

В. М. ПАРХОМЕНКО, М. С. ШАФАРЕНКО

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
РАСЧЕТЫ ПО ДЕРЕВООБРАБОТКЕ



ГОСЛЕСБУМИЗДАТ
Москва 1962

В книге содержатся основные расчеты по сырью и материалам, технологическим процессам, оборудованию, гидротермической обработке древесины и экономике производства.

Книга предназначена для инженерно-технических работников деревообрабатывающей промышленности и учащихся лесотехнических школ и училищ.

ПРЕДИСЛОВИЕ

XXII съезд Коммунистической партии Советского Союза поставил задачу быстрее внедрять в производство новейшие достижения науки и техники, прогрессивную технологию и передовой опыт. Эта задача может быть выполнена при систематическом повышении квалификации работников промышленности в связи с техническим прогрессом.

Увеличение объема производства в лесопилении и деревообработке достигается не только за счет ввода новых мощностей, но и за счет реконструкции действующих предприятий.

При реконструкции действующих предприятий, выявлении резервов для расширения производства, внедрении новых рационализаторских и изобретательских предложений большое значение имеют обоснованные технико-экономические расчеты.

Книга написана инженерами-педагогами технического училища № 6 г. Киева, производственной базой которого являются Киевский деревообрабатывающий комбинат и мебельная фабрика им. Боженко.

Гл. I, II и V написаны авторами совместно, гл. III написал М. С. Шафаренко, а гл. IV — В. М. Пархоменко.

СЫРЬЕ И МАТЕРИАЛЫ

ЛЕСОПИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Расчет среднего диаметра, средней длины и среднего объема круглого леса

Допустим, что на складе сырья лесопильного завода имеется запас круглого леса, характеризующийся данными табл. 1.

Таблица 1
Запас круглого леса на складе сырья

Диаметр бревна, см	Длина бревна, м	Количество бревен, шт.	Объем бревна, м ³	Объем всех бревен, м ³
18	6,5	1000	0,21	210,0
18	4,5	400	0,138	55,2
22	6,5	900	0,31	279,0
22	4,5	500	0,20	100,0
26	6,5	850	0,41	348,5
26	4,5	450	0,28	126,0
30	6,5	750	0,56	420,0
30	4,5	300	0,38	114,0
<hr/>			5150	<hr/>
<hr/>			1652,7	

П р и м е ч а н и е. Объемы круглого леса определены по ГОСТ 2708 — 44.

Средний диаметр бревна данной партии подсчитываем по формуле

$$d_{cp} = \sqrt{\frac{d_1^2 m_1 + d_2^2 m_2 + d_3^2 m_3 + d_4^2 m_4}{M}},$$

где:

d_1, d_2, d_3, d_4 — диаметры бревен в верхнем отрезе, см;
 m_1, m_2, m_3, m_4 — количества бревен соответствующих диаметров, шт.;
 M — количество бревен в партии, шт.

Подставляя в формулу значения из табл. 1, получим

$$d_{cp} = \sqrt{\frac{18^2 \cdot 1400 + 22^2 \cdot 1400 + 26^2 \cdot 1300 + 30^2 \cdot 1050}{5150}} = 24 \text{ см.}$$

В данном случае d_{cp} определен как среднеквадратический диаметр бревен, входящих в данную партию. Так определяют средний диаметр для более точных исследований или при больших диапазонах абсолютных показателей. В практике лесопильных заводов для расчета средних величин применяют средневзвешенные (арифметические) показатели.

Среднюю длину бревна рассчитываем по формуле

$$l_{cp} = \frac{l_1 n_1 + l_2 n_2}{M},$$

где:

l_1, l_2 — длины бревен, м;

n_1, n_2 — количества бревен соответствующих длин, шт.

Средняя длина бревна, по данным табл. 1, равна

$$l_{cp} = \frac{6,5 \cdot 3500 + 4,5 \cdot 1650}{5150} = 5,8 \text{ м.}$$

Средний объем бревен определяем по формуле

$$q_{cp} = \frac{Q'}{M},$$

где Q' — объем всех бревен, м^3 .

Средний объем бревен равен

$$q_{cp} = \frac{1652,7}{5150} = 0,32 \text{ м}^3.$$

Расчет диаметра бревна на середине его длины

Пусть диаметр бревна в вершине составляет 26 см, а длина его равна 6 м. Определим диаметр его на расстоянии 3 м от вершины.

Учитывая, что для насаждений II и III бонитетов в соответствии с таблицей, характеризующей сбег бревна (по Г. Г. Титкову), диаметр бревна размером 26 см от вершины к комлевой части увеличивается на 1 см на каждый метр длины, диаметр данного бревна на расстоянии 3 м от вершины составит

$$26 \text{ см} + 1 \text{ см} \cdot 3 = 29 \text{ см.}$$

Расчет емкости штабеля круглого леса на бирже сырья

Расчет емкости штабеля круглого леса ведем для штабеля без уклона к вершине с вертикальными торцовыми стенками, причем подача бревен на штабель производится элеваторами при механизированной раскатке бревен по штабелю.

Расчет емкости штабеля ведем по формуле

$$A = VK_{шт},$$

где:

V — габаритный объем штабеля, m^3 ;

$K_{шт}$ — коэффициент заполнения штабеля.

Принимаем длину штабеля $L = 100$ м, высоту $H = 12$ м, считыва, что в штабель укладывается хвойный круглый лес длиной $l = 6,5$ м при коэффициенте заполнения штабеля $K_{шт} = 0,5$ (из таблицы коэффициентов заполнения штабелей, разработанной ЦНИИМОД).

Подсчитываем габаритный объем штабеля:

$$V = LHi = 100 \cdot 12 \cdot 6,5 = 7800 \text{ } m^3.$$

Емкость штабеля составит

$$A = 7800 \cdot 0,5 = 3900 \text{ } m^3.$$

Расчет площади биржи сырья лесопильного завода

Расчет площади биржи сырья ведем по следующей формуле:

$$S = \frac{\varepsilon}{HK_{шт}K_{пл}},$$

где:

ε — количество бревен, хранящихся одновременно на бирже сырья, шт.;

H — средняя высота штабеля, м;

$K_{шт}$ — коэффициент заполнения габаритного объема штабеля;

$K_{пл}$ — коэффициент использования площади биржи сырья.

Принимаем, что на бирже сырья должен храниться 2-месячный запас бревен. При суточном распиле бревен $800 \text{ } m^3$ 2-месячный запас должен составить $41600 \text{ } m^3$ ($800 \cdot 26 \cdot 2$).

Принимаем $H = 12$ м, $K_{шт} = 0,5$, а $K_{пл} = 0,62$, исходя из условий, что интервалы между штабелями составляют 2 м, а длина штабеля 100 м. $K_{пл}$ определяется по графику, составленному по опытным данным.

Площадь биржи сырья составляет

$$S = \frac{41600}{12 \cdot 0,5 \cdot 0,62} = 11150 \text{ } m^2.$$

Расчет площади сортировочной сетки для круглого леса

Полезную площадь сортировочного устройства рассчитываем по формуле

$$F_1 = \frac{fQ}{K_{ак}},$$

где:

f — площадь воды, потребная для размещения 1 м³ бревен, м²;

Q — суточный объем древесины, поступаемой на выгрузку и подаваемой в распиловку, м³;

$K_{ак}$ — коэффициент заполнения акватории.

Для размещения 1 м³ бревен средним диаметром 24 см необходимо площадь воды $f=5,5$ м². Принимаем $Q=800$ м³. При беспорядочном расположении бревен и скорости течения реки, равной 1 м/сек, $K_{ак}=0,72$ (по данным Гипрорева).

Полезная площадь сортировочного устройства равна

$$F_1 = \frac{5,5 \cdot 800}{0,72} = 6100 \text{ м}^2.$$

Для подсчета акватории сортировочного устройства необходимо также учесть коэффициент дополнительной площади для вспомогательных коридоров и установки бонов, который колеблется в пределах от 1,3 до 1,5. Принимаем $\eta=1,4$.

Акватория сортировочного устройства составляет

$$F = F_1 \eta = 6100 \cdot 1,4 = 8500 \text{ м}^2.$$

Расчет емкости штабеля пиломатериалов

Емкость штабеля пиломатериалов определяем по формуле

$$Q_{пол} = Q_{раб} K_{об},$$

где:

$Q_{пол}$ — полезный объем штабеля, м³;

$Q_{раб}$ — габаритный объем штабеля, м³;

$K_{об}$ — объемный коэффициент заполнения штабеля.

Габаритный объем штабеля пиломатериалов определяем как произведение длины штабеля L на его ширину B и высоту H без подштабельного основания.

Принимаем $L=7$ м, $B=8,5$ м и $H=7$ м. Тогда для пиломатериалов

$$Q_{раб} = LBH = 7 \cdot 8,5 \cdot 7 = 416,5 \text{ м}^3.$$

Объемный коэффициент заполнения штабеля $K_{об}$ представляет собой произведение трех коэффициентов заполнения штабеля: по ширине K_w , длине K_d и высоте K_v .

При $K_{ш}=0,6$, $K_{д}=0,85$ и $K_{в}=0,65$ объемный коэффициент заполнения штабеля для пиломатериалов составит

$$K_{об} = K_{ш} K_{д} K_{в} = 0,6 \cdot 0,85 \cdot 0,65 = 0,33.$$

Подсчитываем емкость штабеля пиломатериалов:

$$Q_{пол} = 416,5 \cdot 0,33 = 137 \text{ м}^3.$$

Расчет опор штабеля пиломатериалов

На опоры штабеля пиломатериалов передается общая нагрузка, определяемая полным весом всего штабеля.

Вес пиломатериалов, уложенных в штабель, определяется как произведение полезного объема штабеля пиломатериалов на объемный вес сырой древесины соответствующей породы:

$$P = Q_{пол} \gamma,$$

где:

P — вес пиломатериалов в штабеле, кг;

$Q_{пол}$ — полезный объем штабеля пиломатериалов, м³;

γ — объемный вес древесины, т/м³.

Подсчитываем вес пиломатериалов в штабеле при $Q_{пол} = 137 \text{ м}^3$:

$$P = 137 \cdot 0,72 = 99 \text{ т} = 99 \text{ 000 кг.}$$

Чтобы учесть всю нагрузку на опоры, вес древесины, уложенной в штабель, увеличиваем на 15%, так как собственный вес фундаментов и крыши повышает нагрузку.

Таким образом, полная нагрузка составляет

$$P = 99 \text{ 000} \cdot 1,15 = 118 \text{ 000 кг.}$$

По данным А. Н. Песоцкого принимаем, что на угловые опоры давление в 4 раза и на боковые опоры в 2 раза меньше, чем на средние.

Максимальная нагрузка на одну опору определяется по формуле

$$P = \frac{P}{1 + nn_1 - n - n_1},$$

где:

n — число рядов опор;

n_1 — число опор в каждом ряду.

Принимаем $n=5$ и $n_1=4$. Тогда

$$P = \frac{118 \text{ 000}}{1 + 5 \cdot 4 - 5 - 4} \approx 9833 \text{ кг.}$$

Данная нагрузка будет передаваться на грунт через подошву опоры.

Определяем необходимую площадь подошв опор по формуле

$$f = \frac{P}{\sigma},$$

где σ — допускаемое давление на грунт (для песка средней крупности и плотности принимаем $3 \text{ кг}/\text{см}^2$).

Площадь подошв опор составляет

$$f = \frac{9833}{3} \simeq 3277 \text{ см}^2.$$

Расчет необходимой площади склада пиломатериалов

Расчет необходимой площади склада пиломатериалов ведется укрупненно, а в процессе производимой планировки склада уточняется по действующим нормам, учитывающим различные проезды.

Необходимая площадь склада пиломатериалов определяется по формуле

$$S = \frac{E}{HK_{пл}K_{об}K_{укл}},$$

где:

E — максимальное количество пиломатериалов, которое должно находиться на складе (принимаем $20\,000 \text{ м}^3$);

H — средняя высота штабеля (принимаем 7 м);

$K_{пл}$ — коэффициент использования площади склада пиломатериалов, равный отношению площади, непосредственно занятой штабелями, к общей площади склада пиломатериалов, включая проезды и интервалы (принимаем $0,37$);

$K_{об}$ — коэффициент объемного заполнения штабелей пиломатериалов (по данным предыдущих расчетов $K_{об} = 0,33$);

$K_{укл}$ — коэффициент, учитывающий неплотности укладки по высоте штабелей, а также резерв площади на случай увеличения количества пиломатериалов, которые будут храниться на складе пиломатериалов (принимаем $0,87$).

Необходимая площадь склада пиломатериалов для хранения $20\,000 \text{ м}^3$ пиломатериалов составит

$$S = \frac{20\,000}{7 \cdot 0,37 \cdot 0,33 \cdot 0,87} = 27027 \text{ м}^2.$$

ФАНЕРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Расчет объема шпона и процента его выхода при лущении

Объемный выход сырого шпона из чурака определяется по следующей эмпирической формуле, предложенной ЦНИИФМ:

$$V_{ш} = L \frac{d (0,72 d - 13) - 0,75 d_k^2}{10^6},$$

где:

L — длина чурака, равная длине листа шпона, м;

d — диаметр чурака в верхнем отрубе, мм;

d_k — диаметр карандаша, мм.

Допустим, что $d=300$ мм, $L=1,6$ м и $d_k=100$ мм. Тогда

$$V_{ш} = 1,6 \frac{300 (0,72 \cdot 300 - 13) - 0,75 \cdot 100^2}{10^6} = 0,0854 \text{ м}^3.$$

Процент выхода шпона из чурака определяется по формуле

$$p = \frac{100 V_{ш}}{V_ч} = \frac{100 \cdot 0,0854}{0,128} = 66\%,$$

где $V_ч$ — объем чурака, м^3 .

Расчет расхода сырья для изготовления 1 м^3 сырого шпона

Принимаем $d=200$ мм, $L=1,6$ м и $d_k=100$ мм. Объем шпона, получаемый из чурака

$$V_{ш} = 1,6 \frac{200 (0,72 \cdot 200 - 13) - 0,75 \cdot 100^2}{10^6} = 0,0299 \text{ м}^3.$$

Выход шпона из чурака

$$p = \frac{100 V_{ш}}{V_ч} = \frac{100 \cdot 0,0299}{0,054} = 55\%.$$

Расход сырья на изготовление 1 м^3 шпона составит

$$V_c = \frac{100}{p} = \frac{100}{0,55} = 1,81 \text{ м}^3.$$

СТОЛЯРНО-МЕХАНИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Расчет размеров черновых заготовок для деталей письменного стола

Расчет размеров черновых заготовок производим для стола СП-11, который состоит из подстолья с двумя выдвижными ящиками и крышки. Детали стола изготавливаются из пиломатериалов хвойных пород с последующим их фанерованием. Заготовки

производятся в основном из сырых пиломатериалов. Поэтому, кроме припусков на обработку, необходимо учитывать и припуски на усушку.

Припуски на обработку деталей до габаритных размеров в чистоте регламентированы ГОСТ 7307—54.

Припуски на строгание, считая суммарно на обе стороны, при выверке одной стороны на фуговальном станке равны:

при длине деталей от 400 до 1600 *мм* . . . 5—6 *мм*

“ “ “ от 1700 до 2500 *мм* . . . 6—8 *мм.*

Припуск по длине деталей на оторцовку концов принимаем равным 30 *мм*. Припуски на сушку по толщине и ширине деталей хвойных пород определяем по ГОСТ 6782—58 с учетом сушки их до конечной влажности $8 \pm 2\%$.

Зная размеры деталей в чистоте (согласно чертежу) и пользуясь припусками, определяем размеры черновых заготовок. Для упрощения расчетов определяем размеры черновых заготовок лишь некоторых деталей подстолья стола (табл. 2.)

Таблица 2

Расчет размеров черновых заготовок для деталей подстолья письменного стола СП-11

Детали	Количе- ство деталей	Материал	Размеры в чистоте, <i>мм</i>			Размеры в заго- товке, <i>м.и</i>		
			длина	ши- ринна	толщи- на	длина	ши- ринна	толщи- на
Ножки стола	4	Хвойные пиломате- риалы	741	43	43	771	50	50
Царга поперечная . .	2	То же	548	121	18	578	130	25
Царга задняя	1	“	996	121	18	1026	130	25

Расчет потребного количества столярных или стружечных плит для изготовления 100 штук столов СП-58

Основанием для расчета потребного количества материалов являются проект и чертеж изделия.

Согласно проекту по изготовлению однотумбового письменного стола СП-58 из столярной плиты делают следующие узлы стола: крышка, тумба и бок приставной части. Кромки этих узлов имеют обкладки из массива твердолиственной породы, а пласти облицованы строганой фанерой с двух сторон.

Для определения расхода столярной плиты необходимо составить спецификацию деталей по чертежу изделия. Весь расчет сводится в нижеприведенную ведомость (табл. 3).

Таблица 3

Расчет потребного количества столярной плиты для изготовления 100 штук письменных однотумбовых столов СП-58

Детали	Количество деталей в изделии, шт.	Размеры деталей в чистоте, мм			Припуски, мм			
		длина	ширина	толщина	длина	ширина	толщина	
Щит крышки . . .	1	1060	610	22	20	20	—	
Щит боковой наружной стенки тумбы	1	631	548	22	20	20	—	
Детали	Количество деталей в изделии, шт.	Размеры деталей в заготовке, мм			Объем заготовок, м ³		Процент выхода заготовок при раскрое, %	
		длина	ширина	толщина	на изделие	на 100 изделий	Потребный объем материала на 100 штук, м ³	
Щит крышки . . .	1	1080	630	22	0,01497	1,497	90	1,663
Щит боковой наружной стенки тумбы	1	651	568	22	0,01033	1,033	90	1,148

Расход потребного количества столярной плиты на остальные детали изделия подсчитывают аналогично. В результате подсчета определяют общий расход столярной плиты на заказ.

Припуски на обработку заготовок из столярных и стружечных плит даются по ширине и длине. Для плит, облицованных строганой фанерой, они даются в пределах 10—20 мм на обе стороны. Учитывая относительно большие размеры заготовок, в данном случае этот припуск равен 20 мм.

Объем потребного количества столярных плит на заказ, с учетом процента полезного выхода, определяем по формуле

$$Q = \frac{q \cdot 100}{p},$$

где:

q — объем заготовок на заказ, м³;

p — процент выхода заготовок при раскрое.

В результате расчета определилось, что для изготовления 100 письменных однотумбовых столов СП-58 потребуется 5,808 m^3 столярной плиты.

Расчет расхода нитролака для отделки секционного книжного шкафа ШК-4

Все наружные лицевые поверхности шкафа отделяются нитролаком за три покрытия, а внутренние поверхности — нитролаком за одно покрытие.

Для расчета расхода нитролака необходимо определить площадь отделки и число покрытий и применить существующие нормы расхода отделочных материалов. Число покрытий наружных и внутренних плоскостей указано в задании. Исходя из чертежа изделия, произведем расчет площади отделки по приведенной ниже форме (табл. 4).

Таблица 4

Расчет площади отделки (наружной)

Показатели	Колич- ство деталей на из- делие	Размеры, $мм$	Коли- чество пло- скос- тей	Площадь отделки, $м^2$	
				детали	изделия
Фасадная площадь (без стекла) . . .	1	1600×650 (1155×498)	1	0,465	0,465
Боковая площадь	2	1600×365	1	0,584	1,168
Площадь ножек	4	100×45	4	0,018	0,072
Дверка:					
брюсок вертикальный	2	1277×50	1	0,064	0,128
" горизонтальный верхний .	1	512×50	1	0,026	0,026
" " нижний .	1	512×70	1	0,036	0,036
Итого					1,895
Неучтенные поверхности (5%) . . .					0,095
Всего					1,990

Расчет внутренней площади отделки производим аналогично расчету наружной площади.

В результате подсчета внутренняя площадь отделки шкафа составляет 4,008 m^2 . Общая площадь (наружная и внутренняя) будет равна 5,998 m^2 .

Лакирование шкафа производим нитролаком 754. Норму расхода на 1 m^2 отделяемой поверхности за одно покрытие принимаем 90 г.

Зная площадь отделки и норму расхода нитролака, определяем потребность в нитролаке для отделки секционного книжного шкафа (табл. 5).

Таблица 5

Расход нитролака для отделки секционного книжного шкафа ШК-4

Показатели	Площадь отделки, м ²	Норма расхода нитролака на одно покрытие, г	Число покрытий	Расход нитролака на изделие, г
Наружная площадь . . .	1,990	90	3	537,3
Внутренняя площадь . . .	4,008	90	1	360,7
Итого				898,0

При применении лаков НЦ-315М, ТК-11 и др., имеющих больший процент пленкообразующих, норма расхода на 1 м² отделываемой поверхности соответственно уменьшается.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЛЕСОПИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Расчет необходимого диаметра пиловочного сырья

Допустим, что нам необходимо получить брус сечением 200×200 мм.

Определяем необходимый диаметр пиловочного сырья в вершине:

$$d = a\sqrt{2} = 200\sqrt{2} = 282 \text{ мм} = 28,2 \text{ см},$$

где a — длина стороны острокантного бруса.

При диаметре круглого леса $d=30$ см наивыгоднейшая сторона острокантного бруса будет иметь размер

$$a = \frac{d}{\sqrt{2}} = \frac{30}{\sqrt{2}} = 21,3 \text{ см}.$$

Расчет наивыгоднейшего диаметра пиловочного сырья для получения бруса квадратного сечения

Принимаем диаметр пиловочного сырья $d=24$ см.

Считая диаметр пиловочного сырья гипотенузой прямоугольного треугольника, а стороны бруса его катетами, можно написать следующее равенство по теореме Пифагора:

$$d^2 = a^2 + a^2 = 2a^2,$$

где a — длина стороны квадрата.

Определяем сторону квадрата:

$$a = 0,707 d = 0,707 \cdot 24 = 16,968 \text{ см} \approx 170 \text{ мм}.$$

Расчет расстояния между наружными пластями досок в поставе и ширины сырых досок

Пусть бревна хвойных пород диаметром 24 см распиливаются на необрезные пиломатериалы в поставе 19—25—40—40—25—19.

Определяем расстояние между наружными пластами досок толщиной 25 мм. Это расстояние часто называют линейным расходом древесины по ширине постава на доски различной толщины.

По ГОСТ 6782—58 при номинальном размере досок 25 мм припуск на усушку составляет 1 мм. Толщина сырой доски будет равна 26 мм (25+1). При размере досок 40 мм припуск на усушку равен 1,5 мм. Тогда толщина сырой доски будет составлять 41,5 мм (40+1,5).

При толщине пилы 2 мм и величине развода на две стороны 1,5 мм ширина пропила составит 3,5 мм.

Расстояние между наружными пластами досок толщиной 25 мм в данном поставе составит:

$$41,5 \cdot 3 + 26 \cdot 2 + 3,5 \cdot 4 = 190,5 \text{ мм.}$$

Ширина сырой доски вычисляется по формуле

$$b = \sqrt{d^2 - E^2},$$

где:

d — диаметр бревна в вершине, см;

E — расстояние между наружными пластами досок или линейный расход древесины по ширине постава, см.

Ширина доски в сыром виде равна

$$b = 24^2 - 19,05^2 = 14,6 \text{ см} = 146 \text{ мм.}$$

Расчет несимметричного постава

Определим диаметр бревна, из которого можно выпилить двухкантный брус высотой $h=200$ мм с шириной пластей $b=250$ мм и $b_1=350$ мм.

