

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Тихоокеанский государственный университет»

Кафедра «Технология деревообработки»

ОБОРУДОВАНИЕ ОТРАСЛИ

Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу
"Оборудование отрасли" для студентов специальности 250303.65
«Технология деревообработки» всех форм обучения

Хабаровск

2006

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ.....	
1.1. Расчет величина подачи.....	
1.2. Расчет основных параметров дереворежущего инструмента.....	
1.3. Расчет скорости резания.....	
1.4. Расчет скорости подачи.....	
2. СИЛОВОЙ РАСЧЕТ.....	
2.1. Расчет усилия резания.....	
2.2. Расчет мощности резания.....	
2.3. Расчет усилия подачи без учета сил трения.....	
2.4. Расчет мощности подачи.....	
3. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ.....	
4. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СТАНКА И ЛИНИИ.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	
Приложение 1. Основные параметры неровности.....	
Приложение 2. Основные параметры сил.....	
Приложение 3. Рекомендуемые значения скорости резания пил и подачи.....	

ВВЕДЕНИЕ

При выполнении курсового проекта по дисциплине «Оборудование и инструмент деревообрабатывающих предприятий» должны быть выполнены технологические, силовые и кинематические расчеты и определены фактические производительности станков линии. Содержание и порядок расчета подробно изложены в методических указаниях по содержанию и оформлению курсового проекта для студентов 4-го курса специальности 0902 /1/.

При расчете необходимо придерживаться следующих понятий о заготовке и детали:

заготовка – это обрабатываемый материал;

деталь – материал обработанный одним из способов механической обработки на деревообрабатывающем станке.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

1.1. Расчет величины подачи

1.1.1. Величина подачи на резец (зуб) определяется из условия обеспечения заданного качества поверхности детали

$$V_z = f(R_z; R_a; R_m) \quad (1.1)$$

где V_z – величина подачи на резец (зуб) /2,3,4/ , мм

R_z, R_a, R_m – параметры высот неровностей по ГОСТ 7016-82 (приложение 1),
Мкм

Рекомендуемые величины подачи даны в табл. 1.1-1.6.

Таблица 1.1

Подача на зуб при распиловке рамными пилами

Наименование материалов	Мах высота неровностей	Подача на зуб, мм	
		С плющением	С разводом
Тарная дощечка для продукции пищевой промышленности	500	0,2-0,5	0,15-0,35
Тарная дощечка для прочей продукции	800	0,6-1,0	0,40-0,70
Пиломатериалы по ГОСТ 8485-66	1200	1,1-1,9	0,80-1,30
Пиломатериалы пониженной чистоты	1600	2,0-2,4	1,40-1,70

Примечание. Большое значение подачи – для твердой, мелкослойной и промерзшей древесины, меньшее для рыхлой, крупнослойной и распарен-

ной древесины.

Таблица 1.2

Подача на зуб при распиловке круглыми пилами

Обрабатываемый материал	Состояние материала	Высота неровности, Rm мкм	Подача на зуб, мм		
			Продольное пиление	Поперечное пиление	Пиление под углом
Хвойные породы	сухой	60-800	0,05-1,5	0,01-0,4	0,01-0,2
	сырой		0,5-1,5	0,1-0,5	0,01-0,3
	мерзлый		0,7-1,0	0,4-0,8	0,01-0,4
Твердые лиственные породы	сухой		0,05-1,0	0,01-0,2	0,01-0,15
	сырой		0,5-1,0	0,07-0,4	0,01-0,2
	мерзлый		0,4-0,8	0,1-0,4	0,01-0,3
Мягкие лиственные породы	сухой	0,07-1,5	0,01-0,4	0,01-0,2	
	сырой	0,35-1,5	0,01-0,4	0,01-0,3	
	мерзлый	0,5-1,5	0,1-0,6	0,01-0,5	

Примечание. Высоты неровностей в пределах диапазона принимаются пропорциональными подаче на зуб.

Таблица 1.3

Подача на зуб при распиловке ленточными пилами

Наименование пиломатериала	Высота неровностей, Rz мкм	Подача на зуб, мм			
		Мягкая древесина летом		Твердая и мягкая промерзшая древесина	
		при плющении	при разводе	при плющении	при разводе
Чистопиленные дощечки	200	0,15	0,1	0,2	0,15
Тарные дощечки для пищевой промышленности	820	0,30	0,2	0,4	0,25
Тарные дощечки для прочей	500	0,60	0,4	0,8	0,55
Пиломатериалы по ГОСТ 8486-66	800	1,50	0,9	2,0	1,20

Таблица 1.4
 Подача на зуб при распиловке круглыми пилами с
 пластинками твердого сплава

Наименование материала	Подача на зуб, мм
Облицованные щиты	
Одна лицевая сторона	0,04
Две лицевые стороны	0,02
Фанера	
Продольная распиловка	0,08
Поперечная распиловка	0,04
Плиты	
ДСтП	0,08
ДВП	0,12
Цельная сухая древесина (вдоль волокон)	
Хвойная	0,60
Твердолиственная	0,40

Таблица 1.5
 Подача на зуб при фрезеровании

Наименование материала	Высота неровностей, Rzmax мкм	Подача на зуб, мм
Поперечное фрезерование хвойных/твердолиственных	32	0,1/0,2
	60	0,4/0,8
	100	1,0/1,5
	200	1,5/2,4

