчет затрат на 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 и тд. [2, с.12]

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot (0,5 - 0,8) = 48,3 \cdot 0,7 = 33,8 \text{ руб.}$$

3.8. Расчет затрат на 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. [2, с.13]

$$C_{ox} = C_{озп} \cdot k_{ox} = 48,3 \cdot 0,5 = 24,15 \text{ руб.}$$

3.9. 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.

$$C_{вн} = (C_{см} + C_{опз} + C_{дзн} + C_n + C_a + C_{экс} + C_{мэкс} + C_{эл.п.} + C_{рем} + C_{ион} + C_{осн} + C_{оп} + C_{ox}) \cdot 0,01 = 10,14 \text{ руб.}$$

3.10. Расчет прибыли

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

$$C_{пр} = (C_{см} + C_{опз} + C_{дзн} + C_n + C_a + C_{экс} + C_{мэкс} + C_{эл.п.} + C_{рем} + C_{ион} + C_{осн} + C_{оп} + C_{ox} + C_{вн}) \cdot 0,15 = 153,67 \text{ руб.}$$

3.11. Расчет НДС

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

$$C_{НДС} = (1024,45 + 153,67) \cdot 0,18 = 212,06 \text{ руб.}$$

3.12. Расчет цены изделия

$$C_{изд} = C_{об} + C_{пр} + C_{НДС} = 1014,31 + 153,67 + 212,06 = 1380,04 \text{ руб.}$$

4. Социальная ответственность и безопасность жизнедеятельности

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛЗ1	Петеримов Сергей Юрьевич

Институт	Кибернетики	Кафедра	Технологии машиностроения и промышленной робототехники
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления детали типа «Переходник ЭД-2».

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:
<p>Целью данной работы является создание модели технологического бюро и находящееся в нем оборудование (ПК)</p> <p>Описание рабочего места на предмет возникновения вредных проявлений факторов производственной среды (для обслуживающего персонала необходимо обеспечить оптимальные, в крайнем случае, допустимые значения метеоусловий на рабочем месте, исключить контакт с вредными, токсичными веществам., которые могут образовываться в процессе работы оборудования, обеспечить комфортную освещенность рабочего места, уменьшить до допустимых пределов шум от станков, вентиляции, обеспечить безопасные значения электромагнитных полей от ПК);</p> <p>опасных проявлений факторов производственной среды (в связи с присутствием электричества для питания ПК и освещенности лаборатории, наличии горючих (СО) материалов необходимо предусмотреть, если есть, то перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты от электро-, пожаро- и взрывоопасности);</p> <p>необходимо предусмотреть мероприятия по предотвращению негативного воздействия на окружающую природную среду используемых энергетических проявлений и образующихся отходов: электромагнитные поля от оборудования, парниковые и токсичные газы, «черновые» листы бумаги, отработанные картриджи, принтеры и др. оргтехника;</p> <p>- необходимо обеспечить устойчивую работу вашего производственного участка при возникновении чрезвычайных ситуаций, характерных для Сибири – сильные морозы, пурга, человеческий фактор, диверсия (рассмотреть минимум 2 ЧС – 1 природную, 1 техногенную).</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
<p>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <p>а) приводится перечень всех используемых в работе вредных веществ, их агрегатное состояние, класс опасности (токсичности), механизм воздействия их на организм человека, единицы измерения количества (концентрации); приводится перечень средств коллективной и индивидуальной защиты персонала, а также защиты окружающей среды;</p> <p>б) приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится 1 из расчетов (расчет освещенности на рабочем месте, расчет потребного воздухообмена на рабочем месте, расчет необходимого времени эвакуации рабочего персонала);</p> <p>в) приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте, разрабатываются или, если уже есть, перечисляются мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ;</p> <p>г) приводятся данные по реальным значениям электромагнитных полей на рабочем месте, в том числе от компьютера или процессора, если они используются, перечисляются СКЗ и СИЗ;</p> <p>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</p> <p>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</p>
<p>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <p>а) приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч.</p>

статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ; б) приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет), маркировка; пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).
Охрана окружающей среды: организация безотходного производства (приводится перечень отходов при эксплуатации оборудования, перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).
Защита в чрезвычайных ситуациях: а) Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);
Перечень графического материала: 1) Пути эвакуации 2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.17г
--	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭБК	Гедарук Н.М.	г.т.н.		10.03.17г

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8131	Тетринов Сергей Юрьевич		10.03.17г

1. Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК).