Расчет ведем по формуле

$$d = \sqrt{\left(\frac{b^2 + 4h^2 - b_1^2}{4h}\right)^2 + b^2}.$$

Подставляя значения заданных величин в формулу, получим:

$$d = \sqrt{\left(\frac{25^2 + 4 \cdot 20^2 - 35^2}{4 \cdot 20}\right)^2 + 35^2} \approx 38 \text{ см.}$$

Расчет площади отапленного бассейна

Расчет площади отапленного бассейна ведем в отдельности по каждой из его четырех частей: сортировочной, дворов, разборочной и запасной.

Расчет площади сортировочной части бассейна F_1 ведем по формуле

$$F_1 = (l_{\max} + 1,5) b + f_n,$$

где:

l_{\max} — максимальная длина бревна, поступающего в распиловку, м;

b — длина сортировочного фронта, м;

f_n — площадь приемной части, m^2 (в нашем примере $f_n=0$).

Принимаем $l_{\max} = 8,5$ и $b = 30$ м ($f_n=0$), тогда

$$F_1 = (8,5 + 1,5) 30 + 0 = 300 \text{ } m^2.$$

Далее рассчитываем площадь дворов бассейна. Для этого прежде всего определяем площадь воды, занимаемую одним плавающим бревном.

Расчет площади воды, занимаемой одним плавающим бревном, ведем по формуле

$$f_1 = \frac{1,3 \cdot 0,01 (d + D) l}{2},$$

где:

l — длина бревна (8,5 м);

d — диаметр бревна в вершинном конце (24 см);

D — диаметр бревна в комлевом конце (32,5 мм);

1,3 — коэффициент, учитывающий возможность маневрирования бревна на воде.

Считая, что при 2-сменной работе лесопильного завода необходимо распилить в сутки 800 m^3 бревен, при среднем диаметре $d = 24$ см и объеме одного бревна $V_b = 0,36 \text{ } m^3$, в смену распиливается $m = 1110$ штук бревен $\left(\frac{800}{2 \cdot 0,36}\right)$. Общая площадь дворов бассейна будет равна

$$F_2 = m f_1 = \frac{1,3 \cdot 0,01 (d + D) l m}{2} = \frac{1,03 \cdot 0,01 (0,24 + 0,325) \cdot 8,5 \cdot 1110}{2} = 2740 \text{ } m^2.$$

Расчет площади разборной части бассейна ведем по формуле

$$F_3 = b (l_{\max} + 3),$$

где:

b — ширина бассейна по фронту бревнотасок (20 м);

l_{\max} — наибольшая длина распиливаемых бревен (8,5 м).

$$F_3 = 20 (8,5 + 3) = 230 \text{ } m^2.$$

Наконец, определяем запасную площадь для размещения бревен, не подлежащих распиловке в текущую смену:

$$F_4 = \frac{N - S}{S} F_2,$$

где:

N — число сортиментов, одновременно поступающих в бассейн (10);

S — число сортиментов, поступающих в основные дворы (8).

$$F_4 = \frac{10 - 8}{8} \cdot 2740 \text{ м}^2 = 685 \text{ м}^2.$$

Полезная площадь бассейна составит

$$F_{\text{пол}} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = 300 + 2740 + 230 + 685 = 3955 \text{ м}^2.$$

Учитывая, что 25% площади имеют мостики и боны, полная площадь бассейна составит

$$F = \frac{F_{\text{пол}}}{0,75} = \frac{3955}{0,75} = 5250 \text{ м}^2.$$

Расчет потребного количества лесопильных рам

Исходными данными для расчета необходимого количества лесопильных рам при распиловке сырья заданной спецификации служит задание по выпуску пиломатериалов.

Исходя из этого задания, определяем по выходу пиломатериалов количество круглого леса, подлежащего распиловке.

Допустим, что количество круглого леса, подлежащего распиловке, составляет 1000 м³.

Расчет потребного количества лесопильных рам сведен в табл. 6.

Таблица 6

Расчет потребного количества лесопильных рам

Диаметр круглого леса, см	Длина, м	Объем, м ³	Величина посылки, м.м	Величина С	Объем бревна, м ³	Производительность лесопильной рамы, м ³ /час	Необходимое количество рамо-часов
17—18	6,5	200	30	2,58	0,200	15,4	13,0
21—22	6,5	200	30	2,58	0,295	22,8	8,75
25—26	6,5	330	28	2,58	0,410	26,3	12,50
29—30	6,5	170	24	2,58	0,545	33,5	5,06
33—34	6,5	100	21	2,58	0,700	37,6	2,66
							41,97

Распиловка ведется вразвал, так как необрезные пиломатериалы предназначены для последующего раскряя на черновые мебельные заготовки. Для расчета производительности лесопильной рамы при распиловке сырья соответствующих диаметров определяют величины посылок (табл. 6).

В формуле расчета производительности лесопильной рамы имеется ряд постоянных величин, которые целесообразно объединить (с целью облегчения расчетов) в одну постоянную величину C :

$$C = \frac{tnK}{1000l} = \frac{60 \cdot 300 \cdot 0,93}{1000 \cdot 6,5} = 2,58,$$

где:

t — число минут в часе (60 мин);

n — число оборотов главного вала рамы в минутах (300 об/мин);

K — коэффициент использования лесопильной рамы (0,93).

Производительность лесопильной рамы в час для распиловки бревен указанных в таблице диаметров рассчитываем по формуле

$$A = C\Delta q,$$

где:

Δ — величина посылки, мм;

q — объем бревна, м³.

Зная производительность лесопильной рамы, подсчитываем количество рамо-часов для распиловки 1000 м³ сырья. Оно равно 41,97 (табл. 6).

При необходимости распилить 300 тыс. м³ сырья количество часов работы составит 12 591 (41,97 · 300).

При 2-сменной работе и 7-часовом рабочем дне в год (295 дней) одна лесопильная рама работает 4130 часов ($7 \cdot 2 \cdot 295$). Количество лесопильных рам составит

$$\frac{12591}{4130} = 3 \text{ лесопильных рамы.}$$

Данный расчет можно также вести, исходя из производительности лесопильной рамы в смену. В этом случае, определяя величину C , принимается $t=420$ мин, а не 60 мин, т. е. количество минут в 7-часовой рабочей смене.

Расчет числа эффективных лесопильных рам и процента брусовки по сырью и рамо-сменам

Расчет ведем по данным работы лесопильного цеха деревообрабатывающего комбината за год:

Количество распиленного сырья, м ³	165 000
из которого распилено с предварительной бруsovкой, м ³	85 000
Число дней работы в году	295
(из 365 дней в году нерабочих 58, в т. ч. 52 выходных и 6 праздничных, на капитальный ремонт оборудования 12 дней)	
Число смен работы в сутки	2
Число установленных лесопильных рам	4
Число эффективно проработанных рамо-смен	1700
Средняя длина распиленного сырья, м	5,5
Средний диаметр распиленного сырья, см	18
Число установленных рамо-смен (4 · 2 · 295)	2360

Зная число эффективно проработанных и установленных рамо-смен, определяем процент бруsovки по рамо-сменам:

$$\left(\frac{2360}{1700} - 1 \right) 100\% = 38\%.$$

По проценту бруsovки по рамо-сменам можно рассчитать число эффективных лесопильных рам в цехе. Для этого число установленных лесопильных рам разделим на единицу плюс процент бруsovки по рамо-сменам, деленный на 100:

$$\frac{4}{1 + 0,38} = 2,9.$$

Рассчитываем процент бруsovки по сырью, исходя из количества пропущенного сырья через рамы, которое на 85 000 м³ больше распиленного:

$$\left(\frac{165 000 + 85 000}{165 000} - 1 \right) 100\% = 52\%.$$

Расчет выхода пиломатериалов по объему и спецификации

В расчете исходим из того, что в результате распиловки 600 м³ круглого леса получено 405 м³ пиломатериалов.

По заданной спецификации следовало получить пиломатериалы толщиной 40 мм и 50 мм. Исходя из необходимости рационального использования древесины, в поставах имелись также пиломатериалы толщиной 25 мм. В результате распиловки получено 100 м³ пиломатериалов толщиной 25 мм, 155 м³ — толщиной 40 мм и 150 м³ — толщиной 50 мм.

Объемный выход пиломатериалов определяем по формуле

$$a = \frac{100Q}{Q_1},$$

где:

Q_1 — объем бревен, м³;

Q — объем полученных пиломатериалов, м³.

$$a = \frac{100 \cdot 405}{600} = 67,5\%.$$

Спецификационный выход пиломатериалов может быть определен по отношению к объему распиленного сырья и по отношению к объему пиломатериалов.

Спецификационный выход пиломатериалов по отношению к объему распиленного сырья определяется по формуле

$$a_{\text{сп}} = \frac{100Q_{\text{сп}}}{Q_1},$$

где $Q_{\text{сп}}$ — объем полученных пиломатериалов по спецификации, m^3 .

$$a_{\text{сп}} = \frac{100 \cdot 305}{600} \approx 51\%.$$

Спецификационный выход пиломатериалов по отношению к объему пиломатериалов равен

$$a_{\text{сп}} = \frac{100 \cdot 305}{405} = 75\%.$$

Расчет сортировочной площадки

Полную длину сортировочной площадки определим как сумму длин ее отдельных элементов:

$$L = l_{\text{n}} + l_{\text{б}} + l_{\text{т}} + l_{\text{а}} + l_{\text{р}},$$

где:

l_{n} — длина приемной части, m ;

$l_{\text{б}}$ — длина браковочной части, m ;

$l_{\text{т}}$ — длина торцовочного устройства, m ;

$l_{\text{а}}$ — длина антисептирующего устройства, m ;

$l_{\text{р}}$ — длина разборной части, m .

Приемную, браковочную и торцовочную части сортировочной площадки можно устроить в верхнем этаже. Тогда длина стола в верхнем этаже сортировочной площадки

$$L_{\text{в}} = l_{\text{n}} + l_{\text{б}} + l_{\text{т}} + l_{\text{с}'},$$

где $l_{\text{с}'}$ — длина, занимаемая устройством спуска досок со второго этажа на первый.

Определяем длину приемной части сортировочного устройства. Расстояние между крайними транспортерами, выносящими доски на сортировочную площадку, принимаем равным 12 м. При расчете длины приемной части берем запас для привода 3 м. Таким образом, длина приемной части составит

$$l_{\text{n}} = 12 \text{ м} + 3 \text{ м} = 15 \text{ м}.$$

Длину браковочной части рассчитываем по формуле

$$l_b = \frac{nS}{P},$$

где:

n — число досок, поступающих на площадку в 1 мин (30 шт.);

S — длина площади на одного бракера (6 м);

P — производительность одного бракера за 1 мин. (8 досок).

$$l_b = \frac{30 \cdot 6}{8} = 22,5 \text{ м.}$$

Принимаем $l_t = 5 \text{ м}$ и $l_c' = 1 \text{ м}$. Тогда длина стола на втором этаже составит

$$L_6 = 15 + 22,5 + 5 + 1 = 43,5 \text{ м.}$$

Далее рассчитываем длину стола нижнего этажа сортировочной площадки:

$$L_n = l_p + l_a + l_c,$$

где:

L_n — длина стола нижнего этажа сортировочной площадки, м;

l_p — длина спуска досок на нижнем этаже (принимаем 5 м);

l_a — длина ванны для антисептирования (10 м).

Определяем длину разборной части. Так как длина разборной части зависит от числа стоп, в которые укладываются доски, подсчитываем число стоп по формуле

$$m = 6rsK + R,$$

где:

r — число установленных рам (принимаем 4 рамы);

s — число сортов (принимаем 6);

K — коэффициент повторяемости размеров (при $r=4$ принимаем $K=0,7$);

R — резерв подстопных мест, который определяется исходя из числа установленных лесопильных рам, т. е. по одному резервному подстопному месту на одну установленную лесопильную раму (для данного расчета $R=4$).

$$m = 6 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 0,7 + 4 \approx 105.$$

Длина разборной части сортировочной площадки определяется по формуле

$$l_p = \frac{ml}{2},$$

где:

m — число стоп;

l — длина фронта сортировочной площадки на одну стопу, м.

Учитывая, что доски от сортировочной площадки вывозятся автолесовозами, принимаем $l=2$ м. Таким образом, длина разборной части сортировочной площадки будет

$$l_p = \frac{105 \cdot 2}{2} = 105 \text{ м.}$$

Длина стола нижнего этажа составит

$$L_n = 105 + 10 + 5 = 120 \text{ м.}$$

Расчет средней ширины досок и среднего сортового коэффициента

Данная партия хвойных пиломатериалов в количестве 400 м³ характеризуется следующим образом

По ширинам:

Ширина досок, мм	220	180	140	100
Объем, м ³	90	150	120	40

По сортам:

Сорт пиломатериалов	0	1	2	3	4	5
Объем, м ³	30	70	70	150	50	30

Рассчитываем среднюю ширину доски по формуле

$$b_{cp} = \frac{Q}{\frac{Q_1}{b_1} + \frac{Q_2}{b_2} + \frac{Q_3}{b_3} + \frac{Q_4}{b_4}},$$

где:

Q — общий объем пиломатериалов, м³;

b_1, b_2, b_3, b_4 — различные ширины досок, мм;

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 — объемы пиломатериалов соответствующих ширин, м³.

Таким образом, средняя ширина досок данной партии составляет

$$b_{cp} = \frac{400}{\frac{90}{220} + \frac{150}{180} + \frac{120}{140} + \frac{40}{100}} = 154 \text{ мм.}$$

Для определения среднего сортового коэффициента руководствуемся принятой в лесопильной промышленности следующей сеткой сортовых (качественных) коэффициентов для хвойных пиломатериалов:

Сорта пиломатериалов	0	1	2	3	4	5
Сортовые коэффициенты	1,5	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5

Расчет среднего сортового коэффициента ведем по формуле

$$K = \frac{Q_0K_0 + Q_1K_1 + Q_2K_2 + Q_3K_3 + Q_4K_4 + Q_5K_5}{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5},$$

где:

$Q_0, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5$ — объемы пиломатериалов по сортам, m^3 ;

$K_0, K_1, K_2, K_3, K_4, K_5$ — сортовые коэффициенты.

Таким образом, средний сортовой коэффициент составит

$$K = \frac{30 \cdot 1,5 + 70 \cdot 1,0 + 70 \cdot 0,9 + 150 \cdot 0,7 + 50 \cdot 0,6 + 30 \cdot 0,5}{30 + 70 + 70 + 150 + 50 + 30} = 0,82.$$

ФАНЕРНОЕ И МЕБЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВА

Технологический процесс изготовления kleеной фанеры

Клееная фанера изготавливается в соответствии с действующим ГОСТ 3916—55.

Принимаем для расчета горячий способ изготовления фанеры из сухого шпона на фенолформальдегидных смолах. В табл. 7 приведен технологический процесс изготовления сухого шпона, а затем получения из него kleеной фанеры.

Технологический процесс изготовления венированной фанеры

Венированная (облицованная) фанера представляет собой многослойную kleеную фанеру, у которой одна или обе наружные рубашки состоят из строганой фанеры ценных пород. Серединка такой фанеры может изготавляться из шпона или kleеной фанеры.

Рассмотрим технологический процесс изготовления венированной фанеры, при условии, что серединка состоит из лущеного шпона. Основными этапами технологического процесса являются: изготовление серединки и наружных рубашек и склеивание фанеры (табл. 8).

Расчет времени выдержки в прессе при склеивании фанеры сухим горячим способом на альбуминовом клее

При склеивании фанеры сухим горячим способом пакет составляет из нескольких листов в зависимости от толщины фанеры и размера промежутка между плитами. Научно-исследовательским институтом фанеры (НИИФ) разработаны нормы числа листов, подлежащих закладке в пресс, в зависимости от толщины фанеры и вида применяемого клея. Принимаем толщину листов склеиваемой фанеры 3 мм, а число листов фанеры в пакете равным 3.

Таблица 7

Изготовление сухого шпона и получение kleеной фанеры

Операции	Размеры, мм			Оборудование или рабочее место	Режим работы
	длина	ширина	толщина		
Изготовление сухого шпона					
Раскрой круглого леса на чураки	800 1300 1600 1900	—	—	Балансирный станок для полеречного распилования	Скорость резания 35—40 л/сек
Пропарка чурakov	—	—	—	Варочный бассейн или парильные камеры	Продолжительность пропарки в зависимости от диаметра чурakov, их начальной влажности и породы
Лущение шпона				Лущильный станок	Угол резания: для березы и ольхи 19—24°, твердых пород 24—26°
					—
Раскрой шпона на листы заданного формата	—	—	—	Ножницы с механическим приводом	—
Сушка шпона	—	—	—	Роликовая сушильная установка СУР-4 и СРГ-50	Сушка до влажности 6—10%
Сортировка шпона на сорта А, ВВ, В, ВВ и С	—	—	—	Рабочий стол	Технические условия на шпон ГОСТ 99—57

Операция	Размеры, м.м.			Оборудование или рабочее место	Режим работы
	длина	ширина	толщина		
Починка шпона	—	—	—	Шпонопечиночный и ребросклейвающий станки	—
Нанесение клея на обе поверхности каждого слоя шпона	—	—	—	Клеевые вальцы	Равномерность покрытия
Сушка листов шпона, намазанного смолой, до влажности $10 \pm 2\%$	—	—	—	Конвейерная сушильная установка	Температура воздуха $70-90^\circ$, относительная влажность воздуха $10-25\%$
Сборка пакета для получения фанеры заданной толщины	—	—	—	—	Размер пакета в зависимости от толщины фанеры
Склепивание фанеры	—	—	—	Многопролетные прессы горячего склеивания	Удельное давление $25 \text{ кг}/\text{см}^2$
Обрезка фанеры с четырех сторон для придания листу требуемых размеров	Габаритные размеры листа, согласно ГОСТ 3916 — 55	—	—	Двухпильные обрезные станки с подающей кареткой	Высота пакета в пределах $100-150 \text{ мм}$
Шлифование листов фанеры с двух сторон	—	—	—	Шлифовальный станок	—
Сортировка фанеры по породам, форматам, толщинам и сортам	—	—	—	Рабочий стол	—

Таблица 8

Технологический процесс изготовления венированной фанеры

Операции	Оборудование или рабочее место	Режим работы
Изготовление серединок		
Лущение шпона из чурака на заданную толщину	Лущильный станок	—
Раскрой шпона на листы требуемой ширины	Механизированные ножницы	—
Сушка шпона	Роликовые сушильные установки	До влажности 4—6%
Отбраковка шпона по качеству и толщине	Рабочий стол	—
Намазка шпона с двух сторон kleem	Клеевые вальцы	—
Сушка смазанного шпона	Конвейерная сушильная установка системы НИИФ	—
Прифуговка кромок шпона	Кромкофуговальный станок	—
Подбор листов шпона по ширине и их стяжка	Ребросклейвающий станок	—
Изготовление рубашек		
Просушка распакованных пачек строганой фанеры с сохранением подбора листов в пачке	Роликовая сушильная установка	До влажности 5—6%
Раскрой фанеры по разметке	Механизированные ножницы	—
Прифуговка кромок фанеры	Кромкофуговальный станок	—
Подбор полос на ширину листа	Рабочий стол	Подбор листов по рисунку
Склейивание подобранных полос	Ребросклейвающий станок	—
Склейивание фанеры		
Комплектовка пакетов венированной фанеры с укладкой серединок и наружных рубашек	Подборочный стол	—
Склейивание фанеры	Пресс горячего склеивания	Удельное давление 7—10 кг/см ² , температура 90°
Охлаждение склеенной фанеры	Решетчатые стеллажи	—
Обрезка фанеры на требуемый формат	Двухпильный обрезной станок	—
Шлифовка фанеры	Трехбарабанный шлифовальный станок	—
Сортировка, маркировка и упаковка	Рабочий стол	Согласно требованиям ГОСТ 3916 — 55

Время выдержки фанеры в прессе сухой горячей клейки определяется по эмпирической формуле

$$T_n = KnS + 2 \text{ — для фанеры толщиной от 3 до 7 мм;}$$

$$T_n = KnS + 1 \text{ — для фанеры толщиной свыше 7 мм,}$$

где:

K — эмпирический коэффициент, характеризующий зависимость времени выдержки в прессе от глубины прогрева (0,67);

n — число листов в промежутке;

S — толщина листа склеиваемой фанеры, мм.

В нашем примере

$$T_n = KnS + 2 = 0,67 \cdot 3 \cdot 3 + 2 = 8,03 \text{ мин.}$$

Технологический процесс сборки тумбочки щитовой конструкции

Основанием для составления технологического процесса является чертеж изделия. Тумбочка состоит из цоколя, двух боковых и одной задней стенок, крышки, подъяничной рамки, ящика и дверки. Внутри имеется одна полка. Боковые стенки, дверка и крышка — щитовой конструкции.

Приводим технологический процесс сборки тумбочки (табл. 9).

Таблица 9

Технологический процесс сборки тумбочки

Операции	Оборудование	Инструмент и приспособление
Цоколь		
Сборка рамки цоколя на kleю	Вайма	Клеянка, молоток
Выдержка после склейки		
Обгонка по периметру на точный размер	Фрезерный станок	Шаблон
Сверление гнезд для ножек	Сверлильный станок	Шаблон, сверло
Шпунтовка для соединения с боковой стенкой	Фрезерный станок	Пила
Отборка фальца для задней стенки	То же	Фреза
Фанерование кромок с трех сторон	Вайма	Клеянка

Операции	Оборудование	Инструмент и приспособление
Боковая стенка		
Приклеивание круглого угла	Вайма	—
Выдержка	—	—
Торцовка углов на точный размер	Круглопильный станок	Пила
Сверление гнезд для полкодержателей	Сверлильный станок	Шаблон
Подъяничная рамка		
Сборка рамки на kleю	Вайма	Клеянка, молоток
Выдержка после склеивания	—	—
Обгонка рамки на точный размер	Фрезерный станок	Шаблон
Фанерование передней кромки рамки	Вайма	—
Ящик		
Сборка ящика на kleю	Вайма	Клеянка
Выдержка после склеивания	—	—
Предварительная вгонка ящика по специальному приспособлению	Фуговальный станок	—
Фанерование передней кромки ящика	Верстак	Притирочный молоток
Выдержка после фанерования	—	—
Зачистка и шлифование	Верстак	Рубанок
Крышка		
Обгонка крышки по периметру на точный размер	Фрезерный станок	Фреза, шаблон
Калевка кромки крышки с трех сторон	—	Фреза
Отбор фальца задней кромки крышки	—	—
Шпунтовка для соединения с боковой стенкой	—	Пила
Шлифование крышки	Ленточный шлифовальный станок	—
Дверки		
Обгонка дверки на точный размер по периметру	Фрезерный станок	Шаблон
Шлифование с двух сторон	Шлифовальный станок	—

Операции	Оборудование	Инструмент и приспособление
Сборка тумбочки		
Сборка корпуса тумбочки на вставных рейках и kleю	Вайма	Молоток, kleянка
Выдержка под давлением	—	—
Крепление задней стенки на kleю и шурупах	—	Отвертка, молоток
Вгонка ящика с установкой задержек на kleю и гвоздях	—	Молоток
Навеска дверки с установкой шариковых задержек	—	Отвертка, рубанок, молоток
Установка полика тумбочки с креплением его гвоздями	—	Молоток
Установка полкодержателей и полки	—	Молоток
Установка и крепление ручки	—	Коловорот, сверло
Зачистка тумбочки перед отделкой и устранение мелких дефектов	—	Цикля

При мечание. Боковые стенки, дверка и крышка до их обработки на станках предварительно фанеруются по пласти с двух сторон. Фанерованию щитов предшествует обкладка их по кантам.