1.2. Расчет основных параметров дереворежущего инструмента

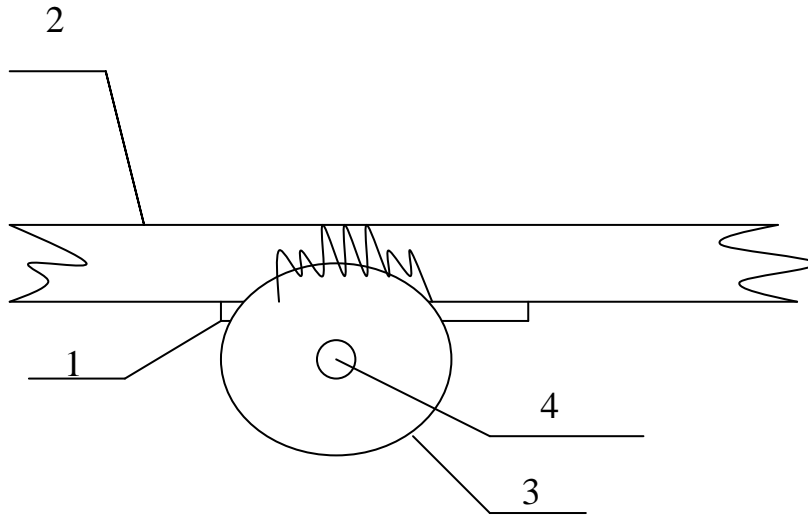
Таблица 1.6

Подача на зуб при фрезеровании

Наименование материала	Высоты неровностей Rzmax, мкм	Подача на зуб, мм
Поперечное фрезерование хвойные	32	0,1
	60	0,4
	100	1,0
	200	1,5
твердолиственные	32	0,2
	60	0,8
	100	1,5
	200	2,4
Продольное фрезерование	30	0,25
	40	0,50
	60	1,00
	100	1,50
	200	2,00
	320	2,50
Торцовое фрезерование	30	0,25
	60	0,50
	80	1,00
	110	1,50
	200	2,00
	300	2,50

1.2.1. Расчет основных параметров круглых пил

Расчетная схема



1 – стол, 2 – заготовка, 3 – пила, 4 – фланец

Рис. 1.1

1.2.1.1. Минимальный диаметр пилы определяется по формуле:

$$D_{\min} = 2(H + a + c), \quad (1.2)$$

где D_{\min} – минимальный диаметр пилы, мм;

a – расстояние от оси вращения пилы до ближайшей поверхности заготовки (обычно $a = 50-100$), мм.

c – расстояние поверхности заготовки до главной режущей кромки зуба (обычно $c = 5-20$), мм.

1.2.1.2. Начальный диаметр пилы определяется по формуле:

$$D_{\text{нач.}} = D_{\min} + 2\Delta \quad (1.3)$$

где Δ – запас на износ по радиусу (обычно $\Delta = 35-50$), мм.

Примечание. Для пил с твердоплавными пластинками $D_{\text{нач.}} = D_{\min}$

1.2.1.3. Определяем диаметр фланца из эмпирической зависимости:

$$D_{\text{ф}} = \sqrt[5]{D_{\text{нач.}}} \quad (1.4)$$

1.2.1.4. Определяем толщину пилы из эмпирической зависимости:

$$b_n = k \sqrt[4]{D_{\text{нач.}}} \quad (1.5)$$

где K – коэффициент устойчивости (обычно $K=0,08-0,12$)

1.2.1.5. Приводим полученные значения $D_{нач.}$ и b_n в соответствии с нормализованными значениями по ГОСТ 980-80, ГОСТ 5524-75, ГОСТ 9769-79Е, ГОСТ 10670-77, ГОСТ 6532-77 (приложение 2).

При этом

$D_{табл.} > D_{нач.}$

$b_{nтабл.} > b_n$,

где $D_{табл.}$ и $b_{nтабл.}$ – табличные значения диаметра и толщины пилы по соответствующим государственным стандартам.

1.2.1.6. Определяем ширину пропила по формуле:

$$b = b_n + 2b_1 \quad (1.6)$$

1.2.1.7. Для предварительного расчета можно воспользоваться значениями приведенными в табл. 1.7, 1.8

Таблица 1.7

Основные параметры круглых пил и режима резания

Толщина заготовки, мм	Диаметр пилы, мм	Диаметр фланца, мм	Толщина пилы мм		Максимальная частота вращения пилы, мин	
20	160	30	2,0		12000	-
20	200	80	2,0		10000	-
40	250	100	2,4		8000	-
60	320	100	2,8	2,2	4200	5000
80	360	100	3,2	2,5	3450	3000
100	400	125	3,2	2,5	2900	2300
120	450	125	3,2	2,8	3250	2000
150	500	125		2,8		1550
170	630	160		2,8		1250
200	710	160		3,2		550

Таблица 1.8

Уширение пропила с каждой стороны при распиловке

Станок	Сухой древеси-ны хвойных и мяг-ких листвен-ных пород	Влажной древеси-ны хвойных и лиственных пород		Древе-сины твердых листвен-ных пород	Древесно-стружечная плита
		зимой	летом		
Обрезной двухпильный	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	0,4-0,5	-
круглопильный с гусеничной подачей	0,3-0,5	0,4-0,6	0,6-0,7	0,3-,05	0,3-0,5
круглопильный прирезной с ручной подачей	0,3-0,5	0,4-0,5	0,6	0,3-0,5	0,3-0,5
ребровый	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	0,4-0,5	-
Шпалорезный	-	0,0-1,0	1,0-1,2	0,7-0,9	-

1.2.1.8. Минимально допускаемый шаг пилы определяется по формуле:

$$t = \sqrt{Vz H \delta / \theta} \quad (1.7)$$

где H – высота пропила, мм

δ - соотношение между площадью впадины и площадью стружки.

Обычно $\delta = 0,5-0,7$

θ - коэффициент формы зуба. Обычно = 0,4

Полученное значение округлить до ближайшего стандартного.