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

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

2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения;

2.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

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

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

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

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

2.2.Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе оргтехники, наибольший вред приносят краски копиров и принтеров. Эти краски называются тонерами. Представляют они собой мелкодисперсную смесь, в состав которой входят композитные полимеры или уголь. Во время печати, копирования выделяются всевозможные (нередко токсичные) органические вещества. Наиболее опасным веществом является озон.

Во время работы копировальной техники выделяется большое количество озона. Небольшое содержание этого газа в воздухе оказывает благоприятный эффект на организм человека. Только при работе копиров озона выделяется намного больше, чем после грозы. В больших концентрациях озон очень опасен. Дело в том, что озон – сильный окислитель. Поступая в избыточном количестве в организм человека, этот газ ускоряет окислительные процессы, происходящие в клетках. Неправильное развитие клеток может стать толчком к возникновению новообразований. Длительное воздействие больших доз озона способствует преждевременному старению.

Согласно гигиеническим нормативам "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03", утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г, озон относится к 1-му классу опасности (1 класс - чрезвычайно опасные), величина ПДК = 0,1 мг/м³, а преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства – пар и/или газ.

2.3. Производственный шум

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности

профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения. Использование отдельного помещения для компьютеров, серверной;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения. Использование специальных материалов, например мягкие материалы для изоляции. Их основу составляет вата, стекловата, войлок либо джут. Коэффициент поглощения – 70 %;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

2.4. Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает

размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. [16, с.41] Длина помещения $A = 7$ м, ширина $B = 6$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B, \text{ где } A - \text{длина, м; } B - \text{ширина, м.}$$

$$S = 7 \times 6 = 42 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_n = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛХБ-40, световой поток которой равен $\Phi_{лд} = 2700$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОД – 2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1230 мм, ширина – 266 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле: $h = h_n - h_p$, где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса, h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ м}$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,2}{3} = 0,7 \text{ м}$$

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{7 \cdot 6}{2,0 \cdot (7 + 6)} = 1,6$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70\%$, $\rho_{\text{С}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,6$ равен $\eta = 0,47$.

Найдем количество ламп, которое нам требуется:

$$N = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{\Phi_{\text{П}} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2700 \cdot 0,47} = 16 \text{ ламп.}$$

Общее количество светильников $n=8$.

Световой поток определим по формуле:

$$\Phi_{\text{П}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{16 \cdot 0,47} = 2764,6 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2700 - 2764,6}{2700} \cdot 100\% = 2,4\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 2,4\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

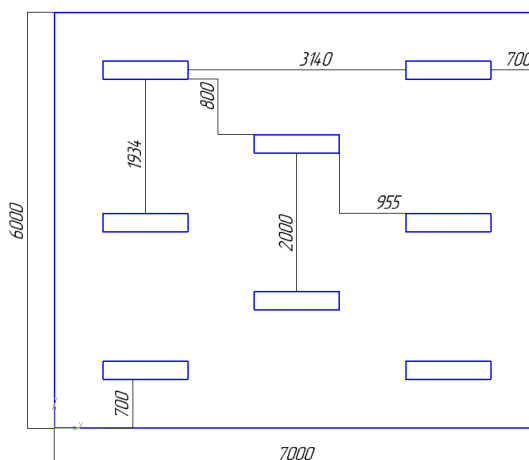


Рисунок 1 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

2.5. Электромагнитные поля

В бюро используются электроприборы, которые создают электромагнитные поля.

Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей на организм человека.

Основным источником неблагоприятных воздействий на организм является видеодисплейный терминал (ВДТ), который также называют дисплеем или монитором.

Для предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ необходимо руководствоваться Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами

”Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы”, разработанными в соответствии с Федеральным законом ”О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения” и ”Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании”.

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электронно-лучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

Конструкция ВДТ должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;

СИЗ

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты,

заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

3.1. Факторы электрической природы

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

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте. Так же для предотвращения ЧС связанных с поражением электрическим током, или возникновения непредвиденных ситуаций, так же связанных с электричеством нужно использовать:

заземления и зануление электроприборов, использовать разделительные трансформаторы, установить ограждения опасных зон и разместить предупреждающие плакаты.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

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

3.2. Факторы пожарной и взрывной природы

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , V_n , G_n и D_n .