Технологический процесс заготовки и обработки деталей спинки стула С-125-а

Стул С-125-а столярный, полуяркий. Спинка состоит из двух задних ножек, верхнего и среднего горизонтальных и двух вертикальных брусков, задней царги и полуяркого вкладыша из kleенои фанеры. Вкладыш с двух сторон обтягивается тканью и вставляется в шпунты горизонтальных и вертикальных брусков. В табл. 10 приводим технологический процесс изготовления двух деталей спинки и сборку ее.

Технологический процесс составлен на основе оборудования стульевого цеха Киевской мебельной фабрики им. Боженко.

При изготовлении черновых заготовок должны быть соблюдены следующие общие требования:

заготовки для гнутья не должны иметь сучков, косослоя и других дефектов;

процент начальной влажности заготовок должен быть не менее 30%.

Продолжительность пропарки заготовок при начальной влажности 30—50% должна составлять от 50 мин. до 1 час., а при влажности 50—60% от 1 час. 20 мин. до 1 час. 30 мин. Оптимальная влажность заготовок для гнутья должна быть 30%.

Таблица 10

Технологический процесс изготовления деталей и сборки спинки стула

Операции	Размеры, мм			Оборудование
	длина	ширина	толщина	
Изготовление черновых заготовок задних ножек (1000×60×30 мм)				
Поперечный раскрой доски	1000	—	30	Маятниковая пила
Продольный раскрой доски	1000	60	30	Круглопильный станок
Пропарка заготовок	—	—	—	Пропарочный котел
Гнутье брусков с одновременной их сушкой	—	—	—	Гнутарно-сушильный аппарат

Обработка черновой заготовки задней ножки стула (915×шаблон×22 мм)

Стройка пласти	950	Шаблон	24	Фуговальный станок
Стройка пласти	950	Шаблон	22	Рейсмусовый станок
Торцовка двух концов	915	Шаблон	22	Двухпильный торцовочный станок
Обрихтовка двух кантов по шаблону	915	Шаблон	22	Карусельный станок
Выборка гнезд для боковой царги	40	8	27	Сверлильный полуавтомат
Выборка гнезд для боковой царги	20	8	22	То же
Выборка гнезд для верхушки	25	8	18	"
Выборка гнезд для задней царги	40	8	18	"
Выборка гнезд для среднего бруска	20	8	18	"
Шлифовка двух пластей и двух кромок шкуркой 30	915	44	22	Шлифовальный барабанный станок
Шлифовка двух пластей и двух кромок шкуркой 46	915	44	22	То же
Шлифовка двух пластей и двух кромок шкуркой 100	915	44	22	"

Обработка верхнего бруска заготовки (350×50×25 мм)

Стройка с четырех сторон	350	43	20	Четырехсторонний строгальный станок
Оторцовка и зашивовка с двух сторон	322	43	20	Шилорезный станок
Отбор потемка с двух сторон	16	18	8	Фрезерный станок
Выбор калевки	200	12	3	То же

Операции	Размеры, мм			Оборудование
	длина	ширина	толщина	
Сверление гнезд для крепления спинки	20	5	5	Сверлильный двухшпиндельный станок
Шлифовка двух пластей и кромок шкуркой 46	290	43	20	Шлифовальный барабанный станок
Шлифовка двух пластей и кромок шкуркой 100	290	43	20	То же

Сборка

Запрессовка малой спинки из двух стояков, верхушки и срединки	370	322	20	Вайма сборочная
Выбор фальца для вкладыша	314	135	10	Высокочастотный фрезерный станок
Вставка вкладыша спинки в фальц	322	147	5	Верстак
Намазка kleem малой спинки, двух ножек и задней царги	—	—	—	То же
Запрессовка всей спинки стула из двух ножек, задней царги и малой спинки	915	334	44	Сборочная вайма

Давление пара в кotle не должно быть более 0,7 атм, а температура в кotle — в пределах 100°.

Гнутье задних ножек стула производят в гнутарно-сушильном аппарате. Продолжительность операции до 12 час. Загрузку ножек в аппарат осуществляют при перекрытом паре. Гнутье производят при давлении в аппарате 0,2—0,3 атм, по окончании гнутья давление увеличивают до 0,7 атм. Начальная температура для сушки заготовок должна быть 50°. Постепенно необходимо повышать температуру до 100°. Заготовки выгружаются из аппарата при конечной влажности 10 ± 2%.

Технологический процесс изготовления крышки обеденного стола

Крышка обеденного стола представляет собой щит размером 1150×950 мм с обкладкой кромок и фанерованный по пластям. Технологический процесс изготовления этой крышки приведен в табл. 11.

Таблица 11

Технологический процесс изготовления крышки обеденного стола

Операции	Оборудование или рабочее место	Инструмент и приспособление
Разметка столярной плиты Раскрой плиты по разметке Обрихтовка и шпунтовка с четырех сторон Обкладка четырех кромок	Верстак Круглопильный станок Фрезерный станок	Угольник, линейка Пила Фреза
Выдержка после обкладки Фанерование двух пластей Выдержка после фанерования Снятие свесов ножевой фанеры Фигурная обработка кромок по периметру	Верстак — Пресс Рабочее место Верстак Фрезерный станок	Молоток, струбцинка — — — Обдирочный нож Фреза
Устранение пробивки клея раствором щавелевой кислоты Шлифовка	— Ленточный шлифовальный станок	— —
Устранение мелких дефектов	—	Набор столярного инструмента

Технологический процесс изготовления стружечной плиты

Стружечная плита представляет собой изделие, состоящее из двух материалов — древесины и синтетического термореактивного клея.

В зависимости от назначения стружечные плиты изготавливаются однослойными, трехслойными и многослойными.

На основе оборудования, выпускаемого отечественной промышленностью, приведем технологию изготовления трехслойных плит (табл. 12).

Таблица 12

Технологический процесс изготовления трехслойной плиты

Операции	Оборудование или рабочее место	Режим работы
Изготовление стружки — облицовочных слоев*		
Удаление коры с отрезков дровяного долготья длиной 1 м	Окорочный станок	—
Разделка древесины на чурки длиной 330 мм	Круглопильный станок	—

* Процесс изготовления стружки для среднего слоя плиты ведется аналогично процессу изготовления стружки облицовочных слоев и одновременно.

Операции	Оборудование или рабочее место	Режим работы
Изготовление плоской резаной стружки толщиной 0,1—0,3 мм	Стружечный станок	—
Дополнительное измельчение стружки (размеры стружки после измельчения: длина 15—20 мм, ширина 1—6 мм, толщина 0,1—0,3 мм).	Молотковая мельница	—
Сушка стружки	Барабанные сушильные установки	До абсолютной влажности 5%
Сортировка стружки		
Просеивание сухой стружки через сита и дополнительное измельчение крупной стружки	Вибрационный грохот с двумя ситами	—
Дозирование и проклейка стружки		
Сухая стружка с помощью дозирующего устройства подается в смеситель, где тщательно перемешивается с клеем	Смеситель	Дозирование стружки и клея производится автоматически. Расход смолы составляет 8—10% к весу сухой стружки
Формование стружечных матов из стружки облицовочных слоев и среднего слоя		
Формование стружки на подкладочных дюралюминиевых листах (подкладочные листы поступают на движущийся конвейер, который может двигаться с разной скоростью в зависимости от толщины плиты). На подкладной лист насыпается стружка последовательно нижнего, среднего и верхнего слоев)	Формовочный конвейер и формирующие машины	—
Предварительное уплотнение матов (подпрессовка)	Пресс	Удельное давление 6—8 кг/см ²
Прессование матов с образованием стружечных плит	Гидравлический пресс, обогреваемый паром	Удельное давление прессования 30 кг/см ² , температура обогрева плит 120—180°

Операции	Оборудование или рабочее место	Режим работы
Обрезка плит по формату в продольном и поперечном направлениях	Форматообрезной станок	—
Выдержка плит до полного их остывания и окончательного отвердения смолы	Складское помещение	Выдержка 5—8 суток
Обработка плит. Шлифование и прирезка на требуемые размеры	Трехцилиндровые шлифовальные и прирезные станки	—
Складирование готовых плит в штабеля высотой до 4,5 м	Электропогрузчик трюмного типа грузоподъемностью 3 т	—

Приведенный технологический процесс изготовления трехслойных стружечных плит составлен на основе типового проекта цеха производительностью 25 тыс. м³ в год.

Технологический процесс изготовления столярной плиты

При составлении технологического процесса (табл. 13) принимаем реечный способ изготовления среднего щита, при условии соединения реек между собой kleem. Исходное сырье — сухие пиломатериалы низких сортов и отходы лесопиления в виде реек.

Принимаем по ГОСТ 5204 — 54 размер плиты 1800×1220×22 мм.

Таблица 13

Технологический процесс изготовления столярной плиты

Операции	Размер, мм			Оборудование или рабочее место
	длина	ширина	толщина	
Строгание двух пластей доски	1900	200	30	Четырехсторонний строгальный станок
Раскрой доски на рейки . . .	1900	25	30	Круглопильный или многошлифовальный станок
Сортировка реек	1900	25	30	Рабочий стол
Намазка реек kleem	1900	25	30	Клеенамазочный станок
Склейивание щита	1900	1260	25	Веерный пресс или вайма

Операции	Размер, мм			Оборудование или рабочее место
	длина	ширина	толщина	
Выдержка щита (не менее 24 часов)	1900	1260	25	Подстопное место
Строгание двух пластей щита	1900	1260	20	Двухсторонний рейсмусовый станок
Ремонт щита	1900	1260	20	Рабочий стол
Формирование пакета	—	—	—	То же
Склейивание плиты	1900	1260	22	Пресс для горячего склеивания
Выдержка плиты после склейивания (24 часа)	1900	1260	22	Подстопное место
Обрезка плиты на точный размер	1800	1220	22	Двухпильный станок
Шлифование плиты	1800	1220	22	Барабанный шлифовальный станок
Сортировка и ремонт плит	1800	1220	22	Рабочий стол
Приемка и маркировка плит	1800	1220	22	То же

Технический процесс изготовления сухого шпона как полуфабриката для столярной плиты приведен в расчете изготовления клееной фанеры.

Технологический процесс отделки мебели лаком горячего нанесения НЦ-315М

Отделка мебели лаками горячего нанесения является прогрессивной и экономичной. Основное преимущество лаков горячего нанесения заключается в меньшем числе наносимых слоев по сравнению с лаками холодного нанесения. За счет высокого содержания пленкообразующих (33,0%) сокращаются общий цикл отделки, трудовые затраты и количество оборудования.

Приводим технологический процесс отделки мебельных изделий лаком НЦ-315М (табл. 14).

Таблица 14

Технологический процесс отделки мебели лаком НЦ-315М

Операции и режим работы	Оборудование или рабочее место	Инструмент и приспособления
Столярная подготовка		
Зачистка и шлифование поверхности	Ленточно-шлифовальный станок, верстак	Рубанок, цикля, шкурка 100—200

Операции и режим работы	Оборудование или рабочее место	Инструмент и приспособления
Подготовка поверхности		
Грунтование (с одновременным крашением)	Станок типа ПП-2	—
Выдержка 2 часа при температуре 20° (при ручном грунтовании)	—	—
Заполнение пор	Станок типа ПП-2 или вручную тампоном из мешковины	—
Выдержка не менее 2 часов при температуре 20°	—	—
Шлифование	Ленточношлифовальный станок	Шкурка 120—140
Образование лакового покрытия		
Подогрев лака до температуры 70—80°	Установка для подогрева лака УГО-2	—
Нанесение горячего лака путем распыления с помощью горячего воздуха под давлением 1,5—2 атм	Аппарат УГО-2, пульверизационная кабина	Распылитель
Сушка лакового покрытия в течение 120 мин. при температуре 50° (время высыхания пленки может быть сокращено в 3—5 раз при применении конвекционных сушильных установок)	Конвекционная сушилка	
Шлифование лакового покрытия		Шкурка 120—150
Повторное нанесение лака путем распыления. Давление воздуха на распыление 1,5—2 атм	Аппарат УГО-2, пульверизационная кабина	Распылитель
Сушка лакового покрытия в течение 120 мин. или в конвекционной сушилке — 50 мин.	Конвекционная сушильная установка	Шкурка 170—200
Шлифование лакового покрытия		
Разравнивание лаковой пленки жидкостью РМЕ	Плоскополировальный станок ПП-2	—

Лак НЦ-315М находит особо широкое применение для лакирования мебели в щитах с последующим механическим шлифованием и полированием.

Технологический процесс отделки мебели терпеноколлоксилиновым лаком ТК-11

Лак ТК-11 относится к лакам горячего нанесения и находит широкое применение на передовых мебельных предприятиях. Количество пленкообразующего вещества в этом лаке состав-

ляет 36 %. Вязкость лака находится в пределах 70—100 сек. по ВЗ-4 при температуре 20°.

В табл. 15 приведен технологический процесс отделки мебели лаком ТК-11.

Таблица 15

Технологический процесс отделки мебельных изделий лаком ТК-11

Операции и режим работы	Оборудование или рабочее место	Инструмент и приспособления
Столярная подготовка		
Зачистка и шлифование поверхности	Верстак	Рубанок, цикля, шкурка
Подготовка поверхности		
Грунтование	Пульверизационная кабина	Распылитель
Сушка в течение 2 часов при температуре 20°	—	—
Шлифование	Верстак	Шкурка 120—140
Заполнение пор	Пульверизационная кабина	Распылитель
Сушка в течение 2 часов при температуре 20°	—	—
Шлифование	Верстак	Шкурка 120—140
Образование лакового покрытия		
Подогрев лака до температуры 65—80°	Аппарат УГО-2	—
Нанесение горячего лака путем распыления с помощью горячего воздуха	Пульверизационная кабина	Распылитель
Сушка лакового покрытия в течение 60—80 минут при 20°	Можно применять конвекционную сушку	—
Шлифование лакового покрытия	Шлифовальный станок	Шкурка 120—180
Повторное нанесение лака путем распыления	Пульверизационная кабина	Распылитель
Сушка лакового покрытия в течение 180 минут (время высыхания может быть сокращено при применении сушильных установок)	Конвекционная сушка	—
Шлифование лакового покрытия	Шлифовальный станок или верстак	Шкурка 170—200
Разравнивание лаковой пленки жидкостью РМЕ	—	—

Большое содержание пленкообразующих веществ в лаке ТК-11 позволяет качественно производить отделку за два покрытия с промежуточной сушкой и последующим разравниванием лаковой пленки.

Технологический процесс отделки мебели лаком холодного нанесения ТК-3

Лак ТК-3, подобно другим нитролакам, наносится на отделяемую поверхность путем распыления. Он содержит наибольшее количество пленкообразующего вещества из всех лаков холодного нанесения, т. е. 27%.

Приводим в табл. 16 технологический процесс отделки мебельных изделий этим лаком.

Таблица 16

Технологический процесс отделки мебельных изделий лаком ТК-3

Операции и режим работы	Оборудование или рабочее место	Инструмент и приспособление
Столярная подготовка		
Зачистка и шлифование поверхности	Верстак	Рубанок, цикля, шкурка 100—120
Подготовка поверхности		
Грунтование	Пульверизационная кабина	Распылитель
Сушка в течение 2 часов при температуре 18—20°	—	—
Шлифование	Верстак	Шкурка 120—140
Заполнение пор	Пульверизационная кабина	Распылитель
Сушка в течение 2 часов при температуре 18—20°	—	—
Шлифование	Верстак	Шкурка 120—140
Образование лакового покрытия		
Первое покрытие лаком без разбавления растворителем	Пульверизационная кабина	Распылитель
Высыхание лакового покрытия в течение 30—40 минут при температуре 20°	—	—
Шлифование	Верстак или шлифовальный станок	Шкурка 170—200
Второе нанесение лака	Пульверизационная кабина	Распылитель
Сушка не менее 30 минут при температуре 18—20°	—	—
Шлифование	Верстак или шлифовальный станок	Шкурка 170—200
Облагораживание * лакового покрытия жидкостью РМЕ или распределительной жидкостью НЦ-313	Верстак или полировальный станок ПП-2	—

* Облагораживание следует производить не ранее чем через 2 часа после последнего покрытия.

Технологический процесс отделки мебели способом аэробрафии

Мебель можно отделывать способом аэробрафии, заключающимся в нанесении фона на отделяемую поверхность при помощи аэробрафа.

Приводим технологический процесс имитации древесины только с прямолинейным рисунком текстуры (табл. 17).

Таблица 17

Технологический процесс отделки мебели способом аэробрафии

Операции и режим работы	Оборудование и рабочее место	Инструмент и приспособление
Грунтование и шпаклевание с подкраской под цвет древесины	—	Порозаполнитель (отмыченный мел — 36%, натуральная олифа — 4%, казеиновый клей — 10%, вода — 50%).
Выдержка до полного просыхания	—	—
Шлифование поверхности	—	Шкурка 140
Нанесение фона (сплошное покрытие). Аэробраф держат на расстоянии 150—200 мм от отделяемой поверхности. Скорость движения аэробрафа до 20 м/мин. Фон наносят вдоль волокон	Аэробраф	Окрашивающий состав: нитроэмаль, разбавленная раствором 646, 648, или тонкотертые масляные краски, разбавленные олифой и скипидаром
Выдержка до полного просыхания	—	—
Шлифование	—	Шкурка 170—200
Нанесение текстуры. Расстояние аэробрафа от имитируемой поверхности определяется в зависимости от ширины наносимых полос. С увеличением ширины полос аэробраф удаляют от поверхности	Аэробраф	Нитроэмаль, разбавленная растворителем с добавлением краски
Выдержка до полного просыхания	—	—
Создание оттенков. Производят широким распылением с удалением аэробрафа от отделяемой поверхности на 150—200 мм. Скорость движения аэробрафа в среднем 10 м/мин	Аэробраф	Тот же состав, что и для нанесения текстуры
Выдержка до полного просыхания	—	—
Окончательная отделка нитролаком в два-три покрытия	Кабина	Распылитель

Примечание. При отделке высшего качества имитированная аэробрафом поверхность покрывается нитролаком 5—6 раз.

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

Расчет допускаемых отклонений для проушки и шипа рамы шкафа

Система допусков и посадок для расчета допускаемых отклонений регламентируется действующим ГОСТ 6449—53. Эта система по своему построению является системой отверстия. Соединение рамы шкафа концевое, выполняется на kleю и относится к напряженной посадке. Вязка производится по 2-му классу точности, как большинство сопряжений мебельных изделий.

Для расчета за основной принят размер отверстия. В данном случае основным размером будет ширина проушки 12 мм. Допустимые отклонения для отверстия в пределах 10—18 мм находим по таблице предельных отклонений¹ (2-й класс точности). Эти отклонения для проушки будут: нижнее 0, а верхнее +0,3 мм. Следовательно, размер гнезда по ширине будет в пределах от 12 до 12,3 мм.

По той же таблице находим верхнее и нижнее отклонения для присоединительного размера (толщина шипа). Эти отклонения будут: верхнее +0,3 мм, а нижнее 0. Следовательно, размер шипа по толщине должен быть в пределах от 12,3 до 12 мм.

Величина натяга и зазора при указанных размерах шипа и проушки будет в пределах от —0,3 до +0,3 мм, что обеспечивает прочность соединения.

Расчет допускаемых отклонений от габаритных размеров двери платяного шкафа

Согласно чертежу на платяной шкаф размер двери по длине равен 1460 мм и по ширине 600 мм. Исходя из общей характеристики посадок, сопряжение двери со шкафом относится к ходовой посадке. Как и для мебельных изделий, класс точности 2. Основным является размер проема двери. Габаритный размер двери относится к присоединительному.

Зная характер посадки и класс точности, можно определить предельные допустимые отклонения от габаритных размеров двери. Эти отклонения находим по таблице предельных отклонений ГОСТ 6449—53. Для размера длины верхнее отклонение будет равно +0,6, а нижнее —1,8; для размера ширины верхнее отклонение +0,45, а нижнее —1,3 мм.

В соответствии с найденными отклонениями размер двери по длине равен $1460^{+0,60}_{-1,80}$ мм и ширине $600^{+0,45}_{-1,30}$ мм.

¹ Р. А Ильинский, Допуски и посадки в деревообработке, М.—Л., Гослесбумиздат, 1960.

Расчет величины допускаемых отклонений для ящика буфета

Для расчета принимаем ширину ящика буфета равной 500 мм и определяем характер посадки и класс точности.

Сопряжение ящика буфета относится к легкоходовой посадке, класс точности 2-й. Предельные отклонения от номинального размера: верхний +0,7 мм, нижний —1,4 мм. Эти предельные отклонения находим по таблице действующего ГОСТ 6449 — 53. Таким образом, действительный размер ширины ящика платяного шкафа будет равен $500^{+0,7}_{-1,4}$ мм.

Расчет допускаемых отклонений от размера заднего полика шкафа

Ширина полика шкафа равна 1055 мм. Полик крепится в фальцы задних кромок боков шкафа. За основной принимаем охватывающий размер, которым в данном случае является ширина проема между фальцами боков шкафа, а за присоединительный — охватываемый размер, или ширину полика. В данном случае посадка будет скользящей по 2-му классу точности.

Исходя из класса точности и характера посадки (ГОСТ 6449 — 53) для ширины проема и ширины полика верхнее допускаемое отклонение будет +1 мм, а нижнее 0. Следовательно, ширина проема для полика должна быть в пределах от 1055 до 1056 мм. Верхнее допускаемое отклонение для ширины полика равно 0, а нижнее — 1 мм. Тогда размер ширины полика будет находиться в пределах от 1055 до 1054 мм. Наименьший зазор в этом случае будет равен 0, а наибольший 2 мм.

Установим допускаемые отклонения от номинальных размеров бруска с двумя одинарными шипами на концах.

Здесь две цепи размеров: одна — по толщине и другая — по длине детали.

В состав первой цепи входят

составляющие размеры: 22 мм — толщина детали,
7 мм — высота лицевого заплечика,
8 мм — толщина шипа;
замыкающий размер 7 мм — высота нелицевого заплечика.

В состав второй цепи входят

составляющие размеры: 460 мм — длина детали,
65 мм — длина первого шипа,
330 мм — расстояние между заплечиками;
замыкающий размер 65 мм — длина второго шипа.

Допуски составляющих размеров определяем, пользуясь таблицей рекомендуемых нормативов по выбору допусков и по-

садок на элементы соединений деталей мебели ГОСТ 6449 — 53. Допуски замыкающих размеров на шип находим расчетным путем. Определяем характер посадки:

dC — скользящая посадка для размера a ;

dH — напряженная посадка для размера b ;

dC — скользящая посадка для размера i по длине первого шипа;

dH — скользящая посадка для размера k по высоте лицевого заплечника.

Класс точности для всех элементов шипа второй. Зная характер посадки, находим допускаемые отклонения каждого размера шипа, пользуясь таблицей предельных отклонений ГОСТ 6449 — 53.

Верхнее и нижнее отклонения размеров a и i составляют 0 и 0,45 мм. Размер по длине первого шипа и размер по ширине обоих шипов равен 65 $-0,45$ мм. По той же таблице находим допускаемые отклонения для шипа толщиной 8 мм. Они равны +0,25 мм и 0. Размер толщины шипа равен 8 $+0,25$ мм. Допускаемые отклонения размера высоты лицевого заплечика равны 0 и -0,25 мм. Размер лицевого заплечика составляет 7 $-0,25$ мм.