1.2.1.9. Число зубьев определяется по формуле:

$$Z = \pi \frac{D_{\text{таб}}}{t} \quad (1.8)$$

где $D_{\text{таб}}$. – диаметр пилы из стандартного ряда, мм

Полученное значение Z округляется до ближайшего приведенного в приложении 2.

1.2.2. Расчет основных параметров рамных пил.
Схема распиловки бревна вразвал.

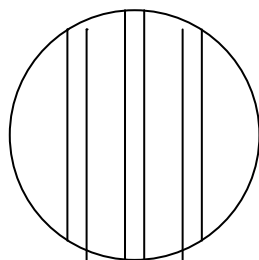


Рис. 1.2
Схема распиловки с бревна с брусочкой

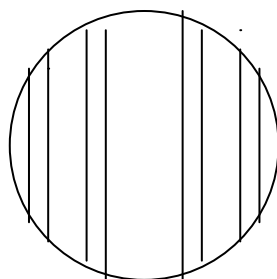


Рис. 1.3
Схема распиловки бруса на доски

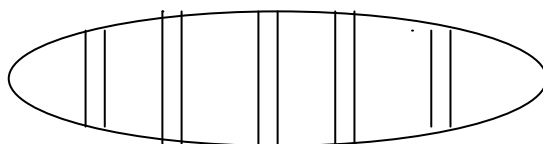


Рис. 1.4

1.2.2.1. Максимальная высота пропила определяется по формуле:

$$d_k = d_b + Cl \quad (1.9)$$

где d_k – диаметр койбия бревна, мм;
 d_b – диаметр вершины бревна, мм;
 C – сбеги бревна (обычно $C = 10$ мм/м;
 L – длина бревна, м.

Величина посылки, мм

Модели лесопильных рам	Комлевый диаметр бревна и толщина бруса, мм			
	до 220	220-320	320-520	более 520
РД 75, РД 110, 2Р 75, 2Р100, РД 65	44	33	20	14
Рамы с ходом 700 мм	26	20	11	8
и рамы с эллиптической траекторией движения пильной рамки	26	20	20	14

1.2.2.8. Необходимое число пил в поставе определяется по формуле:

$$m = \frac{dв}{a + c + в} + 1 \quad (1.16)$$

где m – число пил;

$dв$ – вершинный диаметр бревна, мм;

a – номинальная толщина детали, мм;

c – припуск на усушку, мм;

$в$ – ширина пропила, мм;

Полученное число необходимо увеличить до ближайшего целого большего.

1.2.4. Расчет основных параметров шлифовальной ленты.

1.2.4.1. Размер зерна определяется по формуле:

$$d_i = \frac{Rz}{A_p} \gamma \quad (1.17)$$

где Rz – высота неровностей, мкм;

γ – плотность обрабатываемой заготовки (см. табл. 1.10), кг/м³,

A_p – коэффициент затупления (обычно = 0,8-1,2).

Таблица 1.10

Плотность материала, кг/м³

Наименование материала	Плотность
Древесина (влажность 15%)	
Береза	620
Сосна, осина, липа	500
Лиственница	680
Бук	650

1.2.2.2. Длина пилы определяется по формуле:

$$L = S d_k + a \quad (1.10)$$

где S – ход пильной рамки, мм.

a – припуск на крепление пилы, установку прокладок и зазоры между прокладками и бревном (обычно =300-350) мм

1.2.2.3. Толщина пилы определяется по формуле:

$$b = k \sqrt{dk} \quad (1.11)$$

где K – коэффициент, учитывающий условие работы (обычно $K=0,1-0,12$)

1.2.2.4. Приводим полученное значение в соответствии с нормализованным значением по ГОСТ 5524-75 (см. приложение 2).

1.2.2.4. Ширина пропила определяется по формуле:

$$b = b_{\text{табл}} + 2b_1 \quad (1.12)$$

где b_1 - величина уширителя зуба на сторону, мм.

Примечание. Максимальная величина на уширения на сторону не должна превышать 1.3 мм, т.е. $b_1 \leq 1.3$ мм /2.3/.

1.2.2.5. Максимальная ширина пропила равна:

$$b_{\text{max}} = b_{\text{табл}} + 2.6 \quad (1.13)$$

1.2.2.6. Минимально допускаемый шаг определяется по формуле:

$$t = \sqrt{V_z d_k \delta / \theta} \quad (1.14)$$

где δ - соотношение между площадью впадины и площадью стружки. При повышенных требованиях к качеству пиломатериала $\delta \geq 1$, при обычных требованиях $\delta \geq 0.5$.

θ - коэффициент формы зуба для стандартных профилей $\theta = 0,4$. Полученное значение округлить до ближайшего стандартного значения по ГОСТ 5524-75 (см. приложение 2).

1.2.2.7. Ход пильной рамки определяется по формуле:

$$S = \Delta_t / V_z \quad (1.15)$$

где Δ - величина посылки, мм

Рекомендуемые величины посылок приведены в таблице 1.9.

Продолжение табл. 1.10

Наименование материала	Плотность	
Фанера	Граб	700
	Дуб	720
	Березовая	600-700
	Сосновая	600-650
	Бакелизированная	1000-1200
Плиты	Лиственничная	660-780
	Фанерные	550-850
	ДСтП	500-850
	ДВП	-

1.2.4.2. На практике размер зерна может быть установлен и по табл. 2.11
Таблица 2.11
Зависимость качества поверхности от размера абразивного зерна

Максимальная высота Неровностей, Rzmax, мкм	Зерна шкурок	
	Номер зернистости по ГОСТ 5009-82, ГОСТ 6456-82	размер основной фракции зерен, мкм
60-100	32-40	315-500
30-60	16-32	160-400
16-30	8-12	80-160
до 16	5-8	50-100

1.2.3. Расчеты основных параметров фрез

1.2.3.1. Диаметр фрез рекомендуется выбирать из следующих рядов /5/.