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

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

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

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

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

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 2).

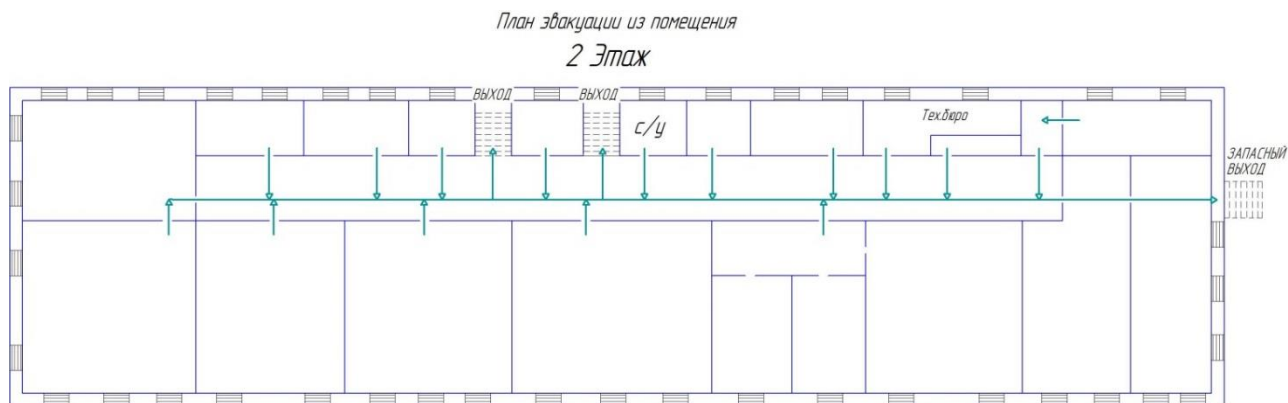


Рис 2. Пути эвакуации.

4. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика. Все эти бытовые отходы необходимо расфасовывать только по бытовому характеру. В отдельные мусорные баки, которые установлены на специальной площадке около здания. Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

5. Защита в ЧС

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Обогреватели должны независимые от центрального отопления, то есть например на газу или электричестве Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В случаи обрыва линий электропередач должны быть предусмотрены электрогенераторы, которые и будем использовать для электрообогревателей и другого вида оборудования. Нужно иметь запасы воды для

сотрудников и для технических нужд. Заключить договоры с транспортными компаниями, что переложит ответственность в случае ЧС на них.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии, предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи. Также необходимо исключить распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, Должностные лица должны раз в полгода проводить тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Список использованных источников

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова— 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 496 с.
2. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение» / сост. В.Ю. Конотопский; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 22 с.
3. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. -352 с.
4. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. 448 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
7. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение .1987.-846 с.
8. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. 100 с.
9. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие/ И.Н. Аверьянов, А.Н. Болотеин, М.А. Прокофьев; - Рыбинск: РГАТА, 2010.-220 с.ил.
10. Нормирование станочных работ. Определение вспомогательного времени при механической обработке заготовок: учеб. пособие/ Р.Г. Гришин, Н.В. Лысенко, Н.В. Носов; - Самара, 2008. – 143 с.
11. Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. – К.: Вища шк. Головное изд-во, - 1985.
12. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г.Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784с.
13. Козловский Н.С., Виноградов А.Н. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения: Учебник для учащихся техникумов. – М.: Машиностроение, 1979.

14. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. Часть 1. Токарные, сверлильные станки, фрезерные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.
15. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.
16. Безопасность жизнедеятельности: практикум / Ю.В. Бородин, М.В. Василевский, А.Г. Дашковский, О.Б. Назаренко, Ю.Ф. Свиридов, Н.А. Чулков, Ю.М. Федорчук. — Томск: Изд- во Томского политехнического университета, 2009. — 101 с.
17. Еремин В.Г., Сафронов В.В. и др. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении. -М.: Машиностроение, 2002.
18. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов. Под ред. Е.Я. Юдина и С.В. Белова. -М.: Машиностроение, 1983 г.
19. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. – 4с.
20. Гигиенические требования к ВДТ, ПЭВМ и организации работы. Санитарные правила и нормы 2.2.2.542 – М., 1996 – 96с.
21. Основы противопожарной защиты предприятий. ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.1.010 – 76с.
22. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. 123 – ФЗ, 2013.
23. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. 256 с.