Величину допуска на расстояние между заплечиками бруска находим в таблице «Рекомендуемые нормативы по выбору допусков и посадок». Размер 330 мм должен быть выполнен по скользящей посадке. Величина допускаемых отклонений согласно таблице ГОСТ 6449—53 равна 0 и -0,7 мм. Размер расстояния между заплечиками равен 330 $-0,7$ мм.

Находим допуски по толщине и длине бруска из таблицы «Предельные отклонения» ГОСТ 6449 — 53. Для толщины бруска допуск равен $\pm 0,15$ мм, а для длины $\pm 0,7$ мм. Размер по толщине бруска равен 22 $-0,15$ мм и по длине 460 $+0,7$ мм.

Теперь определяем предельные отклонения замыкающего звена размерной цепи. Обозначим замыкающий размер условно буквой S . Для расчета воспользуемся следующими уравнениями:

$$BO_s = \Sigma BO_p - \Sigma HO_n;$$
$$HO_s = \Sigma HO_p - \Sigma BO_n,$$

где:

BO_s и HO_s — соответственно верхнее и нижнее предельные отклонения замыкающего размера;

ΣBO_p и ΣHO_p — алгебраическая сумма верхних и нижних положительных составляющих размеров размерной цепи;

ΣHO_n и ΣBO_n — алгебраическая сумма верхних и нижних отрицательных составляющих размеров размерной цепи.

Вычислим предельные отклонения замыкающего размера цепи по толщине детали:

$$BO_s = 0,15 - [0 + (-0,25)] = 0,4 \text{ мм};$$

$$HO_s = -0,15 - (0,25 + 0) = -0,4 \text{ мм}.$$

Таким образом, предельные отклонения замыкающего размера по высоте нелицевого заплечика составляют $\pm 0,4 \text{ мм}$, что вполне допустимо; так как провес в собранной рамке будет незначительным.

Рассчитываем предельные отклонения замыкающего размера цепи по длине детали:

$$BO_s = 0,7 - [-0,7 + (-0,45)] = 1,85 \text{ мм};$$

$$HO_s = -0,7 - (0 + 0) = -0,7 \text{ мм}.$$

Таким образом, предельные отклонения замыкающего размера по длине второго шипа составляют $+1,85$ и $-0,7 \text{ мм}$, что допустимо, так как рамка в собранном виде подвергается повторной обработке по периметру.

ОБОРУДОВАНИЕ ОСНОВНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Расчет числа оборотов ведомого шкива в ременной передаче между параллельными валами. Определение передаточного числа

Расчет числа оборотов ведомого шкива в ременной передаче между параллельными валами ведем по формуле

$$n_2 = \frac{0,97 n_1 d_1}{d_2},$$

где:

0,97 — коэффициент, учитывающий потерю числа оборотов в связи со скольжением;

n_1 — число оборотов ведущего шкива (*1000 об/мин*);

d_1 — диаметр ведущего шкива (*400 мм*);

d_2 — диаметр ведомого шкива (*250 мм*).

Таким образом, число оборотов ведомого шкива составляет

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 400 \cdot 0,97}{250} = 1560 \text{ об/мин.}$$

Передаточное число ременной передачи равно

$$i = \frac{d_1}{d_2} = \frac{400}{250} = 1,6.$$

Передаточное число больше единицы, т. е. $i > 1$. Значит, в данной передаче увеличивается число оборотов.

Расчет числа оборотов второго ведомого шкива при передаче двумя парами шкивов между параллельными валами или при помощи контрпривода

Расчет числа оборотов второго ведомого шкива при передаче двумя парами шкивов ведем по формуле

$$n_4 = n_1 I,$$

где:

n_1 — число оборотов первого ведущего шкива, *об/мин*;

I — общее передаточное число передачи.

Общее передаточное число передачи определяется по формуле

$$I = i_1 i_2,$$

где:

- i_1 — частное передаточное число первой передачи;
 i_2 — частное передаточное число второй передачи.

$$I = i_1 i_2 = \frac{d_1 d_3}{d_2 d_4},$$

где:

- d_1 — диаметр первого ведущего шкива (350 мм);
 d_3 — диаметр второго ведущего шкива (300 мм);
 d_2 — диаметр первого ведомого шкива (450 мм);
 d_4 — диаметр второго ведомого шкива (400 мм).

В нашем примере общее передаточное число составляет

$$I = \frac{350 \cdot 300}{450 \cdot 400} = 0,584.$$

При $n=1500$ об/мин и с учетом коэффициента $0,94=0,97 \cdot 0,97$ (в связи с потерей числа оборотов по причине скольжения).

$$n_4 = 0,94 n_1 I = 0,94 \cdot 1500 \cdot 0,584 = 820 \text{ об/мин.}$$

Расчет необходимого диаметра ведущего шкива передачи одной парой шкивов для получения заданного числа оборотов ведомого шкива

Исходными данными для расчета являются:

- n_1 — число оборотов ведущего шкива (1400 об/мин);
 n_2 — необходимое число оборотов ведомого шкива (800 об/мин);
 d_1 — диаметр ведущего шкива (250 мм).

Расчет ведем по пропорции, считая неизвестным диаметр ведомого шкива передачи d_2 :

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1}, \quad d_2 = \frac{d_1 n_1}{n_2}.$$

Диаметр ведомого шкива передачи составит

$$d_2 = \frac{250 \cdot 1400}{800} = 437 \text{ мм.}$$

С учетом коэффициента 0,97, учитывающего скольжение, получим:

$$d_2 = 437 \cdot 0,97 = 425 \text{ мм.}$$

Расчет передаточных чисел ступеней трехступенчатого шкива

Для расчета передаточных чисел ступеней приведем данные диаметров трехступенчатого шкива:

	$d_1, \text{мм}$	$d_2, \text{мм}$
Первая ступень	400	250
Вторая „	300	350
Третья „	200	450

Проверяем возможность применения шкивов с такими диаметрами ступеней:

$$400 + 250 = 300 + 350 = 200 + 450 = 650 \text{ мм.}$$

Передаточные числа составят для:

$$\text{первой ступени } \left(\frac{400}{250} \right) = 1,6;$$

$$\text{второй } „ \quad \left(\frac{300}{350} \right) = 0,86;$$

$$\text{третьей } „ \quad \left(\frac{200}{450} \right) = 0,445.$$

Расчет горизонтальной плоскоременной передачи

Для расчета горизонтальной плоскоременной передачи служат следующие данные:

L — расстояние между шкивами (1,6 м);

N — передаваемая мощность (6 л. с.);

n_1 — число оборотов ведущего шкива (1000 об/мин);

i — передаточное число (3).

Определяем диаметр ведущего шкива

$$d_1 = 1200 \sqrt[3]{\frac{N}{n_1}} = 1200 \sqrt[3]{\frac{6}{1000}} = 295 \text{ мм.}$$

Согласно ОСТ 1655 $d_1 = 320$ мм. Далее определяем диаметр ведомого шкива

$$d_2 = 0,98 d_1 i = 0,98 \cdot 320 \cdot 3 = 940 \text{ мм.}$$

По ОСТ 1655 принимаем $d_2 = 900$ мм.

Рассчитываем действительное число оборотов ведомого вала

$$n_2 = \frac{0,98 d_1 n_1}{d_2} = \frac{0,98 \cdot 320 \cdot 1000}{900} = 346 \text{ об/мин.}$$

Вычисляем меньший угол обхвата α передачи по формуле

$$\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{d_2 - d_1}{2L}.$$

Угол обхвата составляет:

$$\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{0,900 - 0,320}{2 \cdot 1,6} = 0,181; \quad \frac{\alpha}{2} = 79^\circ 30'; \quad \alpha = 159^\circ.$$

Принимаем хлопчатобумажный тканый ремень толщиной $S=4,5$ мм. Тогда

$$d_{\min} = 25S = 25 \cdot 4,5 = 112,5 \text{ мм.}$$

Значит, величина $d_1=320$ мм допустима.

Определяем скорость ремня по формуле

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = 3,14 \cdot \frac{0,320 \cdot 1000}{60} = 16,8 \text{ м/сек.}$$

Находим величины C_1 и C_2 :

$$C_1 = 1 - 0,003(180 - \alpha) = 1 - 0,003(180 - 159) = 0,937;$$

$$C_2 = 1,04 - 0,0004 v^2 = 1,04 - 0,0004 \cdot 16,8^2 = 0,928.$$

При незначительных колебаниях рабочей нагрузки можно принять $C_3=0,8$.

Далее определяем окружное усилие P :

$$P = \frac{75N}{v} = \frac{75 \cdot 6}{16,8} = 26,7 \text{ кг.}$$

Полезное напряжение

$$K = 21 - 250 \frac{S}{d_1} = 21 - 250 \frac{4,5}{320} = 17,5 \text{ кг/см.}$$

Отсюда рассчитываем ширину ремня

$$b = \frac{P}{KC_1C_2C_3S} = \frac{26,7}{17,5 \cdot 0,937 \cdot 0,928 \cdot 0,8 \cdot 0,45} = 4,85 \text{ см.}$$

Выбираем ремень шириной 50 мм и, соответственно, обод шкива шириной 60 мм.

Расчет числа оборотов рабочего вала при передаче одной парой цилиндрических зубчатых колес

Расчет числа оборотов рабочего вала ведем по формуле

$$n_2 = \frac{n_1 Z_1}{Z_2},$$

где:

- n_1 — число оборотов ведущего вала, на котором находится ведущее зубчатое колесо (*1450 об/мин*);
- Z_1 — число зубьев ведущего зубчатого колеса;
- Z_2 — число зубьев ведомого зубчатого колеса.

При $Z_1=12$ и $Z_2=36$ число оборотов рабочего вала составляет

$$n_2 = \frac{1450 \cdot 12}{36} = 483 \text{ об/мин.}$$

Расчет числа оборотов второго ведомого зубчатого колеса при передаче двумя парами зубчатых колес между параллельными валами

Расчет числа оборотов второго ведомого зубчатого колеса ведем по формуле

$$n_4 = n_1 I,$$

где:

n_1 — число оборотов первого ведущего зубчатого колеса (*600 об/мин*);

I — общее передаточное число передачи.

Общее передаточное число зубчатой передачи при помощи двух пар зубчатых колес рассчитывается по формуле

$$I = i_1 i_2,$$

где:

i_1 — частное передаточное число первой пары зубчатых колес;

i_2 — частное передаточное число второй пары зубчатых колес.

Общее передаточное число зубчатой передачи равно

$$I = \frac{Z_1 Z_3}{Z_2 Z_4},$$

где:

Z_1 — число зубьев ведущего зубчатого колеса первой пары зубчатых колес;

- Z_2 — число зубьев ведомого зубчатого колеса первой пары зубчатых колес;
 Z_3 — число зубьев ведущего зубчатого колеса второй пары зубчатых колес;
 Z_4 — число зубьев ведомого зубчатого колеса второй пары зубчатых колес.

При $Z_1=12$, $Z_2=36$, $Z_3=18$ и $Z_4=54$ общее передаточное число зубчатой передачи двумя парами зубчатых колес составляет

$$I = \frac{12 \cdot 18}{36 \cdot 54} = 0,111.$$

Число оборотов ведомого зубчатого колеса второй пары зубчатых колес равно

$$n_4 = 600 \cdot 0,11 = 67 \text{ об/мин.}$$

Расчет основных геометрических элементов зубчатого зацепления

Рассчитываем геометрические элементы зубчатого зацепления, исходя из следующих данных:

- M — модуль зубчатого зацепления (8 мм);
 Z_1 — число зубьев ведущего зубчатого колеса (16);
 Z_2 — число зубьев ведомого зубчатого колеса (40).

Вычисляем шаг зубчатого зацепления

$$t = M\pi = 8 \cdot 3,14 = 25,12 \text{ мм.}$$

Толщина зуба (или ширина впадины) равна

$$S = 0,5t = 0,5 \cdot 25,12 = 12,56 \text{ мм.}$$

Высота головки зуба составляет

$$h' = M = 8 \text{ мм.}$$

Высота ножки зуба равна

$$h'' = 1,25M = 1,25 \cdot 8 = 10 \text{ мм.}$$

Определяем высоту зуба

$$h = h' + h'' = 8 + 10 = 18 \text{ мм.}$$

Диаметр начальной окружности ведущего зубчатого колеса

$$d_{n-1} = MZ_1 = 8 \cdot 16 = 128 \text{ мм.}$$

Диаметр начальной окружности ведомого зубчатого колеса

$$d_n = MZ_2 = 8 \cdot 40 = 320 \text{ мм.}$$

Диаметр окружности выступов ведущего зубчатого колеса

$$d_{\text{выст-1}} = M(Z_1 + 2) = 8(16 + 2) = 144 \text{ мм.}$$

Диаметр окружности выступов ведомого зубчатого колеса

$$d_{\text{выст-2}} = M(Z_2 + 2) = 8(40 + 2) = 336 \text{ мм.}$$

Диаметр окружности впадин ведущего зубчатого колеса

$$d_{\text{вп-1}} = M(Z_1 - 2,5) = 8(16 - 2,5) = 108 \text{ мм.}$$

Диаметр окружности впадин ведомого зубчатого колеса

$$d_{\text{вп-2}} = M(Z_2 - 2,5) = 8(40 - 2,5) = 300 \text{ мм.}$$

Ширина зубчатого колеса

$$B = 8M = 8 \cdot 8 = 64 \text{ мм.}$$

Расстояние между центрами валов, на которых находятся зубчатые колеса,

$$A = \frac{d_{\text{н-1}} + d_{\text{н-2}}}{2} = \frac{128 + 320}{2} = 224 \text{ мм.}$$

Расчет модуля зубчатого зацепления

Допустим, что по данным замера расстояние между центрами двух зубчатых колес, находящихся в зацеплении, $A = 450$ мм. Подсчет числа зубьев показал, что ведущее зубчатое колесо имеет $Z_1 = 18$ зубьев, а ведомое зубчатое колесо $Z_2 = 82$ зуба.

Подставляя значения $d_{\text{н-1}} = MZ_1$ и $d_{\text{н-2}} = MZ_2$ в формулу

$$A = \frac{d_{\text{н-1}} + d_{\text{н-2}}}{2},$$

получим.

$$A = \frac{MZ_1 + MZ_2}{2} = \frac{M(Z_1 + Z_2)}{2}, \quad M = \frac{2A}{Z_1 + Z_2}.$$

Таким образом, модуль зубчатого зацепления будет равен

$$M = \frac{2 \cdot 450}{18 + 82} = 9 \text{ мм.}$$

Расчет модуля зубчатого колеса

Для расчета модуля зубчатого колеса необходимо знать диаметр окружности выступов $d_{\text{выст}}$ и число зубьев Z .

Допустим, что в результате замера $d_{\text{выст}} = 126$ мм и $Z = 40$.

Величину модуля зуба определяем из следующего равенства:

$$d_{\text{выст}} = M(Z+2), \quad M = \frac{d_{\text{выст}}}{Z+2}.$$

Таким образом, модуль зуба будет равен

$$M = \frac{126}{40+2} = 3 \text{ м.м.}$$

Расчет зубчатой передачи

Рассчитываем зубья колеса на изгиб, исходя из следующих данных:

N — мощность на валу (8 л. с.);

n — число оборотов вала, на котором находится зубчатое колесо (320 об/мин);

i — передаточное число (2,5);

φ — коэффициент длины зуба (15);

K — коэффициент нагрузки (по условиям монтажа и работы $K=2$).

Зубчатое колесо изготавливается из чугуна с допускаемым напряжением $\sigma_u = 500 \text{ кг}/\text{см}^2$.

Определяем крутящий момент на валу зубчатого колеса.

$$M_{kp} = 71620 \cdot \frac{8}{320} = 1800 \text{ кг}\cdot\text{см}.$$

Далее находим коэффициент формы зуба:

$$y = 0,154 \frac{0,912}{Z_1};$$

$$y = 0,154 \frac{0,912}{18} = 0,098.$$

Принимая число зубьев колеса $Z_1 = 18$, рассчитываем модуль зубчатого колеса

$$M = \sqrt[3]{\frac{0,64 M_{kp} K}{Z_1 \varphi Y_{\sigma_u}}} = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot 1800 \cdot 2}{18 \cdot 15 \cdot 500 \cdot 0,098}} = 0,43 \text{ см.}$$

Принимаем $M = 4,5 \text{ мм.}$

Зная модуль зуба, можем определить все необходимые геометрические элементы зубчатого колеса.

Расчет цепной передачи

Рассчитываем цепную передачу с горизонтальным расположением цепи при следующих условиях:

N — передаваемая мощность (10 л. с.);

n_1 — число оборотов ведущего вала (400 об/мин);

i — передаточное число цепной передачи (2);

l — расстояние между центрами (1,25 м).

Цепная передача тихоходная, поэтому выбираем втулочно-роликовую цепь. В процессе нагрузки имеются слабые толчки.

Исходя из условий проектирования втулочно-роликовых цепей, число зубьев на ведущей звездочке должно быть более 15, а на ведомой — менее 105.

Принимаем число зубьев на ведущей звездочке $Z_1 = 24$. Тогда число зубьев на ведомой звездочке составит

$$Z_2 = Z_1 \cdot 2 = 24 \cdot 2 = 48.$$

Определяем шаг цепи

$$t = \frac{4800}{\sqrt[3]{Z_1 n_1^2}} = \frac{4800}{\sqrt[3]{24 \cdot 400^2}} = 30,5 \text{ мм.}$$

Принимаем $t = 31,75 \text{ мм}$ (по таблице данных о цепях).

Цепь с $t = 31,75 \text{ мм}$ имеет разрушающую нагрузку 4300 кг.

Далее рассчитываем коэффициент эксплуатации цепи, исходя из условий ее работы:

$$K_s = K_1 K_2 K_3,$$

где:

$K_1 = 1,2$ (в связи со слабыми толчками);

$K_2 = 1,3$ (при периодической смазке);

$K_3 = 1$ (в связи с горизонтальностью передачи).

$$K_s = 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 = 1,56.$$

Определяем скорость цепи

$$v = \frac{Z_1 t n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{24 \cdot 31,75 \cdot 400}{60 \cdot 1000} = 5 \text{ м/сек.}$$

Теперь находим величину окружного усилия

$$P = \frac{75 N}{v} = \frac{75 \cdot 10}{5} = 150 \text{ кг.}$$

По таблицам значений скоростных коэффициентов в зависимости от скорости цепи принимаем коэффициент скорости $K_v = 1,02$.

Запас прочности рассчитывается по формуле

$$n = \frac{Q_0}{PK_3K_v},$$

где:

Q_0 — разрушающая нагрузка, кг;

P — окружное усилие, кг;

K_3 — коэффициент эксплуатации;

K_v — коэффициент скорости.

Число звеньев цепи определяем по формуле

$$N_t = 2E_t + \frac{Z_2 + Z_1}{2} + \frac{(Z_2 + Z_1)^2}{40E_t},$$

где E_t — отношение расстояния между центрами l к шагу t :

$$E_t = \frac{l}{t} = \frac{1250}{31,75} = 39,5.$$

При $E_t = 39,5$ число звеньев цепи равно

$$N_t = 2 \cdot 39,5 + \frac{48 + 24}{2} + \frac{(48 - 24)^2}{40 \cdot 39,5} = 115.$$

Расчет передаточного числа червячной передачи

Передаточное число червячной передачи определяется отношением числа ходов червяка к числу зубьев зубчатого колеса:

$$i_{\text{черв}} = \frac{m}{Z},$$

где:

m — число ходов червяка (2);

Z — число зубьев колеса (40).

Таким образом, передаточное число равно

$$i_{\text{черв}} = \frac{2}{40} = 0,05.$$

Расчет числа оборотов зубчатого колеса червячной передачи

Число оборотов зубчатого колеса определяется по следующей формуле:

$$n_{\text{кол}} = \frac{n_{\text{черт}} m}{Z},$$

где:

$n_{\text{черт}}$ — число оборотов червяка (200 об/мин);

m — количество ходов червяка (2);

Z — число зубьев колеса (50).

Таким образом, число оборотов зубчатого колеса составит

$$n_{\text{кол}} = \frac{200 \cdot 2}{50} = 80.$$

Расчет червячной передачи

Рассчитываем модуль червячной передачи, исходя из следующих данных:

- N — мощность на валу червяка (10 л. с.);
- n — число оборотов вала червяка (800 об/мин);
- i — передаточное число червячной пары (12).

В связи с большим числом оборотов червяка (больше 500) детали данной передачи изготавливаются из бронзы с допускаемым напряжением на изгиб $\sigma_u = 650 \text{ кг}/\text{см}^2$.

При $i=12$, принимая число заходов червяка $Z_1=3$, количество зубьев червячного колеса составит

$$Z_2 = Z_1 i = 3 \cdot 12 = 36.$$

Определяем угол подъема резьбы по формуле.

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{Z_1}{q} = \frac{3}{9},$$

где q — коэффициент, характеризующий отношение диаметра делительной окружности червяка к модулю зацепления (9).

Принимаем коэффициент полезного действия червячной передачи $\eta=0,9$ и рассчитываем крутящий момент на валу червячного колеса

$$M_{\text{kp}} = 71620 \frac{N_1 i \eta}{n} = 71620 \frac{10 \cdot 12 \cdot 0,9}{800} = 8050 \text{ кг}\cdot\text{см}.$$

Определяем коэффициент формы зуба

$$y = 0,154 - \frac{0,912}{Z_2} = 0,154 - \frac{0,912}{36} = 0,132.$$

Принимая коэффициент длины зуба $\psi=8$ и коэффициент нагрузки $K=1,3$, находим модуль червячной передачи по расчетной формуле на изгиб:

$$M = \sqrt[3]{\frac{0,64 M_{\text{kp}} K}{\psi Z_2 y \sigma_u}} = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot 8050 \cdot 1,3}{8 \cdot 36 \cdot 0,132 \cdot 650}} = 0,7 \text{ см} = 7 \text{ мм}.$$

ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Расчет производительности лебедки на бирже сырья

Производительность лебедки рассчитывается по формуле

$$A = \frac{KgT}{\gamma t},$$

где:

K — коэффициент использования лебедки (0,85);

g — вес одной пачки бревен (4 т);

T — продолжительность рабочей смены при 7-часовом рабочем дне (420 мин.);

γ — объемный вес древесины (0,65 т/м³);

t — продолжительность формирования и выгрузки одной пачки бревен (5 мин.).

Таким образом, производительность лебедки в смену составляет

$$A = \frac{0,85 \cdot 4 \cdot 420}{0,65 \cdot 5} = 444 \text{ м}^3.$$

Расчет производительности продольного элеватора

Определяем производительность продольного элеватора, имеющего диаметр цепи 22 мм и наибольшее рабочее усилие 3 т. Среднюю скорость движения цепи v принимаем равной 0,75 м/сек. Объем бревна q при среднем диаметре 24 см и длине $l=6,5$ м составит 0,36 м³.

Коэффициент заполнения цепи K_1 принимаем равным 0,82 по графику зависимости коэффициента заполнения цепи продольного элеватора от диаметра бревна (в данном случае от диаметра 24 см). Коэффициент использования рабочего времени продольного элеватора K_2 берем для расчета равным 0,9, учитывая хорошую организацию работы.