Фрезерные станки с нижним расположением шпинделя:

легкие $D = 60, 80, 100$

средние $D = 100, 120, 140$

тяжелые $D = 140, 160$

Четырехсторонние строгальные станки:

калевочные $D = 120, 140, 160$

пропускные $D = 160, 180$

1.2.3.2. Посадочное отверстие фрезы определяется по формуле:

$$d = KD \quad (1.18)$$

где K – коэффициент соотношения диаметров (обычно $K = 0,25-0,33$). Полученное значение округляется до стандартного размера из ряда по ГОСТ.

1.2.3.3. Число зубьев из практического опыта рекомендуется принимать для фрезерных станков с нижним расположением шпинделя:

при ручной подаче $Z = 2, 4$;

при механической подаче $Z = 4, 6$;

Для четырехсторонних строгальных станков:

калевочных $Z = 4, 6$;

пропускных $Z = 6$ и более.

1.2.3. Расчет скорости резания

1.2.3.1. Скорость резания вращающегося режущего инструмента определяется по формуле:

$$V = \pi Dn / 60 * 1000 \quad (1.19)$$

где D – диаметр пилы, мм;

n – частота вращения режущего инструмента, мин.

Примечание. Для расчета принять $D = D_{нач}$, $n = n_{max}$ (см. табл. 1.7)

1.2.3.2. Скорость резания ленточной пилой определяется по формуле:

$$V = \pi Dn / 60 * 1000 \quad (1.20)$$

где D – диаметр шкива, мм;

n – частота вращения шкива (см. приложение ПЗ), мин –1

1.2.3.3. Средняя скорость резания рамными пилами определяется по формуле:

$$V = \frac{25Sn}{60 * 1000} \quad (1.21)$$

где S – ход пильной рамки, мм;

n – частота вращения коленчатого вала, мин –1 (см. приложение 3)

1.2.3.4. Скорость резания при сверлении определяется по формуле:

$$V = \pi Dn / 60 * 1000 \quad (1.22)$$

1.3.5. Скорость резания при шлифовании определяется по формуле:

$$V = \pi Dв n / 60 * 1000, \quad (1.23)$$

где $Dв$ – диаметр приводного шкива, вальца, цилиндра (бобины), мм.

N – частота вращения приводного шкива, вальца, цилиндра (бобины) см. приложение 3), мин –1.

1.3.6. Полученные скорости резания не должны превышать значения, приведенных в таблице 1.12

Таблица 1.12

Станок	Скорость резания, V, м/сек	Станок	Скорость резания, V, м/сек
Лесопильная рама	5-8	Сверлильный:	
Ленточнопильный станок:		для твердой породы	0,2-0,5
Столярный	25-40	для мягкой породы	0,8-4,0
Делительный	35-40	Сверлильно-пазовальный	
Бревенный	40-60	для выборки гнезд	0,3-1,0
Круглопильный	40-80	Долбежный с долотами	0,5-1,2
Фуговальный	20-40	Долбежный с фрезерными	
Кромкострогальный	25-40	цепочками	4,6-6,8
Фрезерный	25-40	Шлифовальный:	
Шипорезный:		ленточный	15-28
Подсеченные головки	25-35	дисковый	15-25
Проушечные диски	40-60	цилиндрический	20-30

Примечание. Если расчетные скорости резания больше табличных, то частота вращения пильного механизма должна быть уменьшена до значения, при котором расчетная равна или меньше табличной.

1.1.4. Расчет скорости подачи.

1.1.4.1. Скорость подачи при распиловке круглыми пилами определяется по формуле:

$$V_s = V_z Z n / 1000 \quad (1.24)$$

где V_s – средняя скорость подачи, м/мин;

V_z – подача на зуб, мм;

Z – число зубьев пилы;

n – частота вращения пилы, мин-1

1.1.4.2. Скорость подачи при распиловке рамными пилами определяется по формулам:

$$V_s = S V_z n / t 1000 \quad (1.25)$$

где S – ход пильной рамки, мм

$$V_s = \Delta * n / 1000 \quad (1.26)$$

где Δ - величина посылки, мм

1.1.4.3. Скорость подачи при распиловке ленточными пилами определяется по формуле:

$$V_s = \pi D n V_z / t 1000 \quad (1.27)$$

где D – диаметр шкива, мм;

n – частота вращения шкива, мин-1

1.4.4. Скорость подачи при фрезеровании определяется по формуле:

$$V_s = V_z^2 n 1000 / 80 60 D \quad (1.28)$$

где D – диаметр фрезы, мм

2. Силовой расчет

a_w – коэффициент, учитывающий влажность древесины.

Таблица 2.1
Значения K_t при продольном пилении круглыми пилами, мн/м

Порода	Подача на зуб, мм										
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0
Сосна	105	80	64	55	49	45	41	39	38	37	34
Дуб	165	135	114	98	88	81	72	67	65	63	60

Примечание: 1. При распиловке пилой, выступающей над заготовкой в пределах 30 мм и при верхнем ее расположении, K_t снижаются на 10%.

2. При распиловке плоской пилой с плющеными зубьями и строгальной пилой K_t увеличивается на 10%.

3. При распиловке канонической пилой K_t увеличивается на 30%.

Таблица 2.2
Значения K_t при поперечном пилении круглыми пилами, МН/м²

Ширина пропила, мм	Подача на зуб, мм										
	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4
1,5	125	114	107	101	98	94	90	86	83	82	81
2,5	105	96	92	88	84	79	75	70	67	64	61
3,5	90	84	78	74	70	65	61	55	52	50	49
5,0	75	67	62	55	49	45	38	35	35	33	32

Таблица 2.3
Значения K_t при пилении ленточными пилами, МН

U_z	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
K_t	120	90	75	65	60	55	47	45	44	43

Примечание. При пилении плющеными зубьями K_t увеличивается на 10%.

Таблица 2.4
Значения Кт при фрезеровании, МН

Подача на резец, мм	сосна			дуб		
	глубина фрезерования					
	1,5	3,0	4,5	1,5	3,0	4,5
0,3	30	27	25	45	41	37
0,4	28	25	23	43	38	35
0,5	26	24	22	40	35	32
1,0	20	18	17	30	27	25
1,5	16	15	14	25	23	21
2,0	14	13	12	22	20	18
2,5	12	11	10	20	19	17
3,0	11,5	10	10,5	18	18	16

Примечания. 1. При полузакрытом фрезеровании увеличить Кт на 10%.

2. При закрытом фрезеровании увеличить Кт на 20%.

3. При глубине фрезерования увеличить до 15 мм Кт на 20%, при глубине фрезерования до 20-25 мм Кт увеличить на 30%.

4. При угле резания $\delta = 65-70$ увеличить Кт на 25% (для сосны) и на 30% (для дуба).

Таблица 2.5

Значения Кт при сверлении, МН

Диаметр сверл, мм	Подача на один оборот сверла, мм					
	1	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1
5	80	85	88	96	124	200
10	40	42	44	48	62	10
15	30	32	34	36	42	75
20	24	25	26	29	36	60
25	20	21	22	24	31	50

Примечания. 1. При сверлении спиральными сверлами с конической заточкой поперек волокон Кт увеличивается в 1,5 раза, вдоль волокон – в 2,5 раза.

2. При сверлении центровыми сверлами с подрезателями вдоль волокон K_t увеличивается в 2,5 раза.

Таблица 2,6

Значения K_t при долблении, МН

Ширина цепочки, мм	Глубина долбления, мм			
	50	100	140	175
6	35/57	57/100	84/133	99/148
16	25/42	44/70	53/90	68/108
30	21/35	35/59	46/83	60/100

Примечание. В числителе – для сосны, в знаменателе – для дуба.

Таблица 2,7

Значения коэффициента a_n

Порода	a_n	Порода	a_n	Порода	a_n
Липа	0,8	Лиственница	1,1	Бук	1,3-1,5
Осина	0,85	Сосна	1,0	Дуб	1,5-1,6
Ель	0,9-1,0	Береза	1,2-1,3	Ясень	1,5-2,0
Ольха	1,0-1,05				

Таблица 2

Значения коэффициента

Относительная влажность	a_w	Относительная влажность	a_w
50-70	1,1	10-15	5-8
25-30	2,05	1,0	0,9

Таблица 2,9

Значения коэффициента затупления

Продолжительность работы	Наименование режущего инструмента			
	Круглые пилы	Ленточные пилы	Фрез	Сверл
0	1,0	1,0-1,1	1-1,1	1,1
1	1,3	1,2	1,1	1,2
2	1,5	2,4	1,15	1,3

Продолжение табл. 2.9

Продолжительность работы	Наименование режущего инструмента			
	Круглые пилы	Ленточные пилы	Фрез	Сверл
3	1.8	1.6	1.2	1.35
4	2.2	1.8	1.25	1.4
5	2.5	2.0	1.3	1.45
6	2.8	2.2	1.35	1.5

2.1.2.1 Усилие резания на окружности сверления определяется по формуле:

$$P = K \pi D^2 / 4 V_s / V \quad (2.3)$$

где D – диаметр сверла.

2.1.3. Усиление резания при выборке пазов цепным долбяком определяется по формуле:

$$P = K b l V_s' / V 1000 \quad (2.4)$$

где b – ширина выбираемого паза, мм;

l – длина выбираемого паза, мм;

V_s' – скорость подачи суппорта, м/с.

2.1.3.1. Усиление резания при боковой подаче

$$P = K b H V_s'' / V 1000 \quad (2.5)$$

где H – глубина долбления, мм;

V_s'' – скорость подачи долбяка, м/с.

2.1.3.1. Усилие действующее на цепь определяется по формуле.

$$P_c = P + f R \quad (2.6)$$

где f – коэффициент трения цепочки о линейку. Обычно = 0.3.

R – усилие отжима. $R \approx P$.

2.1.4. Усилие резания при шлифовании определяется по следующим формулам:

$$P' = (K + f) (g F + Mg) \quad (2.7)$$

где P' – усилие резания горизонтальной лентой, Н;

f – коэффициент трения тыльной стороны ленты о стол (утюжок)

$K = 0.3 - 0.4$

K – коэффициент шлифования: 0.2 – для мелкозернистых шкурок, 0.4 – для крупнозернистых шкурок;

F – площадь контакта шкурки с заготовкой, m^2 ;

M – масса обрабатываемой заготовки, кг;
 $g = 9.8 \text{ м/с}^2$
 g – удельное давление шкурки на деталь (табл. 2.10), МПа

$$P'' = (K+f) g F \quad (2.8)$$

где P'' - усилие резания вертикальной ленты, Н

Таблица 2.10

Значения удельного давления.