Расчет производительности продольного элеватора ведем по формуле

$$A = \frac{60 T v q K_1 K_2}{l}.$$

Учитывая вышеприведенные данные, определяем производительность продольного элеватора в смену

$$A = \frac{60 \cdot 420 \cdot 0,75 \cdot 0,36 \cdot 0,82 \cdot 0,9}{6,5} = 780 \text{ м}^3.$$

Расчет производительности поперечного элеватора

Определяем производительность поперечного элеватора, применяемого для выгрузки бревен из воды и подачи их в штабеля.

По технической характеристике средняя скорость цепи $v = 0,55 \text{ м/сек}$, шаг цепи 380 мм , расстояние между крюками $a = 3,04 \text{ м}$, объем бревна $q = 0,36 \text{ м}^3$.

Принимаем коэффициент загрузки цепей $K_1 = 0,85$ и коэффициент использования рабочего времени поперечного элеватора $K_2 = 0,9$.

Производительность поперечного элеватора определяется по формуле

$$A = \frac{60 v T K_1 K_2 q}{a}.$$

Подставляя в формулу вышеуказанные значения величин, получим

$$A = \frac{60 \cdot 0,55 \cdot 420 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,36}{3,04} = 1250 \text{ м}^3.$$

Расчет производительности универсального консольно-козлового крана для выгрузки круглого леса из железнодорожного подвижного состава и количества необходимых кранов

Определяем производительность универсального консольно-козлового крана для выгрузки круглого леса из железнодорожного подвижного состава.

Универсальный консольно-козловой кран ККУ-7/5 согласно техническим условиям имеет грузоподъемность 7,5 т. Для расчета принимаем $Q = 6 \text{ т}$.

Производительность универсального консольно-козлового крана определяется по формуле

$$A = \frac{T Q K}{t \gamma},$$

где:

T — число минут в часе (60 мин.);

K — коэффициент использования крана (0,82);

t — время полного цикла работы крана (5 мин.);

γ — объемный вес древесины ($0,75 \text{ т/м}^3$).

Таким образом, производительность универсального консольно-козлового крана в час составляет

$$A = \frac{60 \cdot 6 \cdot 0,82}{5 \cdot 0,75} = 79 \text{ м}^3.$$

Принимаем, что в течение рабочей смены прибывает на предприятие 400 м³ круглого леса. Учитывая, что сроки разгрузки подвижного состава составляют до 1,5 час., то один универсальный консольно-козловой кран можно максимально использовать в течение рабочей смены на выгрузке 118,5 м³ круглого леса (79·1,5).

Количество необходимых универсальных консольно-козловых кранов составляет

$$\frac{400}{118,5} = 3,38 \approx 4.$$

Расчет производительности роликового транспортера

Рассчитываем производительность роликового транспортера по формуле

$$A = \frac{3600 Kvq}{l},$$

где:

- K — коэффициент заполнения роликового транспортера, характеризующий разрывы между торцами досок (0,8);
- v — скорость роликового транспортера (при длине ролика транспортера 800—1000 мм и его диаметре 150—200 мм $v=1$ м/сек);
- l — длина доски (6,5 м);
- q — объем доски (при ширине 240 мм и толщине ее 60 мм $q=0,0936$ м³).

Таким образом, производительность роликового транспортера в час равна

$$A = \frac{3600 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,0936}{6,5} = 41,5 \text{ м}^3.$$

Расчет производительности ленточного транспортера

Производительность ленточного транспортера рассчитываем по формуле

$$A = \frac{3600 Kvq}{l}.$$

Скорость ленты транспортера может колебаться от 0,5 до 2 м/сек, в зависимости от необходимой производительности транспортера. Для данного расчета принимаем скорость $v=1,25$ м/сек.

Коэффициент заполнения ленты транспортера по длине находится в пределах от 0,5 до 0,8. Для данного расчета принимаем $K=0,7$.

Для определения объема одной доски принимаем ее длину 6,5 м, ширину 240 мм и толщину 60 мм. Объем одной доски $q=0,0936 \text{ м}^3$.

Таким образом, производительность ленточного транспортера в час составляет

$$A = \frac{3600 \cdot 0,7 \cdot 1,25 \cdot 0,0936}{6,5} = 45,5 \text{ м}^3.$$

Расчет необходимой скорости ленточного транспортера

Рассчитываем необходимую скорость ленточного транспортера с тем, чтобы обеспечить его производительность $A=70 \text{ м}^3$ пиломатериалов в час. Из формулы

$$A = \frac{3600 Kvq}{l}$$

определяем скорость ленты

$$v = \frac{Al}{3600 Kq}.$$

Пользуясь данными предыдущего расчета производительности ленточного транспортера, получим необходимую скорость ленточного транспортера:

$$v = \frac{70 \cdot 6,5}{3600 \cdot 0,7 \cdot 0,0936} = 1,93 \text{ м/сек.}$$

Расчет производительности поперечного цепного транспортера для досок

Расчет производительности поперечного цепного транспортера ведем по формуле

$$A = \frac{3600 v K q}{b},$$

где:

v — скорость цепного транспортера (0,4 м/сек.);

K — коэффициент заполнения цепей (0,4);

q — объем одной доски (0,08 м³);

b — средняя ширина доски (160 мм = 0,16 м).

Таким образом, производительность поперечного цепного транспортера в час составляет

$$A = \frac{3600 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 0,08}{0,16} = 288 \text{ м}^3.$$

Расчет производительности скребкового транспортера для уборки отходов

Производительность скребкового транспортера для уборки отходов (опилок) определяется по формуле

$$A = \frac{3600 b h s v}{l},$$

где:

- b — длина скребка (для большого скребка принимаем $b=0,4\text{ м}$);
- h — высота скребка ($0,09\text{ м}$);
- s — длина заполнения опилками промежутков между скребками ($0,4\text{ м}$);
- v — скорость скребкового транспортера ($0,5\text{ м/сек}$);
- l — расстояние между скребками ($1,08\text{ м}$).

Производительность скребкового транспортера в час равна

$$A = \frac{3600 \cdot 0,4 \cdot 0,09 \cdot 0,4 \cdot 0,5}{1,08} = 24,2 \text{ м}^3.$$

Расчет производительности автолесовоза для перевозки пиломатериалов

Производительность автолесовоза *(в м^3 перевозимых пиломатериалов в смену) рассчитывается по формуле

$$A = \frac{K T G}{\frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2} + t},$$

где:

- K — коэффициент использования рабочего времени автолесовоза (принимаем 0,85);
- T — число минут в рабочей смене (420 мин.);
- G — объем пакета досок (5 м^3);
- L — среднее расстояние перевозки (500 м);
- v_1 — скорость автолесовоза с грузом (166 м/мин);
- v_2 — скорость автолесовоза без груза (250 м/мин);
- t — время, затрачиваемое на захват и опускание пакета (1,5 мин.).

Производительность автолесовоза в смену составляет

$$A = \frac{0,85 \cdot 420 \cdot 5}{\frac{500}{166} + \frac{500}{250} + 1,5} = 275 \text{ м}^3.$$

Расчет необходимого количества автолесовозов ведем по формуле

$$n = \frac{QK}{A\eta},$$

где:

Q — сменное количество перевозимых пиломатериалов (600 м^3);

K — коэффициент неравномерности грузопотоков (1,5);

η — коэффициент использования автолесовозного парка (0,7).

Необходимое количество автолесовозов составляет

$$n = \frac{600 \cdot 1,5}{275 \cdot 0,7} = 4,7 \approx 5.$$

Расчет производительности штабелера

Рассчитываем производительность штабелера (учитывая, что штабелер применяется для поштучного подъема досок на штабели) по формуле

$$A = \frac{3600 v q K_1 K_2}{l},$$

где:

v — скорость движения цепи штабелера, м/сек ;

q — объем доски, м^3 ;

K_1 — коэффициент использования рабочего времени штабелера (0,8);

K_2 — коэффициент использования машинного времени штабелера (0,95);

l — расстояние между захватами, м .

По технической характеристике штабелера $v=0,4 \text{ м/сек}$ и $l=1,5 \text{ м}$.

При среднем объеме одной доски $q=0,06 \text{ м}^3$, производительность штабелера в час равна

$$A = \frac{3600 \cdot 0,4 \cdot 0,06 \cdot 0,8 \cdot 0,95}{1,5} = 43,7 \text{ м}^3.$$

ЛЕСОПИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Расчет средней скорости движения пил в лесопильной раме

Учитывая, что кривошипно-шатунный механизм равномерное движение превращает в неравномерное, мы можем определить только среднюю скорость движения пил в пильной рамке или среднюю скорость резания лесопильной рамке.

Расчет средней скорости резания ведем по формуле

$$v_{cp} = \frac{2Hn}{60},$$

где:

H — высота хода пильной рамки в лесопильной раме (для РД-75-6 $H=600$ мм);

n — число оборотов коренного вала (320 об/мин).

$$v_{cp} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 320}{60} = 6,4 \text{ м/сек.}$$

Расчет скорости движения пальца кривошипа лесопильной рамы

Палец кривошипа совершает вращательное движение. При $H=600$ мм радиус кривошипа составит 300 мм, исходя из того, что высота хода пильной рамки равна двум радиусам кривошипа. Число оборотов главного вала лесопильной рамы РД-75-6 $n=320$ об/мин.

Расчет скорости движения пальца кривошипа ведем по формуле

$$v = \frac{2R\pi n}{60},$$

где R — радиус кривошипа коленчатого вала.

Скорость движения пальца кривошипа составляет

$$v = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 3,14 \cdot 320}{60} = 10 \text{ м/сек.}$$

Расчет выбора величины просвета пильной рамки лесопильной рамы

Расчет выбора величины просвета пильной рамки производим по формуле

$$s = d + al + 2c,$$

где:

s — ширина просвета пильной рамки, см;

d — диаметр в вершине наиболее толстого бревна, распиливаемого в лесопильной раме, см;

a — средняя величина сбега на 1 м длины бревна, см;

l — длина бревна, м;

c — запас расстояния между стойками пильной рамки и комплевой частью бревна.

Принимаем $d=50$ см, $l=8,5$ м и $c=5$ см (с каждой стороны). Для $l=8,5$ м величина сбега $a=1,5$ см на 1 м длины бревна.

Требуемая величина просвета пильной рамки, исходя из данных для расчета, составляет

$$s = 50 + 1,5 \cdot 8,5 + 2 \cdot 5 = 72,5 \text{ см.}$$

Пользуясь таблицей технических характеристик лесопильных рам, производимых в СССР, выбираем величину просвета $s = 750 \text{ мм} = 75 \text{ см}$.

Проверочный расчет посылки по мощности привода лесопильной рамы

Исходя из мощности привода лесопильной рамы, сделаем проверочный расчет максимальной величины посылки для данной мощности привода лесопильной рамы по формуле

$$\Delta = \frac{612\,000 \cdot N \cdot \eta}{K \cdot \Sigma h \cdot b \cdot \beta \cdot n},$$

где:

N — мощность привода лесопильной рамы (исходя из технической характеристики лесопильной рамы РД-75-6 $N = 90 \text{ квт}$);

η — коэффициент полезного действия механизма лесопильной рамы (при наличии роликовых подшипников $\eta = 0,75$);

K — коэффициент удельного сопротивления пилению (для бревна диаметром 24 см $K = 4,25$);

Σh — суммарная высота пропила в середине длины бревна, определяемая по формуле

$$\Sigma h = \alpha d_{cp} z,$$

где:

α — коэффициент, характеризующий среднюю высоту пропила (при распиловке вразвал $\alpha = 0,7 - 0,8$);

d_{cp} — средний диаметр бревна (при его длине 8,5 м и среднем сбеге 1,5 см на 1 м длины $d_{cp} = 30,375 \text{ см}$);

z — число пил в поставе (8).

Отсюда:

$$\Sigma h = 0,75 \cdot 30,375 \cdot 8 = 182 \text{ см.}$$

b — ширина одного пропила (при работе рамными пилами толщиной 2,1 мм $b = 2,1 + 0,7 \cdot 2 = 3,5 \text{ мм}$);

β — поправочный коэффициент на затупление пил (при продолжительности работы пилами в течение половины рабочей смены при 7-часовом рабочем дне $\beta = 1,295$);

n — число оборотов коренного вала лесопильной рамы (по технической характеристике рамы РД-75-6 $n = 320 \text{ об/мин}$).

$$\Delta = \frac{612\,000 \cdot 90 \cdot 0,75}{4,25 \cdot 182 \cdot 3,5 \cdot 1,295 \cdot 320} = 37 \text{ мм.}$$

Расчет числа оборотов подающих вальцов лесопильной рамы

Допустим, что в лесопильной раме при данном диаметре распиливаемого круглого леса величина посылки (подача за один оборот коренного вала) $\Delta=37 \text{ мм}$. Зная диаметр подающих вальцов (280 мм) и число оборотов коренного вала в минуту (320 об/мин), определяем число оборотов подающих вальцов при данной посылке.

Прежде всего рассчитываем скорость подачи:

$$v_{\text{под}} = \frac{\Delta n}{1000} = \frac{37 \cdot 320}{1000} = 11,8 \text{ м/мин.}$$

Далее определяем число оборотов подающих вальцов из следующей зависимости между скоростью подачи, диаметром подающих вальцов и числом их оборотов в минуту:

$$v = \pi d n, \quad n = \frac{v}{\pi d} = \frac{11,8}{3,14 \cdot 0,28} = 13,3 \text{ об/мин.}$$

Расчет процента скольжения на подающем вальце лесопильной рамы

При величине посылки $\Delta=30 \text{ мм}$ путем замера было установлено, что бревно длиной $6,5 \text{ м}$ было пропущено через лесопильную раму в течение 37 сек . Исходя из этих данных, определяем процент скольжения на подающем вальце лесопильной рамы.

При $\Delta=30 \text{ мм}$ и $v=9,6 \text{ м/мин}$ бревно длиной $6,5 \text{ м}$ пройдет через лесопильную раму за $40,6 \text{ сек.}$ ($\frac{6,5 \cdot 60}{9,6}$).

Отношение фактического времени прохождения бревна через лесопильную раму к расчетному, в течение которого бревно должно пройти через лесопильную раму, составляет $0,91$ ($\frac{37}{40,6}$) или 91% . Таким образом, процент скольжения составит 9% ($100 - 91$).

Расчет производительности лесопильной рамы

Расчет производительности лесопильной рамы при распиловке бревен диаметром $23-24 \text{ см}$ вразвал на лесопильной раме РД-75-6 ведем по формуле

$$A = \frac{60 \Delta n q K}{1000 l},$$

где K — коэффициент использования лесопильной рамы.

Величина посылки по таблице, предложенной ЦНИИМОД, для диаметра бревна 23—24 см при распиловке вразвал с 7 пилами в поставе с высотой хода 500 мм составляет 22 мм. Но так как на передовых предприятиях величины посылок превзойдены (на 10—15%), в нашем примере $\Delta=25,3$ мм (22 · 1,15) при ходе пильной рамки 500 мм. Величина хода лесопильной рамы РД-75-6 составляет 600 м. Внося поправку на величину хода, получаем $\Delta=30$ мм $(25,3 \frac{600}{500})$.

Для расчета принимаем: $n=320$ об/мин, $l=6,5$ м, $q=0,36$ м³ и $K=0,9$ (для механизированных цехов).

Производительность лесопильной рамы в смену равна

$$A = \frac{60 \cdot 30 \cdot 320 \cdot 0,36 \cdot 0,9}{1000 \cdot 6,5} \approx 28 \text{ м}^3.$$

Расчет основных размеров рамной пилы

Необходимая толщина рамной пилы зависит от диаметра распиливаемого бревна и определяется по следующей формуле:

$$s = (0,1 - 0,12) \sqrt{d}.$$

При $d=400$ мм $s=0,1 \sqrt{400} = 2$ мм.

Необходимый шаг зуба определяется по формуле

$$t = (10 - 12)s.$$

При $s=2$ мм $t=11 \cdot 2 = 22$ мм.

Высота эзуба рассчитывается по формуле

$$h = (0,75 - 1,0)t.$$

При $t=22$ мм $h=0,87 \cdot 22 = 19,2$ мм.

Радиус закругления лазухи зуба равен

$$r = (0,15 - 0,2)t = 0,17 \cdot 22 = 3,75 \text{ мм.}$$

Расчет мощности резания лесопильной рамы

Расчет мощности резания лесопильной рамы ведем, исходя из того, что мощность по ремню расходуется на преодоление мощности резания и на холостой ход. Мощность, расходуемую на подачу, не принимаем в расчет, так как в современных лесопильных рамках подача осуществляется при помощи отдельного электрического мотора.

$$N_1 = N_p + N_{xx},$$

где:

N_1 — мощность по ремню;

N_p — мощность резания;

N_{xx} — мощность холостого хода.

Мощность по ремню определяем по формуле

$$N_1 = 0,00184 bmdn,$$

где:

b — ширина ремня (20 см);

m — число прокладок (5);

d — диаметр шкива на коренном валу (1 м);

n — число оборотов коренного вала (320 об/мин).

$$N_1 = 0,00184 \cdot 0,20 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 320 = 59 \text{ квт.}$$

Мощность холостого хода рассчитывается по формуле

$$N_{xx} = 0,00000078 gn^2 R,$$

где:

g — вес подвижных частей (500 кг);

R — радиус кривошипа (0,3 м).

$$N_{xx} = 0,00000078 \cdot 500 \cdot 320^2 \cdot 0,3 = 11,8 \text{ квт.}$$

Таким образом, мощность резания лесопильной рамы составляет

$$N_p = N_1 - N_{xx} = 59 - 11,8 = 47,2 \text{ квт.}$$

Расчет производительности круглопильного станка

Определяем производительность круглопильного станка Т-92 для распиловки бревен по формуле

$$A = \frac{T}{t} q K,$$

где:

T — продолжительность рабочей смены (420 мин при 7-часовом рабочем дне);

t — время, затрачиваемое на распиловку одного бревна, мин.;

q — средний объем одного бревна (0,17 м³);

K — коэффициент использования станка (0,9).

При скорости подачи бревна 35 м/мин время, затрачиваемое на чистое пиление одного бревна длиной 6,5 м, составит 0,186 мин. ($\frac{6,5}{35}$). По данным наблюдений, время на чистое пиление составляет примерно 30% от времени, затрачиваемого на распиловку бревна, следовательно, распиливание одного бревна осуществляется за 0,615 мин. ($\frac{0,186}{0,3}$).

Отсюда производительность круглопильного станка для распиловки бревен равна

$$A = \frac{420}{0,675} 0,17 \cdot 0,9 = 103 \text{ м}^3.$$

Аналогично производится расчет производительности круглопильного станка.

Расчет производительности обрезного станка

Расчет производительности обрезного станка ведем по формуле

$$A = UKT,$$

где:

A — производительность двухпильного обрезного станка, в пог. м необрезных досок;

U — скорость подачи (по техническим данным двухпильного обрезного станка Ц2-Д5 $U=80-120 \text{ м/мин}$);

K — коэффициент использования станка, определяемый по формуле

$$K = K_1 K_2,$$

где:

K_1 — коэффициент использования рабочего времени (в среднем $K_1=0,935$);

K_2 — коэффициент использования машинного времени (при средней скорости подачи $K_2=0,765$).

$$K = 0,935 \cdot 0,765 = 0,72.$$

Производительность обрезного станка в смену (при $v=100 \text{ м/мин}$) составляет

$$A = 100 \cdot 0,72 \cdot 420 = 30\,200 \text{ пог. м.}$$

Расчет количества обрезных станков в лесопильном цехе

Расчет необходимого количества обрезных станков в лесопильном цехе определяем, исходя из количества необрезных досок, вырабатываемых лесопильными рамами и подлежащих переработке на обрезных станках, а также из средней возможной производительности обрезного станка.

Определяем число погонных метров бревен, распиливаемых в смену на лесопильных рамках вразвал:

$$b = R \frac{\Delta n T}{1000} K,$$

где:

R — число лесопильных рам, работающих вразвал (2);

Δ — средняя величина посылки (17 мм);
 n — число оборотов вала рамы (300 об/мин);
 K — коэффициент использования лесопильной рамы (0,9).

$$b = 2 \frac{17 \cdot 300 \cdot 420}{1000} 0,9 \approx 3850 \text{ пог. м.}$$

Рассчитываем число погонных метров бревен, распиливаемых с бруsovкой:

$$b_1 = R_1 \frac{\Delta_1 n_1 T}{1000} K,$$

где:

R_1 — число эффективных лесопильных рам, работающих с бруsovкой (2);
 Δ_1 — средняя величина посылки (20 мм);
 n_1 — число оборотов вала рамы (300 об/мин).

$$b_1 = 2 \cdot \frac{20 \cdot 300 \cdot 420}{1000} 0,9 = 4536 \text{ пог. м.}$$

Определяем число погонных метров необрзных досок, получаемых от лесопильных рам, работающих вразвал:

$$d = 1,1 b S,$$

где:

1,1 — коэффициент, учитывающий неравномерность поступления досок к обрезному станку;
 S — число необрзных досок, получаемых из одного бревна, распиливаемого вразвал (исходя из постава принимаем $S=7$).

$$d = 1,1 \cdot 3850 \cdot 7 \approx 29640 \text{ пог. м}$$

Число погонных метров необрзных досок, получаемых от лесопильных рам, работающих с бруsovкой, рассчитываем по формуле

$$d_1 = 1,1 b_1 S_1,$$

где: S_1 — число необрзных досок, получаемых из одного бревна при распиловке с бруsovкой после двух проходов (4).

$$d_1 = 1,1 \cdot 4536 \cdot 4 = 18830 \text{ пог. м.}$$

Необходимое количество обрезных станков определяем по формуле

$$O = \frac{d + d_1}{A},$$

где:

d — число погонных метров необрзных досок, получаемых в смену от рам, работающих вразвал;

d_1 — число погонных метров необрзенных досок, получаемых от лесопильных рам, работающих с бруской;
 A — производительность одного обрезного станка (принимаем для Ц2-Д5 $A=30\ 200$ пог. м необрзенных досок в смену).

Необходимое количество обрезных станков составляет

$$O = \frac{29\ 640 + 18\ 830}{30\ 200} \approx 1,6 \text{ станка.}$$

Принимаем $O=2$ станка.

ФАНЕРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Расчет скорости резания при лущении

Скорость резания при лущении чурakov на лущильном станке определяем по формуле

$$v = \frac{\pi d n}{60},$$

где:

d — диаметр чурaka (0,3 м);

n — число оборотов шпинделя лущильного станка (из технической характеристики ЛУ-17-3 $n=137$ об/мин).

$$v = \frac{3,14 \cdot 0,3 \cdot 137}{60} = 2,16 \text{ м/сек.}$$

Полученная скорость будет максимальной, так как с уменьшением диаметра чурaka в процессе лущения скорость будет также уменьшаться. Для сохранения постоянной скорости резания в процессе лущения регулируется число оборотов шпинделя в зависимости от уменьшения диаметра чурaka.

Расчет толщины шпона на лущильном станке

Толщина шпона, получаемого на лущильном станке, соответствует величине подачи суппорта за один оборот шпинделя и определяется по формуле

$$S = t i_0,$$

где:

t — шаг суппортного винта (12 мм);

i_0 — общее передаточное число кинематической цепи.

В соответствии с кинематической схемой лущильного станка общее передаточное число кинематической цепи i_0 будет состоять из произведения шести частных передаточных чисел отдельных передач, которые входят в кинематическую цепь передач от шпинделя к супортному винту.

Из этих шести частных передаточных чисел четыре являются постоянными и составляют постоянное передаточное число для данного станка.