Тип станка	Черновое шлифование (зернистость № 25-40		Чистовое шлифование (зернистость № 8-16	
	g, МПа	Rz по ГОСТ 7016-82	g, МПа	Rz по ГОСТ 7016-82
Ленточный:				
с неподвижным столом	0,0015-0,004		0,001-0,0025	
утюжковый	0,05-0,2		0,02-0,05	
		63-100		12,5-63,0
дисковый	0,05-0,57		-	
вальцовый	0,5-0,2		0,2-0,5	

$$P''' = K g_1 B_1 \quad (2.9)$$

где P''' - усилие резания для цилиндрических станков, Н

g_1 – давление на 1 см контакт (1.2-3.0 – для древесины; 1.2-2.0 – для фанеры; 1.2-2.0 – для щитов), Па/см;

B – ширина шлифования, см

$$P^{1v} = K g F \quad (2.10)$$

где P^{1v} – усилие резания для дисковых станков, Н.

Нормальная сила резания определяется по формуле:

$$R = \alpha P \quad (2.11)$$

где α - коэффициент пропорциональности ($\alpha \approx 1$).

2.2 Расчет мощности резания

2.2.1. Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = P V / 1000 \quad (2.12)$$

где N_p – мощность резания, кВт;

P – усилие резания, Н;

V – скорость резания, м/с.

2.3. Расчет усилия подачи без учета сил трения

2.3.1. При распиловке круглыми пилами и строгании фрезами:

$$P_n = P (\cos\alpha + R/P \sin\alpha) \quad (2.13)$$

где R – усилие отжима древесины режущим инструментом, зависящее от степени затупления зубьев пилы, формы зуба и толщины стружки. Обычно $R = 0,2P$ при острых и $R = 0,8P$ при тупых зубьях пилы;

α – угол образованный векторами сил P_n и R . $\alpha = \arcsin (H D_{cp}/D)$

$R = (0.2-0.4)P$ для острых и $R = (0.8-1.2)P$ для тупых резцов.

2.3.2. При распиловке рамными пилами и ленточными пилами определяется по формуле:

$$P_n = R \quad (2.14)$$

где R – усилие горизонтального отжима и равно $R = 0,2P$ для острых, $R = 0,5P$ для тупых зубьев, Н.

2.3.3. При сверлении определяется по формуле:

$$P_n = (1-1.5)P \quad (2.15)$$

где

2.3.4. При долблении определяется по формуле:

$$P_n \approx P \quad (2.16)$$

2.4. Расчет мощности подачи

2.4.1. Мощность подачи определяется по формуле

$$N = [P_n + (M g + P_n) \mu] V_s, \quad (2.17)$$

где M – масса заготовки, кг;

$g = 968$ – ускорение свободного падения, м/с²

P_n – усилие нажима на деталь, Н

$P_n = (1.5-2.0)P$ при ручной подаче, $P_n = (3-4)P$ при механизированной подаче;

μ – коэффициент трения или сцепления. $\mu = 0.35-0.4$ при трении древесины по столу; $\mu = 0.34-0.4$ при сцеплении древесины с гладкими вальцами, $\mu = 0.5-0.6$ с рифлеными вальцами и $\mu = 0.6-0.8$ при сцеплении с

2.4.2. Мощность привода механизма резания и подачи определяется по формуле:

$$N_{пр} = N / \eta_0 \quad (2.18)$$

где η - общий к.п.д. механизма резания или подачи. Обычно $\eta_0 = 0.8-0.9$ механизма резания, $\eta_0 = \eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots, \eta_n$ механизма подачи (см. табл.) – мощность резания или подачи, кВт.

Таблица 2.11
Средние значения к.п.д. отдельных передач

Вид передачи	Индекс к.п.д.	Среднее значение к.п.д.
Плоскоременная	η_1	0.98
Клиноременная	η_2	0.98
Зубчатая цилиндрическая	η_3	0.98
Цепная	η_4	0.97
Червячная	η_5	0.3- 0.85
Фракционная	η_6	0.7-0.85
Кулиса и ползун	η_7	0.90

3. Кинематический расчет

3.1. Общее передаточное число определяется по формуле:

$$i = n_{дв} / n \quad (3.1)$$

где $n_{дв}$ – частота вращения электродвигателя, выбранного по N_p и N_n из справочников /7.8./;

n – частота вращения коленчатого вала лесорам, шпинделя, пильного диска и т.д. , мин⁻¹

3.1.1. Основным условием подбора двигателя является:

$N_{дв} > N_p$ для механизма резания,

$N_{дв} > N_n$ для механизма подачи.

3.2. Передаточное число зубчатого зацепления определяется по формуле:

$$(3.2)$$

где Z_1, Z_2 - числа зубьев ведущего и ведомого колеса, соответственно.

3.3. Передаточное число червячной передачи определяется по формуле:

$$i_{г,п} = Z_{к1} / Z_{г1} \quad (3.3)$$

где $Z_{к1}$ – число зубьев колеса,

$Z_{г1}$ – число заходов червяка.

3.4. Передаточное число фрикционной передачи определяется по формуле:

$$i_{ф.п.} = D_2 / D_1 (1-E) \quad (3.4)$$

где D_1, D_2 – диаметр ведущего и ведомого колеса соответственно, мм.

E – коэффициент скольжения ($E = 0,005-0,03$)

3.5. Передаточное число ременной передачи определяется по формуле:

$$i_{п.н} = D_2 / D_1 (1-E) \quad (3.5)$$

где D_1, D_2 – диаметр ведущего и ведомого шкива соответственно, мм;

$E = 0,01-0,045 / 9/$

3.6. Общее передаточное число уточняется по формуле:

$$i_0 = i_{2n} i_{г.н.} i_{р.н.} i_{ф.п.} \quad (3.6)$$

4. Расчет производительности станка и линии.

4.1. В общем случае производительность станка определяем по формуле:

$$П_{см} = T_{см} K_g K_c n / t_p \quad (4.1)$$

где $П_{см}$ – сменная производительность, шт/см;

$T_{см}$ – продолжительность смены, мин;

K_g – коэффициент использования рабочего времени;

n – количество одновременно обрабатываемых заготовок, шт;

t_p – оперативное время обработки заготовок, мин;

K_c – коэффициент использования машинного времени.

4.1.1. Время обработки заготовки определяется по формуле:

$$t_p = k_p V_s m / L \quad (4.2)$$

где k_p – коэффициент, учитывающий особенности технологического процесса;

V_s – средняя скорость подачи заготовки, м/мин;

m – число проходов;

L – длина заготовки, м.

Значения K_c и K_g для различных типов станков даны в табл. 4.1. Значение t_p для практических расчетов можно приравнять к нормативной времени обработки заготовки различного вида, приведенным в таблицах /6/.

Значения коэффициентов K_g и K_c .

Наименование станка	Значения коэффициента	
	K_g	K_c
Круглопильные станки		
для поперечной распиловки	0.93	-
для продольной распиловки	0.9-0.95	-
- ручная подача	-	0.7
- механизированная подача	-	0.9
- многопильный станок	0.95	0.95
Лесопильная рама		
Ленточнопильный станок		
Фуговальный станок	0.8-0.93	0.5-0.9
Рейсмусовый станок	0.85-0.90	0.85-0.95
Четырехсторонний строгальный	0.80-0.85	0.90-0.95
<u>Фрезерный станок</u>	0.9-0.93	0.6-0.8
Фрезерный станок с шипорезной кареткой	0.9	0.5-0.6
Карусельный станок	0.85-0.9	0.9-0.93
Универсальный станок с механической подачей	0.9-0.93	0.9-0.95
Шипорезный станок для формирования рамных и ящичных шипов	0.9-0.93	0.5-0.6
Шипорезный станок для формирования округлых рамных шипов	0.9-0.93	0.5-0.6
полупотайных ящичных шипов	0.8	0.3-0.4
Шипорезный двухсторонний для рамных шипов	0.75-0.8	0.5-0.6
для ящичных шипов	0.75-0.8	0.8-0.85
Сверлильно – присадочный		
вертикальный	0.93	0.5-0.6
горизонтальный	0.9	0.6
присадочный	0.9	0.5
для высверливания и		
заделки сучков	0.9	0.7
цепнодолбежный	0.9	0.4
Узколенточные шлифовальные станки		
с ручным перемещением стола		
и утюжка	0.90	0.75
с механической подачей	0.90	0.90

Продолжение табл. 4.1.

Наименование станка	Значения коэффициента	
	K	K ₀
Широколенточный	0.85	0.93
Трехцилиндровый	0.80	0.95
Гильотинные ножницы	0.9	0.75-0.8
Станки:		
ребросклеивающий	0.9	0.85
кромкофуговальный	0.9	0.7
шпононачиночный	0.9	0.9
Станок для приготовления клея	0.9	-
Пресс	0.9	-
Станок клеенамазывающий	0.95	0.5
Станок для фанерования кромок	0.85	0.8

4.2. Производительность линии с непрерывным перемещением заготовки определяется по формуле:

$$P_{cm} = T_{cm} K_g K_c \frac{V_s}{L + l_0} \quad (4.3)$$

где l_0 - промежуток между заготовками (обычно $l_0 = 0.5$), м
 $K_g = 0.95$, $K_c = 0.98$

4.3. Производительность линии с обработкой заготовки на позиции определяется по формуле:

$$P_{cm} = T_{cm} K_g / R \quad (4.4)$$

где R – расчетный ритм работы линии, мин.

Список использованных источников.

1. Деревообрабатывающее оборудование и инструмент. Методические указания по содержанию и оформлению курсовых проектов для студентов 6 курса специальности 0902: Составил Д.Ф.Бачурин. – Хабаровск, ХПИ, 1987. – 21с.
2. Фонкин В. Ф. Справочник мастера – инструментальщика деревообрабатывающих предприятий. – 4-е изд., перераб.- М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 176с.
3. Зотов Г. А., Швырев Ф.А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. - 301с.
4. Кутуков Л.Г. Конструкции и расчет деревообрабатывающего оборудования: Учебник для техникумов. – М.: Лесн. пром-сть, 1985. – 263с.
5. Малышев В. В. Методическое руководство к выполнению расчетно – графической работы № 2 (для студентов факультета механической технологии древесины). – Л.: ЛТА, 1960. – 63с.
6. Справочник мебельщика / Под ред. В.П. Бухтиярову. – М.: 1976. – 336с.
7. Апурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х томах – 6-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1982. – 736с.
8. Маковский Н.В. Проектирование деревообрабатывающих машин: Учебник для вузов. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 304с.
9. Куклин Н.Г., Куклина Г.С. Детали машин: Учебник для техникумов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1987. – 383с.

Приложение 1
Основные параметры неровности
Таблица П.1

Предельные значения параметров неровности.

Материал, изделие и способ обработки	Значения параметров, мк/м		
	Rm _{max}	параметры профиля	
		Rm	Rz
Пиломатериалы хвойных пород после рамного пиления	500-1600		
Пиломатериалы лиственных пород после рамного пиления	320-1000		
Пиломатериалы после пиления дисковыми пилами	40-800		
Шпон лущенный	50-320		
Шпон строганный	32-500		
Древесина массивная, продольное фрезерование	-	16-250	16-250
Древесина и шпон шлифованный	-	12.5-250	10-160
ДСтП нешлифованная		12.5-500	10-400
ДСтП шлифованная		12.5-630	10-400
ДВП нешлифованная		10-40	8-20
ДВП шлифованная		8.0-32	6.3-16

Приложение 2
Таблица П.2.1.