Руководствуясь кинематической схемой станка, определяем это постоянное передаточное число:

$$I_{\text{п}} = \frac{z_{17}z_{37}z_9z_{11}}{z_{39}z_{15}z_{10}z_{12}} = \frac{32 \cdot 25 \cdot 15 \cdot 21}{40 \cdot 50 \cdot 18 \cdot 21} = 0,332,$$

где z — число зубьев.

Два частных передаточных числа будут сменными; одно частное передаточное число определяется по числу зубьев сменных шестерен. В нашем случае оно будет равно (исходя из кинематической схемы)

$$\frac{z_{48}}{z_{46}} = \frac{15}{48} = 0,313.$$

Второе частное передаточное число будет получено в коробке передач лущильного станка. В нашем случае оно составляет

$$\frac{z_{54}}{z_{61}} = \frac{35}{60} = 0,585.$$

Таким образом, общее сменное передаточное число равно

$$i_{\text{см}} = 0,313 \cdot 0,585 = 0,183.$$

Наличие многих вариантов сменных передаточных чисел позволяет в том же количестве вариантов изменять толщину получаемого шпона.

В нашем расчете общее передаточное число для получения шпона заданной толщины составляет

$$i_0 = i_{\text{п}} i_{\text{см}} = 0,332 \cdot 0,183 = 0,061.$$

Шаг суппортного винта в нашем лущильном станке составляет 12 мм, поэтому толщина шпона равна

$$s = 12 \cdot 0,061 = 0,73 \text{ мм.}$$

Расчет производительности лущильного станка

Сменная производительность лущильного станка рассчитывается по формуле

$$A_0 = \frac{60T}{t} K_v,$$

где:

t — полное время обработки одного чурaka, сек.;
 K_v — коэффициент использования рабочего времени (0,95).

Полное время обработки одного чурaka t состоит из суммы затрат:

t_1 — затраты времени на установку чурака, определяемые хронометражным наблюдением (5 сек.);

t_2 — затраты времени на зажим чурака шпинделями:

$$t_2 = \frac{2(0,8 h_k + 10)}{U_{шп}},$$

где:

h_k — глубина входа центров кулачков шпинделей в торцы чураков (50 мм);

$U_{шп}$ — скорость осевой подачи зажимного шпинделя (по ранее произведенным расчетам $U_{шп} \approx 60$ мм/сек.);

$$t_2 = \frac{2(0,8 \cdot 50 + 10)}{60} = 1,67 \text{ сек.};$$

t_3 — затраты времени на подвод суппорта к чураку:

$$t_3 = \frac{l_c}{U_c},$$

где:

l_c — путь, проходимый суппортом на ускоренной подаче (до 100 мм);

U_c — скорость ускоренной подачи суппорта (80 мм/сек.);

$$t_3 = \frac{100}{80} = 1,25 \text{ сек.};$$

t_4 — затраты времени на оцилиндровку и лущение чурака:

$$t_4 = \frac{l_p}{U_p},$$

где l_p — путь, проходимый суппортом при оцилиндровке и лущении:

$$l_p = 0,01 d_q + \frac{bd_q - d_k}{2},$$

где:

d_q — диаметр чурака (300 мм);

d_k — диаметр карандаша (90 мм);

b — коэффициент формы чурака (для березового чурака длиной 1,6 м $b=1,2$);

$$l_p = 0,01 \cdot 300 + \frac{1,2 \cdot 300 - 90}{2} = 138 \text{ мм.}$$

U_p — скорость рабочей подачи суппорта (при толщине шпона 0,6 мм $U_p = 1,3$ мм/сек.);

Таким образом, время, затрачиваемое на оцилиндровку и лущение чурака составляет

$$t_4 = \frac{138}{1,3} = 106 \text{ сек.};$$

t_5 — затраты времени на отвод шпинделя от суппорта:

$$t_5 = \frac{2(h_k + 10)}{U_{шп}} = \frac{2(50 + 10)}{60} = 2 \text{ сек.};$$

t_6 — затраты времени на снятие карандаша со станка (по данным хронометражных наблюдений $t_6 = 3$ сек.);

t_7 — затраты времени на прочистку просвета между ножом и линейкой (2 сек.);

$t_{вкл}$ — затраты времени на включение рабочей подачи суппорта, а также на включение осевой подачи шпинделя и ускоренной подачи суппорта (2 сек.).

Полное время обработки одного чурака составляет

$$\begin{aligned} t &= t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_{вкл} = \\ &= 5 + 1,67 + 1,25 + 106 + 2 + 3 + 2 + 2 = 122,92 \text{ сек.} \end{aligned}$$

Таким образом, производительность лущильного станка в штуках обработанных чураков равна

$$A = \frac{60 \cdot 420}{122,92} \cdot 0,95 = 195 \text{ шт.}$$

Принимаем длину чураков для выработки шпона, равную 1,6 м при среднем диаметре 24 см. Тогда объем одного чурака составит 0,081 м³.

Для получения 1 м³ сырого шпона принимаем расход сырья равным 1,5 м³. Поэтому из одного чурака должно получиться $q_{ш} = 0,054$ м³ сырого шпона ($\frac{0,081}{1,5}$).

Производительность лущильного станка в м³ сырого шпона в смену составит

$$A = A_0 q_{ш} = 195 \cdot 0,054 = 10,5 \text{ м}^3.$$

Производительность лущильного станка в количестве листов сырого шпона определяется как частное от деления производительности лущильного станка в м³ сырого шпона на объем одного листа.

Принимаем размеры листа шпона: длина 1 м, ширина 1,6 м и толщина 0,8 мм. Объем одного листа составит 0,00128 м³ ($1 \cdot 1,6 \cdot 0,0008$).

Таким образом, производительность лущильного станка в количестве листов сырого шпона в смену равна

$$A = \frac{10,5}{0,00128} = 8203 \text{ шт.}$$

Расчет производительности kleильного пресса для склеивания фанеры

Производительность kleильного пресса для склеивания фанеры определяем по формуле

$$A = \frac{FsmnTK_B}{(t_c + t_{всп}) 1000},$$

где:

F — площадь листа фанеры, m^2 ;

s — толщина фанеры, $мм$;

m — число листов фанеры в пакете, загружаемом в промежуток пресса, шт.;

n — число промежутков пресса;

T — продолжительность смены, мин.;

K_B — коэффициент использования рабочего времени;

t_c — время склеивания фанеры, выбираемое по режиму, мин.;

$t_{всп}$ — продолжительность вспомогательных операций, $мм$.

Для расчета принимаем следующие данные:

$$F = 1,525 \cdot 1,525 = 2,33 \text{ } m^2, s = 3 \text{ } мм, m = 5 \text{ шт.}, n = 20, T = 420 \text{ мин}, K_B = 0,97, t_c = 4 \text{ мин}, t_{всп} = 5 \text{ мин.}$$

Производительность kleильного пресса в смену составляет

$$A = \frac{2,33 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 20 \cdot 420 \cdot 0,97}{(4 + 5) \cdot 1000} = 14,2 \text{ } м^3.$$

Расчет производительности фанерострогального станка

Производительность фанерострогального станка рассчитываем по формуле

$$A = \frac{[H - (H_2 + H_3)] TK l b_{ср}}{st},$$

где:

H — общая высота бруса ($400 \text{ } мм$);

H_2 — толщина доски, остающейся после строгания бруса ($40 \text{ } мм$);

H_3 — толщина слоя древесины, снимаемого с поверхности бруса при его выверке за первые проходы ($20 \text{ } мм$);

K — коэффициент использования рабочего времени ($0,995$);

l — длина листа строганой фанеры ($2,5 \text{ } м$);

$b_{ср}$ — средняя ширина листа строганой фанеры ($0,3 \text{ } м$);

s — толщина строганой фанеры ($0,6 \text{ } мм$);

t — время, расходуемое на раскрой одного бруса; определяется по формуле

$$t = \frac{H - H_2}{sn},$$

где n — число двойных ходов суппорта (15 мин).

$$t = \frac{400 - 40}{0,6 \cdot 15} = 40 \text{ мин.}$$

Кроме того, на установку и закрепление бруса расходуется примерно 5 мин. и на выверку ванчеса 2 мин. Таким образом, на раскрой одного бруса затрачивается 47 мин. (40+5+2).

Производительность фанерострогального станка в m^2 строганой фанеры равна

$$A = \frac{[400 - (40 + 20)] 420 \cdot 0,995 \cdot 2,5 \cdot 0,3}{0,6 \cdot 47} = 3840 \text{ } m^2.$$

Расчет производительности ребросклейивающего станка

Расчет производительности ребросклейивающего станка в количестве щитов за смену ведем по формуле

$$A = \frac{UTK_1K_2}{ln},$$

где:

U — скорость подачи или скорость склеивания (18 м/мин);

K_1 — коэффициент использования рабочего времени (0,8);

K_2 — коэффициент использования машинного времени (0,9);

l — длина одного шва (1,5 м);

n — число швов в щите (3).

Таким образом, производительность ребросклейивающего станка в штуках щитов в смену составляет

$$A = \frac{18 \cdot 420 \cdot 0,8 \cdot 0,9}{1,5 \cdot 3} = 1200 \text{ шт.}$$

Расчет производительности двухпильного станка

Производительность двухпильного станка рассчитываем по формуле

$$A = \frac{TUnK_1K_2}{2l},$$

где:

U — скорость подачи (8 м/мин);

n — число листов в пачке (20 листов);

K_1 — коэффициент использования рабочего времени (0,95);
 K_2 — коэффициент использования машинного времени (0,94);
 l — средняя величина (между длиной и шириной) обра-
заемого листа ($l = \frac{1,6 + 1,1}{2} = 1,35 \text{ м}$).

Таким образом, производительность двухпильного станка в штуках листов фанеры в смену составляет

$$A = \frac{420 \cdot 8 \cdot 20 \cdot 0,95 \cdot 0,94}{2 \cdot 1,35} = 2230 \text{ шт.}$$

Расчет производительности шлифовального станка

Потребная производительность шлифовальных станков определяется по формуле

$$A = \frac{Qtna}{Tsl},$$

где:

Q — производительность цеха (30 м^3);
 t — количество шлифуемой фанеры (70%);
 n — число шлифуемых сторон (2);
 a — коэффициент, учитывающий повторный пропуск листов (1,15);
 s — толщина листа ($0,002 \text{ м}$);
 l — длина листа фанеры ($1,6 \text{ м}$).

Потребная производительность шлифовальных станков равна

$$A = \frac{30 \cdot 0,7 \cdot 2 \cdot 1,15}{0,002 \cdot 1,6} = 1500 \text{ м.}$$

Расчет производительности циклевального станка

Производительность циклевального станка в листах фанеры рассчитываем по формуле

$$A = \frac{TUK_1K_2}{l}.$$

Для расчета принимаем: $T = 420 \text{ мин.}$, $U = 30 \text{ м/мин}$, $K_1 = 0,965$, $K_2 = 0,93$ и $l = 1,6 \text{ м}$.

Исходя из этих данных, производительность циклевального станка в смену в штуках листов фанеры равна

$$A = \frac{420 \cdot 30 \cdot 0,965 \cdot 0,93}{1,6} = 7067 \text{ шт.}$$

СТОЛЯРНО-МЕХАНИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Расчет усилия и мощности резания на круглопильном станке с механической подачей

Усилие резания на круглопильном станке вычисляем по формуле:

$$P_p = \frac{\rho b h U}{60 v},$$

где:

ρ — удельное сопротивление резанию, $\text{кг}/\text{мм}^2$;

b — ширина пропила, мм ;

h — высота пропила, мм ;

U — скорость подачи (20 м/мин);

v — скорость резания, м/сек .

Для расчета принимаем, что работа производится пилой диаметром $d=400 \text{ мм}$ и толщиной 2 мм . Развод зуба пилы считаем $0,65 \text{ мм}$ на сторону (при распиловке древесины хвойных пород в летних условиях влажностью выше 25%). Тогда $b=3,3 \text{ мм}$ ($2 \cdot 0,65$).

Для определения высоты пропила считаем, что на станке производится раскрой досок толщиной 50 мм ($h=50 \text{ мм}$). Исходя из технической характеристики круглопильного станка ЦДК-4, принимаем $U=20 \text{ м/мин}$ (вторая ступень скорости подачи).

Величину ρ находим в таблице значений удельного сопротивления резанию для пиления древесины на круглопильных станках. Чтобы определить ρ по таблице, предварительно вычисляем скорость подачи на один зуб по формуле

$$U_z = \frac{1000 U}{n Z},$$

где:

n — число оборотов пильного вала (по данным технической характеристики станка ЦДК-4 $n=2900 \text{ об/мин}$);

Z — число зубьев круглой пилы (36).

$$U_z = \frac{1000 \cdot 20}{2900 \cdot 36} = 0,2 \text{ м.м.}$$

Скорость резания в данном случае равна

$$v = \frac{\pi d n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,4 \cdot 2900}{60} = 60,5 \text{ м/сек.}$$

Усилие резания на круглопильном станке с механической подачей составляет

$$P_p = \frac{5,5 \cdot 3,3 \cdot 50 \cdot 20}{60 \cdot 60,5} = 5 \text{ кг.}$$

Мощность резания определяем по формуле

$$N_p = \frac{P_p v}{102}.$$

Принимая по данным предыдущего расчета $P_p = 5 \text{ кг}$ и $v = 60,5 \text{ м/сек}$, вычисляем мощность резания

$$N_p = \frac{5 \cdot 60,5}{102} = 2,95 \text{ квт.}$$

Расчет мощности сверления на сверлильно-пазовальном станке

Мощность сверления на сверлильно-пазовальном станке рассчитываем по формуле

$$N_{cb} = A Q,$$

где A — величина, рассчитываемая для сосны и другой древесины мягких пород

$$A = \frac{1000}{d} + 7,6,$$

где d — диаметр сверла (8 мм).

$$A = \frac{1000}{8} + 7,6 = 132,6.$$

Q — объем высверливаемой древесины, равный

$$Q = qn,$$

где:

q — объем одного отверстия (при длине отверстия 40 ми, ширине 8 мм и глубине 15 м $q = 0,000005 \text{ м}^3$);

n — число высверливаемых отверстий в час (200 отверстий).

$$Q = 0,000005 \cdot 200 = 0,001 \text{ м}^3.$$

Мощность сверления составит

$$N_{cb} = 132,6 \cdot 0,001 = 0,13 \text{ л. с.} = 0,095 \text{ квт.}$$

Расчет мощности шлифования на шлифовально-ленточном станке с неподвижным горизонтальным столом

Мощность шлифования на шлифовально-ленточном станке рассчитываем по формуле

$$N_{shl} = \frac{P_p v}{102},$$

где P_p — усилие резания при шлифовании, определяемое по формуле

$$P_p = F P_n (K + K_1),$$

где:

F — площадь соприкосновения шкурки со шлифуемым материалом (250 см^2);

P_p — усилие прижима ($0,028 \text{ кг/см}^2$);

K — коэффициент сцепления шкурки с древесиной ($0,35$);

K_1 — коэффициент трения шкурки о постель ($0,36$).

$$P_p = 250 \cdot 0,028 (0,35 + 0,36) = 4,95 \text{ кг.}$$

v — скорость движения ленты (по технической характеристике $v = 22 \text{ м/сек}$).

Мощность шлифования равна

$$N_{\text{шл}} = \frac{P_p v}{102} = \frac{4,95 \cdot 22}{102} = 1,06 \text{ квт.}$$

Расчет установленной мощности круглопильного станка с механической подачей

Расчет установленной мощности ведем по формуле

$$N_{\text{уст}} = N_{\text{рез}} + N_{\text{под}} + N_{\text{подш}} + N_{\text{рем}},$$

где:

$N_{\text{рез}}$ — мощность резания (принимаем из предыдущих расчетов $N_{\text{рез}} = 2,95 \text{ квт}$);

$N_{\text{под}}$ — мощность подачи;

$N_{\text{подш}}$ — потери мощности в подшипниках;

$N_{\text{рем}}$ — потери мощности на ремнях.

Мощность подачи определяем по формуле

$$N_{\text{под}} = \frac{(P_p + P_{\text{п}}) U}{102},$$

где:

P_p — усилие резания (для круглопильных станков при $Q = 1,4$)
 $P_p = 1,4 \cdot 5 = 7 \text{ кг}$);

$P_{\text{п}}$ — усилие прижима детали, определяемое по формуле

$$P_{\text{п}} = lq f,$$

где:

l — длина вала (80 см);

q — усилие прижима на 1 см длины вала (2 кг);

f — коэффициент трения ($0,5$).

$$P_{\text{п}} = 80 \cdot 2 \cdot 0,5 = 80 \text{ кг.}$$

U — скорость подачи (20 м/мин).

Мощность подачи равна

$$N_{\text{под}} = \frac{(7 + 80) 20}{102} = 1,7 \text{ квт.}$$

Потери мощности в подшипниках определяем по формуле

$$N_{\text{подш}} = \frac{fP_0i}{102},$$

где:

f — коэффициент трения (в нормальных условиях работы при оборудовании опор шариковыми подшипниками $f=0,023$);

i — скорость на шейках вала. При диаметре шейки вала $d=50$ мм и числе оборотов в минуту $n=2900$

$$i = \frac{\pi d n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,05 \cdot 2900}{60} = 7,6 \text{ м/сек};$$

P_0 — общее усилие, действующее на вал, определяемое по формуле

$$P_0 = \frac{Gt^2}{2} + 2G + Q,$$

где:

G — вес вала с пилой (при диаметре пилы $d=400$ мм $G=14$ кг);

Q — сила трения пилы о воздух; рассчитывается по формуле

$$Q = \frac{0,52 d v^2}{303},$$

где:

d — диаметр пилы, см;

v — скорость резания (60,5 м/сек).

$$Q = \frac{(0,52 \cdot 40) \cdot 60,5^2}{303} = 244 \text{ кг}.$$

Определив $Q=244$ кг, находим P_0 :

$$P_0 = \frac{14 \cdot 7,6^2}{2} + 2 \cdot 14 + 244 = 676 \text{ кг}.$$

Потери мощности в подшипниках

$$N_{\text{подш}} = \frac{0,023 \cdot 676 \cdot 7,6}{102} = 1,16 \text{ квт}.$$

Так как в станке нет ременных передач, то $N_{\text{рем}}=0$.

Установленная мощность на круглопильном станке с механической подачей равна

$$N_{\text{уст}} = 2,95 + 1,7 + 1,16 + 0 = 5,81 \text{ квт}.$$

Расчет ширины ремня для передачи потребной мощности

Допустим, что мощность, которую необходимо передать ремнем, $N=6 \text{ квт}$. При трех прокладках такой ремень сможет передавать удельное усилие $p=8,5 \text{ кг}$.

При диаметре шкива $d=0,4 \text{ м}$ и числе оборотов шкива $n=1490 \text{ об/мин}$ скорость ремня

$$v = \frac{\pi d n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,4 \cdot 1490}{60} = 31,4 \text{ м/сек.}$$

Тогда ширина ремня для передачи потребной мощности будет равна

$$b = \frac{102 N}{pv} = \frac{102 \cdot 6}{8,5 \cdot 31,4} = 2,28 \text{ см.}$$

Расчет скорости резания на ленточнопильном станке

Скорость резания определяем для ленточнопильного станка ЛС80-3. Для расчета скорости резания из технической характеристики ЛС80-3 выбираем следующие данные:

d — диаметр пильного шкива (800 мм);

n — число оборотов пильного шкива (970 об/мин).

Скорость резания для станка ЛС80-3

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 800 \cdot 970}{60 \cdot 1000} = 40,5 \text{ м/сек.}$$

Рассчитаем скорость резания на делительном ленточнопильном станке ЛД-125. Из технической характеристики данного станка диаметр пильного шкива $d=1250 \text{ мм}$ и число оборотов пильного шкива $n=600 \text{ об/мин}$.

Скорость резания на станке ЛД-125

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 1250 \cdot 600}{60 \cdot 1000} = 39,4 \text{ м/сек.}$$

Расчет необходимого диаметра пилы круглопильного станка для достижения оптимальной скорости резания

Расчет необходимого диаметра пилы ведем по формуле

$$d = \frac{60 \cdot 1000 v}{\pi n}.$$

Задаемся числом оборотов пильного вала $n=3000 \text{ об/мин}$.

Исходя из оптимальных режимов резания, на круглопильном станке можно достичь скорости резания $v=100 \text{ м/сек}$. Тогда

$$d = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 3000} = 636 \text{ мм.}$$

Расчет скорости резания на фуговальном станке

Определяем скорость резания на фуговальном станке СФ 4-4.

Из технической характеристики этого станка диаметр ножевого вала $d=125 \text{ мм}$ и число оборотов ножевого вала $n=5000 \text{ об/мин.}$

Для расчета принимаем во внимание, что ножи устанавливаются на валу так, чтобы их режущие кромки выступали на $1,5 \text{ мм}$ за кромки стружколомателя. Тогда $d=125+1,5 \cdot 2=128 \text{ мм.}$

Скорость резания на фуговальном станке равна

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 128 \cdot 5000}{60 \cdot 1000} = 33,4 \text{ м/сек.}$$

Расчет необходимого числа оборотов ножевого вала на фуговальном станке

Необходимое число оборотов ножевого вала на фуговальном станке для достижения оптимальной скорости резания вычисляем по формуле

$$n = \frac{60 \cdot 1000 v}{\pi d}.$$

Исходя из оптимальных режимов резания, на строгальных станках можно достичь скорости резания $v=40 \text{ м/сек.}$ С учетом установки ножей с выступом на $1,5 \text{ мм}$ от кромки стружколомателя диаметр ножевого вала $d=128 \text{ мм.}$

Необходимое число оборотов ножевого вала составляет

$$n = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 128} = 5950 \text{ об/мин.}$$

Расчет скорости резания на фрезерном станке

Из технической характеристики фрезерного станка Ф-4 число оборотов шпинделя $n=6000-8000 \text{ об/мин}$ (для расчета принимаем $n=7000 \text{ об/мин}$) и диаметр фрезы $d=175 \text{ мм.}$

Скорость резания на фрезерном станке равна

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 175 \cdot 7000}{60 \cdot 1000} = 64,5 \text{ м/сек.}$$

Расчет скорости резания на проушечном диске одностороннего шипорезного станка

Из технической характеристики одностороннего шипорезного станка с механической подачей ШО 10А-1 диаметр проушечного диска $d=300 \text{ мм}$ и число оборотов диска $n=2880 \text{ об/мин.}$

С учетом выступа ножей в проушечном диске для расчета принимаем $d=304 \text{ мм.}$

Находим скорость резания на проушенном диске:

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 304 \cdot 2880}{60 \cdot 1000} = 46,5 \text{ м/сек.}$$

Расчет скорости резания на сверлильно-пазовальном станке с механической подачей

Из технической характеристики станка СвПА наибольший диаметр сверления $d=30$ мм и число оборотов шпинделя $n=2900$ об/мин.

Скорость резания составляет

$$v = \frac{\pi d p}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 2900}{60 \cdot 1000} = 4,55 \text{ м/сек.}$$

Расчет скорости резания на цепнодолбежном станке

Скорость резания на цепнодолбежном станке находим по формуле

$$v = \frac{\pi d_{3B} n_{3B}}{60 \cdot 1000},$$

где:

d_{3B} — диаметр звездочки, мм;

n_{3B} — число оборотов звездочки, об/мин.

Для расчета принимаем $d_{3B}=40$ мм и $n_{3B}=2850$ об/мин.

Скорость резания на цепнодолбежном станке составляет

$$v = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 2850}{60 \cdot 1000} = 6 \text{ м/сек.}$$

Расчет скорости резания на токарном станке

На токарном станке по дереву определяем среднюю скорость резания, которая понижается с уменьшением диаметра заготовки (в связи с обточкой). Средняя скорость резания при обточке заготовки определяется по формуле

$$v = \frac{\pi (d_1 + d_2) n}{60 \cdot 2 \cdot 1000},$$

где:

d_1 — диаметр заготовки, мм;

d_2 — диаметр заготовки после обточки, мм;

n — число оборотов обтачиваемой заготовки в минуту.

Согласно технической характеристике токарного станка ТВ-200 выбираем $n=400$ об/мин. Принимаем $d_1=100$ мм и $d_2=90$ мм.

Средняя скорость резания при данных условиях обработки составляет

$$v = \frac{3,14 (100 + 90) 400}{60 \cdot 2 \cdot 1000} = 1,96 \text{ м/сек.}$$

Расчет скорости резания на шлифовально-ленточном станке с неподвижным горизонтальным столом

Для расчета скорости резания на шлифовально-ленточном станке (или скорости движения ленты) принимаем диаметр шкива, на который надета шлифовальная лента, $d=300 \text{ мм}$ и число оборотов шкива $n=1500 \text{ об/мин}$. Скорость резания в данном случае равна

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 1500}{60 \cdot 1000} = 23,55 \text{ м/сек.}$$

Расчет скорости резания на трехцилиндровом шлифовальном станке с гусеничной подачей

Расчет скорости резания на трехцилиндровом шлифовальном станке ШЛЗЦ ведем по формуле

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 1000},$$

принимая по технической характеристике диаметр цилиндров $d=280 \text{ мм}$ и число оборотов цилиндра $n=1450 \text{ об/мин}$. Толщину шлифовальной шкурки не учитываем.

Исходя из этих данных, скорость резания составляет

$$v = \frac{3,14 \cdot 280 \cdot 1450}{60 \cdot 1000} = 21,3 \text{ м/сек.}$$

Расчет скорости подачи на круглопильном станке для продольной распиловки с механической подачей

Скорость подачи на круглопильном станке ЦА с механической подачей для продольной распиловки определяем по диаметру подающего вальца $d=150 \text{ мм}$ и числу оборотов подающего вальца (при минимальной конструктивной подаче станка) $n=70 \text{ об/мин}$.

Конструктивная скорость подачи, исходя из вышеприведенных данных, равна

$$U = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 70}{1000} = 33 \text{ м/мин.}$$

Действительная скорость подачи соответствует данным технической характеристики станка ЦА (33, 55 и 80 м/мин).

Расчет передаточного числа механизма подачи на круглопильном станке для продольной распиловки с механической подачей

Чтобы рассчитать число оборотов подающих вальцов, необходимо прежде всего определить общее передаточное число механизма подачи с учетом всех частных передаточных чисел от вала двигателя механизма подачи или пильного вала (в случае, если механическая подача осуществляется от пильного вала) до самого вальца подачи.

Рассмотрев все передачи и замерив данные по каждой паре, результаты сводим в табл. 18.

Таблица 18

Характеристика передач

Передачи	Характеристика элемента передачи	
	ведущего	ведомого
Ременная	Диаметр шкива $d_1 = 250 \text{ мм}$ Диаметр шкива на пильном валу $d_3 = 200 \text{ мм}$	Диаметр шкива $d_2 = 350 \text{ мм}$ Диаметр шкива на промежуточном валу $d_4 = 400 \text{ мм}$
•	Диаметр шкива первой ступени на трехступенчатом шкиве $d_1 = 150 \text{ мм}$	Диаметр шкива второй ступени на трехступенчатом шкиве $d_{II} = 450 \text{ мм}$
Цилиндрическая зубчатая	Число зубьев зубчатого колеса $Z_1 = 12$	Число зубьев зубчатого колеса $Z_2 = 36$
Коническая зубчатая	Число зубьев на коническом зубчатом колесе $Z_3 = 32$	Число зубьев на ведомом зубчатом колесе $Z_4 = 32$

Общее передаточное число передачи является произведением всех частных передаточных чисел:

$$I = i_1 i_2 i_3 i_4 i_5 = \frac{d_1 d_3 d_1 Z_1 Z_3}{d_2 d_4 d_{II} Z_2 Z_4} = \frac{250 \cdot 200 \cdot 150 \cdot 12 \cdot 32}{350 \cdot 400 \cdot 450 \cdot 36 \cdot 32} = 0,0397.$$

Зная общее передаточное число, определяем число оборотов подающих вальцов по формуле

$$n_v = n_{dv} I,$$

где n_{dv} — число оборотов шкива на двигателе, приводящем во вращение первый ведомый элемент передачи. Принимаем $n_{dv} = 1450 \text{ об/мин}$.

Отсюда число оборотов подающих вальцов составляет

$$n_{\text{в}} = 1450 \cdot 0,0397 = 58 \text{ об/мин.}$$

Далее, зная число оборотов подающих вальцов, можно определить конструктивную скорость подачи аналогично предыдущему расчету.

Расчет скорости подачи на четырехстороннем строгальном станке

Работа на четырехстороннем строгальном станке С16-4 ведется с применением средней конструктивной скорости подачи $U=25 \text{ м/мин}$ (по технической характеристике $U=8—42 \text{ м/мин}$).

Результаты наблюдений за работой станка показали, что из 40 мин. работы простой станка по разным причинам составили 3 мин. В связи с межторцовыми разрывами станок работал вхолостую в течение 4 мин. За время работы станка в течение 40 мин. было пропилано 120 штук досок для пола длиной 6,5 м.

Фактическое время работы станка для строгания досок $t=33 \text{ мин.}$ ($40 - 3 - 4$). Фактическую скорость подачи рассчитываем по формуле

$$U_{\Phi} = \frac{L}{t},$$

где:

L — длина досок, обработанных на строгальном станке ($6,5 \cdot 120 = 780 \text{ пог. м}$);

t — время работы станка, мин.

Фактическая скорость подачи составляет

$$U_{\Phi} = \frac{780}{33} = 23,6 \text{ м/мин.}$$

Таким образом, фактическая скорость подачи оказалась меньше конструктивной вследствие потерь на скольжение.

Расчет скорости подачи на один оборот и один зуб круглопильного станка для продольной распиловки с механической подачей

Расчет скорости подачи на один оборот вала круглопильного станка ведем по формуле

$$U_o = \frac{1000 U}{n}.$$

По данным технической характеристики круглопильного станка для продольной распиловки с гусеничной механической подачей, одна из ступеней скоростей подачи $U=28 \text{ м/мин}$ и число оборотов пильного вала $n=2900 \text{ об/мин.}$

Скорость подачи на один оборот пильного вала в данном случае составляет

$$U_o = \frac{1000 \cdot 28}{2900} = 9,65 \text{ м.м.}$$

Далее рассчитываем скорость подачи на один зуб пилы по формуле

$$U_z = \frac{U_t}{60v},$$

где t — шаг зуба пилы при диаметре пилы $d=400$ мм и числе зубьев $Z=48$

$$t = \frac{\pi d}{Z} = \frac{3,14 \cdot 400}{48} = 26,2 \text{ мм};$$

v — скорость резания круглой пилы, равная

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 2900}{60 \cdot 1000} = 60,5 \text{ м/сек.}$$

Таким образом, скорость подачи на один зуб круглой пилы в круглопильном станке для продольной распиловки с механической гусеничной подачей при работе с $U=28$ м/мин составляет

$$U_z = \frac{28 \cdot 26,2}{60 \cdot 60,5} = 0,2 \text{ мм.}$$

Расчет длины волны при обработке древесины на станках с вращающимися резцами

Определяем длину волны при работе на станках с вращающимися резцами по формуле

$$l = \frac{1000 U}{Zn},$$

где:

n — число оборотов рабочего вала в минуту;
 Z — число резцов, установленных на рабочем валу.

Исходя из технической характеристики фуговального станка СФ 4-4, принимаем скорость ручной подачи $U=20$ м/мин, $Z=2$ и $n=5000$ об/мин.

Длина волны равна

$$l = \frac{1000 \cdot 20}{2 \cdot 5000} = 2 \text{ м.м.}$$

Расчет глубины волны при обработке древесины на станках с вращающимися резцами

Рассчитываем глубину волны при резании по формуле

$$H = R - \sqrt{R^2 - \frac{l^2}{4}},$$

где R — радиус окружности резания.

При диаметре ножевой головки 128 мм, с учетом выставления ножей по отношению к линии стружколомателя, $R=64$ мм. При $l=2$ мм глубина волны на станке СФ 4-4 составит

$$H = 64 - \sqrt{64^2 - \frac{2^2}{4}} = 0,008.$$

Расчет допустимых скоростей подачи

Определяем допустимую скорость подачи на круглопильном станке, чтобы достичь чистоты обработки 7 по ГОСТ 7016—54. Для 7-го класса чистоты обработки величина подачи на один зуб составит до 0,2 мм¹.

Допустимую скорость подачи рассчитываем по формуле

$$U = \frac{U_z n Z}{1000},$$

где:

U_z — подача на один зуб, мм;

n — число оборотов рабочего вала, об/мин;

Z — число зубьев круглой пилы.

Для расчета принимаем $U_z=0,2$ мм, $n=1500$ об/мин и $Z=36$. Таким образом, допустимая скорость подачи в круглопильном станке по 7-му классу чистоты обработки составит

$$U = \frac{0,2 \cdot 1500 \cdot 36}{1000} = 10,8 \text{ м/мин.}$$

Расчет необходимого числа оборотов строгального станка

Расчет необходимого числа оборотов строгального станка ведем по формуле

$$n = \frac{1000 U}{l Z}.$$

¹ Б. М. Бугай, Технология столярно-мебельного производства, М.—Л., Гослесбумиздат, 1960.

Задаемся скоростью подачи $U=20$ м/мин, длиной волны $l=3$ мм и числом ножей на рабочем валу $Z=2$. Тогда необходимое число оборотов составит

$$n = \frac{1000 \cdot 20}{3 \cdot 2} = 3333 \text{ об/мин.}$$

Расчет основных размеров круглой пилы

Для расчета основных размеров круглой пилы принимаем ее диаметр $d=500$ мм.

Толщину пилы вычисляем по формуле

$$s = 0,1 \sqrt{d} = 0,1 \sqrt{500} = 2,24 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 980 — 53 принимаем $s=2,2$ мм.

Задаемся числом зубьев. При $d=500$ мм по ГОСТ 980 — 53 для продольной распиловки $Z=60$ и для поперечной $Z=120$.

Шаг зуба пилы при продольной распиловке равен

$$t = \frac{\pi d}{Z} = \frac{3,14 \cdot 500}{60} = 26,2 \text{ мм.}$$

Шаг зуба пилы для поперечной распиловки составляет

$$t = \frac{\pi d}{Z} = \frac{3,14 \cdot 500}{120} = 13,2 \text{ мм.}$$

Далее определяем высоты зубьев и радиусы закругления пазух зубьев.

Высота зуба пилы для продольной распиловки

$$h = (0,4 \div 0,6) t = 0,5 \cdot 26,2 = 13,1 \text{ мм.}$$

Высота зуба пилы для поперечной распиловки

$$h = (0,6 \div 0,9) t = 0,75 \cdot 13,2 = 9,85 \text{ мм.}$$

Радиус закругления пазухи зуба для продольной распиловки

$$r = (0,10 \div 0,15) t = 0,125 \cdot 26,2 = 3,27 \text{ мм.}$$

Радиус закругления пазухи зуба для поперечной распиловки

$$r = (0,10 \div 0,15) t = 0,125 \cdot 13,2 = 1,65 \text{ мм.}$$

Подбор минимальных диаметров круглых пил для различных типов круглопильных станков

Минимальный диаметр круглой пилы в станках для продольной распиловки с нижним расположением шпинделя станка рассчитываем по формуле

$$d_{\min} = 2(H + c + 10),$$

где:

H — толщина распиливаемого материала, мм;

c — расстояние между осью пильного вала и поверхностью стола станка, мм.

Минимальный диаметр пилы при $H=60$ мм и $c=150$ мм составляет

$$d_{\min} = 2(60 + 150 + 10) = 440 \text{ мм.}$$

Минимальный диаметр круглой пилы в круглопильных станках для продольной распиловки с верхним расположением шпинделя станка рассчитывается по формуле

$$d_{\min} = 2(H + r + 10),$$

где r — радиус закрепляющей шайбы, мм.

При $H=60$ мм и $r=50$ мм минимальный диаметр пилы равен

$$d_{\min} = 2(60 + 50 + 10) = 240 \text{ мм.}$$

Максимальную ширину распиливаемого материала в маятниковых торцовочных станках вычисляем по формуле

$$B_{\max} = \sqrt{(R_1 + R)^2 - (R_1 + c)^2 + b},$$

где:

R_1 — радиус качания рамы (расстояние оси закрепления рамы до оси пильного вала);

R — радиус круглой пилы;

c — расстояние от окружности закрепляющей шайбы до поверхности стола;

b — расстояние от оси рамы, находящейся в вертикальном положении, до бруска стола, служащего угольником.

Для расчета принимаем $R_1=1600$ мм, $R=300$ мм, $c=200$ мм и $b=100$ мм. Тогда максимальная ширина распиливаемого материала составляет

$$B_{\max} = \sqrt{(1600 + 300)^2 - (1600 + 200)^2 + 100} = 575 \text{ мм.}$$

Минимальный диаметр круглой пилы в маятниковых торцовочных станках, исходя из этих же данных, вычисляется по формуле

$$\begin{aligned} d_{\min} &= 2\sqrt{(B - b)^2 + (R_1 + c)^2 - (R_1 - 10)} = \\ &= 2\sqrt{(575 - 100)^2 + (1600 + 200)^2 - (1600 - 10)} = 372 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Минимальный диаметр круглой пилы в балансирном торцовочном станке находим по формуле

$$d_{\min} = 2\sqrt{(B - b)^2 + (b + H)^2}.$$

При ширине распиливаемого материала $B=350$ мм, расстоянии от поверхности стола балансирной торцовой пилы до оси пильного вала $b=100$ мм и толщине распиливаемого материала $H=60$ мм минимальный диаметр круглой пилы в балансирных торцовочных станках составит

$$d_{\min} = 2\sqrt{(350 - 100)^2 + (100 + 60)^2} = 600 \text{ мм.}$$

Максимальную ширину распиливаемого материала рассчитываем по формуле

$$B_{\max} = b + \sqrt{R^2 - (b + H)^2} = 100 + \sqrt{300^2 - (100 + 60)^2} = \\ = 355 \text{ мм.}$$

Расчет основных размеров ленточной пилы

Потребную длину ленточной пилы вычисляем по формуле

$$L = \pi d + 2l_{\max},$$

где:

d — диаметр пильного шкива (для станка ЛС80 $d = 800 \text{ мм}$);

l_{\max} — максимальное расстояние между осями пильных шкивов (1250 мм).

Потребная длина ленточной пилы составляет

$$L = 3,14 \cdot 800 + 2 \cdot 1250 = 5012 \text{ мм.}$$

Необходимую толщину ленточной пилы находим по формуле

$$s = (0,001 \div 0,0007) d.$$

При $d = 800 \text{ мм}$ потребная толщина ленточной пилы равна

$$s = 0,00085 \cdot 800 = 0,68 \text{ мм.}$$

Размер шага ленточной пилы рассчитываем по формуле

$$t = (1,5 \div 2,0) \sqrt{b}.$$

Шаг ленточной пилы при ее ширине $b = 25 \text{ мм}$ составляет

$$t = 1,75 \sqrt{25} = 8,75 \text{ мм.}$$

Высота зуба находится из зависимости

$$h = (0,50 \div 0,6) t.$$

Высота зуба при $t = 8,75 \text{ мм}$ равна

$$h = 0,55 \cdot 8,75 = 4,8 \text{ мм.}$$

Расчет ширины тонкого строгального ножа

При диаметре ножевой головки $d = 250 \text{ мм}$ определяем ширину тонкого ножа B :

для круглых двух- и четырехножевых валов

$$B = 0,3d = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ мм};$$

для круглых шестиножевых валов

$$B = 0,2d = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ мм.}$$

Расчет основных размеров толстого строгального ножа

При длине строгального толстого ножа $L=300$ мм и ширине его $B=150$ мм длина прорези для крепления этого ножа составит

$$l = 0,55 B = 0,55 \cdot 150 = 82,5 \text{ мм.}$$

Ширина прорези на 1—1,5 мм больше диаметра болта, закрепляющего ножи. При диаметре болта 12,7 мм ширина прорези составляет 14 мм.

Расстояние между осями прорезей равно 80—100 мм. Для наших расчетов принимаем это расстояние $b=90$ мм.

При $L=300$ мм число прорезей $n=3$. Расстояние от оси крайней прорези до конца ножа равно

$$a = \frac{L - b (n - 1)}{2} = \frac{300 - 90 (3 - 1)}{2} = 60 \text{ мм.}$$

Расчет данных для паспорта прирезного станка с гусеничной подачей

Определяем скорость резания на прирезном станке с гусеничной подачей по формуле

$$v = \frac{\pi d n}{60},$$

где:

d — максимальный диаметр круглой пилы, м;
 n — число оборотов пильного вала, об/мин.

При $d=0,4$ м и $n=2930$ об/мин скорость резания составляет

$$v = \frac{3,14 \cdot 0,4 \cdot 2930}{60} = 61,5 \text{ м/сек.}$$

Для расчета скорости подачи руководствуемся кинематической схемой станка ЦДК-4.

Редуктор механизма подачи приводится во вращение четырехскоростным двигателем с числами оборотов в минуту: $n_1=460$, $n_2=700$, $n_3=920$ и $n_4=1420$.

Число оборотов электромотора уменьшается в редукторе. Определяем передаточное число редуктора, в котором установлены 6 зубчатых колес с числами зубьев: $Z_1=29$, $Z_2=52$, $Z_3=18$, $Z_4=54$, $Z_5=18$ и $Z_6=54$.

Передаточное число редуктора составляет

$$i_{\text{ред}} = \frac{Z_1 Z_3 Z_5}{Z_2 Z_4 Z_6} = \frac{29 \cdot 18 \cdot 18}{52 \cdot 54 \cdot 54} = 0,061.$$

От редуктора к ведущему валу конвейера подача осуществляется при помощи цепной передачи с числами зубьев звездочек $Z_1=20$ и $Z_2=32$. Передаточное число цепной передачи составит

$$i_{ц.п} = \frac{Z'_1}{Z'_2} = \frac{20}{32} = 0,625.$$

Вычисляем общее передаточное число редуктора и цепной передачи от редуктора к ведущему валу конвейера подачи

$$i = i_{ред} i_{ц.п} = 0,061 \cdot 0,625 = 0,038.$$

Определяем числа оборотов ведущего вала конвейера подачи для всех четырех скоростей подачи (*об/мин.*):

$$\begin{aligned} n_1 &= n_1 i = 460 \cdot 0,038 = 17,4; \\ n_{II} &= n_2 i = 700 \cdot 0,038 = 26,6; \\ n_{III} &= n_3 i = 920 \cdot 0,038 = 35,0; \\ n_{IV} &= n_4 i = 1420 \cdot 0,038 = 53,8. \end{aligned}$$

Скорости подачи находим по формуле

$$U = \pi d n,$$

где:

d — диаметр ведущего туэра конвейера подачи, *м*;

n — число оборотов ведущего вала конвейера подачи, *об/мин.*

Для расчета принимаем $d=259$ *мм*.

Определяем скорости подачи (*м/мин*):

$$\begin{aligned} U_1 &= \pi d n_1 = 3,14 \cdot 0,259 \cdot 17,4 = 14,2; \\ U_2 &= \pi d n_{II} = 3,14 \cdot 0,259 \cdot 26,6 = 21,6; \\ U_3 &= \pi d n_{III} = 3,14 \cdot 0,259 \cdot 35,0 = 28,5; \\ U_4 &= \pi d n_{IV} = 3,14 \cdot 0,259 \cdot 53,8 = 43,5. \end{aligned}$$

По технической характеристике станка ЦДК-4 скорости подачи составляют: $U_1=15$ *м/мин*, $U_2=22,5$ *м/мин*, $U_3=30$ *м/мин* и $U_4=45$ *м/мин*.

Расчет показал несколько меньшие скорости подачи, так как мы принимали во внимание только диаметр начальной окружности туэра и не учитывали размера гусеничного конвейера.

Расчет данных для паспорта паркетнострогального станка

Расчет паспортных данных ведем для станка ПАРК-5.

Число оборотов ножевых головок соответствует числу оборотов их электрических двигателей и равно $n=6000$ *об/мин*, так как станок электрифицированный и ножевые головки имеют двигатели на одном валу.

Определяем скорость резания при наибольшем диаметре головок на горизонтальных валах $d=180 \text{ мм}$:

$$v = \frac{\pi d n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,18 \cdot 6000}{60} = 56,5 \text{ м/сек.}$$

Скорость резания при наибольшем диаметре головок на вертикальных валах $d=200 \text{ мм}$ равна

$$v = \frac{3,14 \cdot 0,2 \cdot 6000}{60} = 63 \text{ м/сек.}$$

Величину крутящего момента рассчитываем по формуле

$$M_{\text{кр}} = \frac{716,2 \cdot 1,36 \cdot N \cdot \eta}{n},$$

где:

1,36 — коэффициент для перевода мощности в квт, так как при коэффициенте 716,2 расчет велся в л. с.;

N — мощность установленного двигателя (на горизонтальных валах $N=4 \text{ квт}$ и на вертикальных $N=3,2 \text{ квт}$);

η — коэффициент полезного действия (при установке двигателя на ножевом валу $\eta=1$);

n — число оборотов ножевого вала, об/мин.

Величина крутящего момента составляет:

на горизонтальных валах

$$M_{\text{кр}} = \frac{716,2 \cdot 1,36 \cdot 4 \cdot 1}{6000} = 0,65 \text{ кг}\cdot\text{м},$$

на вертикальных валах

$$M_{\text{кр}} = \frac{716,2 \cdot 1,36 \cdot 3,2 \cdot 1}{6000} = 0,52 \text{ кг}\cdot\text{м.}$$

При расчете скоростей подачи руководствуемся кинематической схемой станка ПАРК-5. Он имеет четыре скорости подачи, которые осуществляются при помощи двухскоростного электродвигателя через редуктор. Числа оборотов электродвигателя $n_{\text{м-1}}=700 \text{ об/мин}$, $n_{\text{м-11}}=1400 \text{ об/мин}$.

Рассматриваем звенья кинематической цепи от электродвигателя до вала конвейера подачи. В этой цепи имеются одно постоянное и два переменных передаточных числа переменных звеньев кинематической цепи редуктора.

Числа зубьев зубчатых колес в постоянных звеньях редуктора $Z_1=18$, $Z_2=54$, $Z_3=16$ и $Z_4=67$. Числа зубьев звездочек механизма подачи: $Z_1'=15$ и $Z_2'=36$.

Вычисляем постоянное передаточное число звеньев кинематической цепи:

$$i_{\text{const}} = \frac{Z_1 Z_3 Z_1'}{Z_2 Z_4 Z_2'} = \frac{18 \cdot 16 \cdot 15}{54 \cdot 67 \cdot 36} = 0,033.$$

Числа зубьев зубчатых колес в переменных звеньях редуктора $Z_5=19$; $Z_6=64$, $Z_7=26$ и $Z_8=57$.