Основные параметры пил по ГОСТ 980-80
Пилы круглые плоские для распиловки древесины

Диаметр пил, мм	Толщина пил, мм	Число зубьев
125	1.0; 1.2;	36; 48
160	1.2; 1.4; 1.6	48; 60
200	1.2; 1.4; 1.6	24; 48; 60
250	1.0; 1.2; 1.4; 1.6; 1.8;	48; 60
315	1.2; 1.4; 1.8; 2.0; 2.2	36; 48; 60; 72
360	2.0; 2.2; 2.5	36; 48; 60

Таблица П.2.4.
Основные параметры пил по ГОСТ 9769-79

Диаметр, мм	Толщина пилы, мм	Ширина пропила, мм	Число зубьев
160	2	2.8	24
200	2; 2.4	2.8; 3.4	48
250	2; 2.4	2.8; 3.4	24,36,56
315	2; 2.4	2.8; 3.4	36,56,72
355	2.4; 2.8	3.2; 4.0	36,56
400	2.4; 2.8	3.4; 4.1	36,56,72

Приложение 3
Рекомендуемые значения скорости резания и подачи
Таблица П.3.1.
Базовые значения скоростных и режимных параметров машин

Машины	Скорость резания м/сек	Диаметр инструмента, мм	Число оборотов об/мин	Скорость подачи м/мин	Мощность приводов, КВт
Лесопильные рамы			360	20	75
Круглопильные для бревен	70	1000	15000	50	60
Ленточнопильные для бревен	40	1500	600	100	200
Круглопильные для досок	50	400	3000	50	50
Фуговальные рейсмусовые	40	125	6000	24	10
Четырехсторонние продольнофрезерные для досок	55	180	6000	100	150
То же (калевочные)	40	80	9000	50	50
Фрезерные с нижним шпинделем	40	80	7200	20	6
То же с верхним шпинделем	20	20	18000		5
Шипорезные рамные со шпинделями:					
пильными	75	250	6000		
фрезерными	60	200	6000	15	75
проушечными	50	320	3000		
Шипорезные ящичные для прямого щипа	40	200	3600	10	15

Продолжение табл. П.2.1.

Диаметр пил, мм	Толщина пил, мм	Число зубьев
400	2,0; 2,2; 2,5	36; 48; 60
450	2,2; 2,5; 2,8	48; 60
500	2,2; 2,5; 2,8	48; 60
560	2,2; 2,5; 2,8	48; 60
630	2,5; 2,8; 3,0	48; 60
710	2,5; 2,8; 3,0; 3,2	48; 60
800	3,0; 3,2; 3,6	48; 60
900	3,2; 3,6; 4,0	48; 72
1000	3,6; 4,0; 4,5	48; 72
1200	4,5; 5,0	48; 72
1500	5,0; 5,5	72

Таблица П.2.2.

Основные параметры пил по ГОСТ 5524-75
Пилы для вертикальных лесопильных рам

Длина, мм	Толщина, мм	Шаг, мм	Ширина, мм
1250	2,0; 2,2	22; 26; 32	70; 80; 90
1400	2,0; 2,2	22; 26; 32	80-90; 100-130
1500	2,2; 2,5	26; 32	120-150
1600	2,2; 2,5	26; 32; 40	120-140
1750	2,5	26; 32; 40	130-150
1950	2,5; 3,2	32; 40	140-160

Таблица П.2.3.

Основные параметры пил по ГОСТ 6532-77
Пилы ленточные для распиловки древесины

Длина пилы, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Шаг, мм
7000	85, 100	1,0	30
8500	125, 150	1,0; 1,2; 1,4	30, 50
9000	175	1,2; 1,4	30, 50

Продолжение табл. П.3.1.

Машины	Скорость Резания м/сек	Диаметр инструмента мм	Число оборотов об/мин	Скорость подачи м/мин	Мощность приводов КВт
Сверлильные	7,5		1200		5
Токарные с высотой центра, мм:					
до 300	20		2000		3
более 300			750		5
Круглопалочные при Диаметре обработки, мм:					
до 20			6000		
до 50	15		4000	25	5
до 90			3000		8
Шлифовально – узколенточные	25		1500	15	10
Шлифовально – цилиндрические	30		1500	20	10
Шлифовально – широколенточные	30	300	1500	30	60

Таблица П.3.2.

Скорости резания при обработке древесных материалов и пластиков
твердосплавными дереворежущими инструментами

Вид обработки	Скорость резания в зависимости от обрабатываемого материала, м/сек							
	пресованная древесина, пропитанная смолами, и древесно – слоистые пластики		пресованная древесина, термопласты, комбинированные пластики		фанера, склеенные детали, твердая тропическая древесина		древесно-стружечные плиты, лиственная и хвойная древесина	
Сверление		0,8	0,6	2,5	1,5	3,0	3,0	6,0
Точение		1,5	1,5	3,0	3,0	6,0	6,0	12
Пиление круглыми пилами		12-15		25-50	25-50	60-80	50	до 100
Фрезерование (гладкое строгание)		12-15	6-12	25-50	25	40-60	до 70	50-70
Фрезерование (профильная обработка)		12	4-8	23-35	20	до 50	25-40	до 60
	1	2	1	2	1	2	1	2

Примечание: 1 – высоколегированные стали 12 Ф и быстрорежущие стали Р-18,
2 – твердые сплавы ВК-8 и ВК-20.