Определяем первое и второе передаточные числа переменных звеньев кинематической цепи редуктора:

$$i_1 = \frac{Z_5}{Z_6} = \frac{19}{64} = 0,3; \quad i_2 = \frac{Z_7}{Z_8} = \frac{26}{57} = 0,456.$$

Рассчитываем числа оборотов ведущего вала конвейера подачи (*об/мин*):

$$n_1 = n_{\text{м-1}} i_{\text{const}} i_1 = 700 \cdot 0,033 \cdot 0,3 = 6,9;$$

$$n_2 = n_{\text{м-1}} i_{\text{const}} i_2 = 700 \cdot 0,033 \cdot 0,456 = 10,5;$$

$$n_3 = n_{\text{м-11}} i_{\text{const}} i_1 = 1400 \cdot 0,033 \cdot 0,3 = 13,8;$$

$$n_4 = n_{\text{м-11}} i_{\text{const}} i_2 = 1400 \cdot 0,033 \cdot 0,456 = 21,0.$$

Скорости подачи определяем по формуле

$$U = \frac{\pi d n}{1000},$$

где:

d — диаметр ведущей звездочки механизма подачи;

n — число оборотов ведущей звездочки конвейера подачи.

Таким образом, скорости подачи при $d=370$ *мм* составляют (*м/мин*):

$$U_1 = \frac{\pi d n_1}{1000} = \frac{3,14 \cdot 370 \cdot 6,9}{1000} = 8;$$

$$U_2 = \frac{\pi d n_2}{1000} = \frac{3,14 \cdot 370 \cdot 10,5}{1000} = 12,2;$$

$$U_3 = \frac{\pi d n_3}{1000} = \frac{3,14 \cdot 370 \cdot 13,8}{1000} = 16;$$

$$U_4 = \frac{\pi d n_4}{1000} = \frac{3,14 \cdot 370 \cdot 21}{1000} = 24,2.$$

Мощности резания на горизонтальных и вертикальных ножевых головках рассчитаем при второй скорости подачи $U=12$ *м/мин*.

Величину подачи на один нож горизонтального вала вычисляем по формуле

$$U_z = \frac{1000 U}{n Z},$$

где:

n — число оборотов ножевого вала;

Z — число ножей на валу.

Глубину строгания h горизонтальными ножевыми валами принимаем равной 2 мм и вертикальными — 2,5 мм.

При $n=6000 \text{ об/мин}$ и $Z=6$ величина подачи на один нож

$$U_z = \frac{1000 \cdot 12}{6000 \cdot 6} = 0,33 \text{ мм.}$$

Определяем мощность резания на горизонтальном валу по формуле

$$N_{\text{рез}} = \frac{KbhU}{102 \cdot 60},$$

где:

K — удельное сопротивление резанию (для твердолиственных пород древесины при $U_z=0,3 \text{ мм}$ $K=4,1 \text{ кг/мм}^2$);
 b — ширина строгания (75 мм);
 h — глубина строгания (2 мм).

$$N_{\text{рез}} = \frac{4,1 \cdot 75 \cdot 2 \cdot 12}{102 \cdot 60} = 1,2 \text{ квт.}$$

Мощности резания на вертикальном ножевом валу рассчитываем при работе фрезой и пилами.

При работе фрезой определяем величину подачи на один зуб фрезы при $Z=6$

$$U_z = \frac{1000 \cdot 12}{6000 \cdot 6} = 0,33 \text{ мм.}$$

Мощность резания при работе фрезой на вертикальном валу при $b=19 \text{ мм}$, считая, что толщина строгаемой детали до строжки составляла 21 мм, равна

$$N_{\text{рез}} = \frac{4,1 \cdot 19 \cdot 2,0 \cdot 12}{102 \cdot 60} = 0,31 \text{ квт.}$$

При работе пилами определяем величину подачи на один зуб при $Z=60$ (для станка модели ПАРК-5)

$$U_z = \frac{1000 \cdot 12}{6000 \cdot 60} = 0,033 \text{ мм.}$$

Для твердолиственных пород при $U_z=0,033 \text{ мм}$ $K=15 \text{ кг/мм}^2$.

Мощность резания при работе пилой на вертикальном валу равняется

$$N_{\text{рез}} = \frac{15 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 12}{102 \cdot 60} = 0,94 \text{ квт},$$

где ширина шпунта $b=4 \text{ мм}$ и его глубина $h=8 \text{ мм}$.

Расчет данных для паспорта паркетного концервнителя модели ПАРК-6

Так как станок модели ПАРК-6 электрифицированный, то число оборотов рабочих валов соответствует числу оборотов их электродвигателей, т. е. $n=6000 \text{ об/мин}$ (рабочие головки имеют двигатели на одном валу).

Определяем скорости резания при наибольших диаметрах круглых пил:
на горизонтальных пильных валах (при $d=0,25 \text{ м}$)

$$v = \frac{3,14 \cdot 0,25 \cdot 6000}{60} = 47,2 \text{ м/сек};$$

на вертикальных пильных валах (при $d=0,2 \text{ м}$)

$$v = \frac{3,14 \cdot 0,2 \cdot 6000}{60} = 37,7 \text{ м/сек}.$$

Находим величину крутящих моментов:
на горизонтальных пильных валах при $N=2,2 \text{ квт}$

$$M_{kp} = \frac{716,2 \cdot 1,36 \cdot 2,2}{6000} = 0,356 \text{ кгм};$$

на вертикальных пильных валах при $N=1,4 \text{ квт}$

$$M_{kp} = \frac{716,2 \cdot 1,36 \cdot 1,4}{6000} = 0,228 \text{ кгм}.$$

Для расчета скоростей подачи руководствуемся кинематической схемой станка модели ПАРК-6.

Станок модели ПАРК-6 имеет четыре скорости подачи, осуществляемые с помощью редуктора. Механизм подачи приводится в движение при помощи электродвигателя $N=1 \text{ квт}$ и $n_{дв}=1410 \text{ об/мин}$.

В редукторе имеется четыре пары зубчатых колес. Общее передаточное число этих колес является постоянным

$$i = \frac{Z_1 Z_{11} Z_{13} Z_{15}}{Z_2 Z_{12} Z_{14} Z_{16}} = \frac{24 \cdot 24 \cdot 20 \cdot 35}{56 \cdot 56 \cdot 70 \cdot 53} = 0,035.$$

С учетом цепной передачи к валу конвейера подачи постоянное передаточное число находится

$$i_{\text{const}} = \frac{i P_1}{P_2} = \frac{0,035 \cdot 14}{36} = 0,014.$$

Переменные передаточные числа редуктора для соответствующих скоростей подач составляют:

$$i_1 = \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{20}{70} = 0,29;$$

$$i_{II} = \frac{Z_5}{Z_6} = \frac{30}{60} = 0,5;$$

$$i_{III} = \frac{Z_7}{Z_8} = \frac{36}{54} = 0,67;$$

$$i_{IV} = \frac{Z_9}{Z_{10}} = \frac{45}{45} = 1.$$

Числа оборотов вала конвейера подачи равны (*об/мин*):

$$n_1 = n_{\text{дв}} i_{\text{const}} i_1 = 1410 \cdot 0,014 \cdot 0,29 = 5,7;$$

$$n_2 = n_{\text{дв}} i_{\text{const}} i_{II} = 1410 \cdot 0,014 \cdot 0,5 = 9,8;$$

$$n_3 = n_{\text{дв}} i_{\text{const}} i_{III} = 1410 \cdot 0,014 \cdot 0,67 = 13,2;$$

$$n_4 = n_{\text{дв}} i_{\text{const}} i_{IV} = 1410 \cdot 0,014 \cdot 1 = 19,7.$$

Скорости подачи при диаметре начальной окружности туэра подачи $d=250 \text{ мм}$ составляют (*м/мин*):

$$U_1 = \frac{\pi d n_1}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 5,7}{1000} = 4,48;$$

$$U_2 = \frac{\pi d n_2}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 9,8}{1000} = 7,7;$$

$$U_3 = \frac{\pi d n_3}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 13,2}{1000} = 10,4;$$

$$U_4 = \frac{\pi d n_4}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 19,7}{1000} = 15,5.$$

Находим мощности резания на горизонтальных и вертикальных валах, исходя из условий, что на станке модели ПАРК-6 торцуются паркетные дощечки толщиной 17 *мм* с пазом в торцах глубиной 8 *мм*. Работа осуществляется на третьей ступени скорости подачи, т. е. $U=10,4 \text{ м/мин}$.

При числе зубьев пил на горизонтальном валу 64 и на вертикальном валу 60 определим подачу на один зуб:

для торцующих пил

$$U_z = \frac{1000 U}{n Z} = \frac{1000 \cdot 10,4}{6000 \cdot 64} = 0,027 \text{ мм};$$

для пазовых пил

$$U_z = \frac{1000 \cdot 10,4}{6000 \cdot 60} = 0,029 \text{ мм.}$$

При подаче на один зуб $U_z = 0,027 \text{ мм}$ удельные сопротивления резанию $K = 14,4 \text{ кг/мм}^2$, а при $U_z = 0,029 \text{ мм}$ величина $K = 10,05 \text{ кг/мм}^2$ с учетом того, что для торцующих пил ширина пропила $b = 2,5 \text{ мм}$, а для пазорезных пил $b = 4 \text{ мм}$.

Вычисляем мощность резания:
на горизонтальном пильном валу

$$N_{\text{рез}} = \frac{14,4 \cdot 2,5 \cdot 17 \cdot 10,4}{102 \cdot 60} = 1,0 \text{ квт};$$

на вертикальном пильном валу

$$N_{\text{рез}} = \frac{10,05 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 10,4}{102 \cdot 60} = 0,55 \text{ квт}.$$

Установленные на горизонтальных и вертикальных валах электродвигатели позволяют выполнять упомянутую работу на станке ПАРК-6.

Расчет данных для паспорта сверлильно-пазовального станка с автоподачей

При расчете руководствуемся кинематической схемой станка модели СвПА с автоподачей. В этом станке вращение сверла осуществляется при помощи электродвигателя, находящегося на одном валу со сверлом.

Качание суппорта осуществляется от электродвигателя подачи через редуктор, состоящий из одной пары цилиндрических зубчатых колес и пары винтовых зубчатых колес, и кривошипно-шатунный механизм, шатун которого и приводит в качательное движение суппорт. Возвратно-поступательное движение стола осуществляется гидравлической системой станка.

Число оборотов вала со сверлом определяется числом оборотов электромотора, находящегося со сверлом на одном валу (3000 и 6000 об/мин, в зависимости от частоты электрического тока 50 или 100 пер/сек).

При частоте тока 50 пер/сек применяется мотор мощностью 2,2 квт и при частоте тока 100 пер/сек — мотор мощностью 3,2 квт.

Определяем крутящий момент на валу:
при мощности электродвигателя $N = 2,2 \text{ квт}$

$$M_{\text{кр}} = \frac{716,2 \cdot 1,36 N \eta}{n} = \frac{716,2 \cdot 1,36 \cdot 2,2 \cdot 1}{3000} = 0,713 \text{ кгм};$$

при мощности электродвигателя $N = 3,2 \text{ квт}$

$$M_{\text{кр}} = \frac{716,2 \cdot 1,36 \cdot 3,2 \cdot 1}{6000} = 0,625 \text{ кгм}.$$

Далее вычисляем число качаний суппорта в минуту по формуле

$$n_{\text{кач}} = n_m \frac{Z_1 Z_3}{Z_2 Z_4},$$

где:

n_m — число оборотов мотора механизма подачи (1460 об/мин);

Z_1 и Z_2 — числа зубьев цилиндрических зубчатых колес редуктора ($Z_1=22$ и $Z_2=66$);

Z_3 и Z_4 — числа зубьев винтовых зубчатых колес винтовых шестерен ($Z_3=16$ и $Z_4=52$).

$$n_{\text{кач}} = 1460 \frac{22 \cdot 16}{66 \cdot 52} = 150 \text{ качаний в минуту.}$$

Расчет данных для паспорта цепнодолбежного станка

Приводная звездочка цепнодолбежного станка приводится в движение от индивидуального электромотора мощностью $N=3,3 \text{ квт}$ с числом оборотов $n_{3B}=2850 \text{ об/мин}$. Число оборотов ведущей звездочки соответствует числу оборотов мотора.

Рассчитываем скорость резания на цепнодолбежном станке по формуле

$$v = \frac{\pi d_{3B} n_{3B}}{60 \cdot 1000},$$

где d_{3B} — диаметр звездочки.

При $d_{3B}=40 \text{ мм}$ скорость резания составляет

$$v = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 2850}{60 \cdot 1000} = 6 \text{ м/сек.}$$

Далее определяем коэффициент полезного действия станка

$$\eta_{\text{ст}} = \eta_{\text{п.к.}} \cdot \eta_{\text{п.к.}} = 0,995 \cdot 0,995 = 0,99,$$

где $\eta_{\text{п.к.}}$ — коэффициент полезного действия подшипников качения.

Находим эффективную мощность станка по установленному электродвигателю

$$N_{\text{еф}} = N \eta_{\text{ст}} = 3,3 \cdot 0,99 = 3,26 \text{ квт.}$$

Рассчитываем крутящий момент на рабочем валу станка по мощности электродвигателя

$$M_{\text{кр}} = \frac{716,2 \cdot 1,36 \cdot N_{\text{еф}}}{n_{3B}} = \frac{716,2 \cdot 1,36 \cdot 3,26}{2850} = 1,1 \text{ кгм.}$$

Расчет данных для паспорта пилоточильного автомата

Число оборотов приводного вала пилоточильного автомата определяем по формуле

$$n_{\text{п.в}} = n_m \frac{d_1 \cdot 0,98}{d_2},$$

где:

n_m — число оборотов электродвигателя, об/мин;

d_1 — диаметр шкива на валу электромотора, мм;

d_2 — диаметр шкива на валу контрпривода, мм;

0,98 — коэффициент, учитывающий проскальзывание ремня.

При $n_m = 1435$ об/мин, $d_1 = 65$ мм и $d_2 = 170$ мм.

$$n_{\text{п.в}} = 1435 \frac{65 \cdot 0,98}{170} = 525 \text{ об/мин.}$$

Число оборотов шпинделя точильного круга рассчитываем по формуле

$$n = n_{\text{п.в}} \frac{d_3 \cdot 0,98}{d_4},$$

где:

d_3 — диаметр ведущего шкива на валу контрпривода, мм;

d_4 — диаметр шкива на шпинделе, мм.

При $d_3 = 280$ мм и $d_4 = 45$ мм

$$n = 525 \frac{280 \cdot 0,98}{45} = 3200 \text{ об/мин.}$$

Окружную скорость точильного круга при его наибольшем диаметре находим по формуле

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 1000},$$

где d — наибольший диаметр точильного круга (180 мм).

$$v = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 3200}{60 \cdot 1000} = 30 \text{ м/сек.}$$

Рассчитываем коэффициент полезного действия станка

$$\eta_{\text{ст}} = \eta_p \eta_{\text{р}}' \eta_{\text{п.к}} \eta_{\text{п.к}} K,$$

где:

η_p — к.п.д. ременной передачи (0,98);

$\eta_{\text{р}}'$ — к.п.д. ременной передачи с натяжными роликами (0,97);

$\eta_{\text{п.к.}}$ — к.п.д. подшипников качения (0,995);

K — коэффициент расхода мощности в механизме подачи (0,92).

$$\eta_{\text{ст}} = 0,98 \cdot 0,97 \cdot 0,995 \cdot 0,995 \cdot 0,92 = 0,865.$$

Определяем эффективную мощность станка при мощности установленного электродвигателя $N = 1,1 \text{ квт}$.

$$N_{\text{эфф}} = N \eta_{\text{ст}} \Rightarrow 1,1 \cdot 0,865 = 0,95.$$

Вычисляем крутящий момент на шпинделе по мощности двигателя

$$M_{\text{кр}} = \frac{716,2 \cdot 1,36 \cdot 0,95}{3200} = 0,3 \text{ кгм.}$$

Определяем число двойных ходов суппорта точильного круга (число затачиваемых зубцов в минуту), руководствуясь кинематической схемой станка:

$$n_{\text{суп}} = n_{\text{п.в.}} \frac{Z_1 Z_3 Z_5}{Z_2 Z_4 Z_6} = 525 \frac{12 \cdot 26 \cdot 30}{96 \cdot 42 \cdot 38} = 32 \text{ зубца в минуту.}$$

где:

$n_{\text{п.в.}}$ — число оборотов приводного вала;
 $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6$ — числа зубьев кинематической цепи от вала контрпривода до эксцентрикового вала станка.

Расчет производительности круглопильного станка модели ЦПА

Производительность станка ЦПА рассчитывается по формуле

$$A = \frac{60}{n(t_p + t_n)} K,$$

где:

n — число резов в мин. (25);

t_p — время одного реза, сек.;

t_n — время для передвижения доски и установки по месту реза, сек.;

K — коэффициент использования станка.

Суммарное время $t_p + t_n$ при длине заготовок 1,2 м и толщине заготовок 60 мм при ручной подаче составит 7 сек. Для станков с автоматической подачей это время уменьшаем на 20%. Тогда суммарное время

$$t_p + t_n = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ сек.}$$

При $n=25$ резов в минуту и $K=0,85$ производительность станка ЦПА-2 в штуках досок находится

$$A = \frac{60}{25 \cdot 5,6} 0,85 = 0,362 \text{ шт/мин.}$$

Производительность станка ЦПА-2 в штуках досок за смену составит

$$A = 0,362 \cdot 420 = 152 \text{ шт.}$$

Расчет производительности круглопильного прирезного станка модели ЦДК-4 с гусеничной подачей

Производительность станка ЦДК-4 рассчитывается по формуле

$$P = \frac{TUK_1K_2}{ln},$$

где:

T — продолжительность смены (420 мин.);

U — скорость подачи (принимаем третью ступень скорости подачи $U=28 \text{ м/мин}$);

K_1 — коэффициент использования рабочего дня (0,9);

K_2 — коэффициент использования машинного времени (0,9);

l — длина заготовки (0,8 м);

n — число резов в одной заготовке (4 реза).

Производительность станка в количестве резов за смену равна

$$P = \frac{420 \cdot 28 \cdot 0,9 \cdot 0,9}{0,8 \cdot 4} = 2977 \text{ резов.}$$

Расчет производительности ленточнопильного станка модели ЛС-100 с приспособлением для ребровой распиловки

Расчет производительности станка модели ЛС-100 ведем по формуле

$$A = UTK_1K_2,$$

где:

U — скорость подачи, м/мин;

T — продолжительность смены, мин;

K_1 — коэффициент использования рабочего времени;

K_2 — коэффициент использования машинного времени.

Принимая $U=20 \text{ м/мин}$, $T=420 \text{ мин}$, $K_1=0,9$ и $K_2=0,78$ (для досок короче 3 м), находим производительность станка в смену

$$A = 20 \cdot 420 \cdot 0,9 \cdot 0,78 = 5900 \text{ пог. м}$$

Расчет производительности фуговального станка

До расчета производительности фуговального станка следует определить допустимую скорость ручной подачи. Для этого прежде всего определяем длину волны l при допустимой

по ГОСТ 7016—54 чистоте поверхности для склеивания по 8-му классу точности

$$l = 2 \sqrt{(2R - h)h};$$

где:

R — радиус окружности, описываемой лезвием ножа (60 мм);

h — глубина волны или высота неровности (0,05 мм).

$$l = 2 \sqrt{(2 \cdot 60 - 0,05) 0,05} = 4,9 \approx 5 \text{ мм.}$$

Допустимую скорость подачи рассчитываем по формуле

$$U = \frac{\ln Z}{1000},$$

где:

n — число оборотов ножевого вала (для фуговального станка $n=3000 \text{ об/мин}$);

Z — число ножей, принимающих участие при строгании (для худших условий работы $Z=1$).

$$U = \frac{5 \cdot 3000 \cdot 1}{1000} = 15 \text{ м/мин.}$$

Производительность фуговального станка вычисляем по формуле

$$A = \frac{TUK_1K_2n}{lm},$$

где:

T — продолжительность рабочей смены (420 мин.);

K_1 — коэффициент использования рабочего дня (для фуговальных станков с ручной подачей $K_1=0,91$);

K_2 — коэффициент использования машинного времени станка (при длине заготовки 0,6 м $K_2=0,75$);

n — число заготовок в одной закладке (3 шт.);

l — длина обрабатываемой заготовки (0,6 м);

m — среднее число проходов заготовки (2).

Таким образом, производительность фуговального станка в штуках заготовок за смену равна

$$A = \frac{420 \cdot 15 \cdot 0,91 \cdot 0,75 \cdot 3}{0,6 \cdot 2} = 10800 \text{ шт.}$$

Расчет производительности рейсмусового станка

Производительность рейсмусового станка рассчитывается по формуле

$$A = \frac{TUK_cK_1K_2m}{ln},$$

где:

T — продолжительность рабочей смены (420 мин.);

U — скорость подачи (для третьей ступени скорости подачи станка модели СР 6-6 $U=20 \text{ м/мин.}$);
 K_c — коэффициент скольжения (0,92);
 K_1 — коэффициент использования рабочего дня (0,9);
 K_2 — коэффициент использования машинного времени (0,9);
 m — число проходов при обработке (в среднем $m=2$);
 l — длина заготовки (0,7 м);
 n — число заготовок, одновременно пропускаемых через станок (при наличии секционного валика $n=3$).

Производительность рейсмусового станка в смену составляет

$$A = \frac{420 \cdot 20 \cdot 0,92 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 2}{0,7 \cdot 3} = 13\,400 \text{ шт.}$$

Расчет производительности четырехстороннего строгального станка модели С26-2

Расчет производительности станка модели С26-2 ведем по формуле

$$A = TUqK_1K_2,$$

где:

U — скорость подачи (принимаем максимальную скорость подачи $U=42 \text{ м/мин.}$);
 q — объем 1 пог. м доски. Принимаем сечение обрабатываемой доски $200 \times 50 \text{ мм}$, тогда

$$q = 0,2 \cdot 0,05 \cdot 1 = 0,01 \text{ м}^3;$$

K_1 — коэффициент использования рабочего времени (0,92);
 K_2 — коэффициент использования машинного времени (0,95).

Таким образом, производительность станка в смену равна

$$A = 42 \cdot 420 \cdot 0,01 \cdot 0,92 \cdot 0,95 = 155 \text{ м}^3.$$

Расчет производительности паркетнострогального станка модели ПАРК-5

Производительность станка модели ПАРК-5 определяем по формуле

$$A = \frac{UTlbK_1K_2}{l_1},$$

где:

U — скорость подачи (при работе на две скорости подачи $U=12 \text{ м/мин.}$);
 T — продолжительность смены (420 мин.);
 l — длина паркетной дощечки (0,3 м);

b — ширина паркетной дощечки ($0,04\text{ м}$);

K_1 — коэффициент использования рабочего времени ($0,92$);

K_2 — коэффициент использования машинного времени ($0,93$);

l_1 — длина фризы ($0,33\text{ м}$).

Производительность паркетнострогального станка в м^2 паркета за смену равна

$$A = \frac{12 \cdot 420 \cdot 0,3 \cdot 0,04 \cdot 0,92 \cdot 0,93}{0,33} = 157 \text{ м}^2.$$

Расчет производительности паркетного концеравнителя модель ПАРК-6

Производительность паркетного концеравнителя модели ПАРК-6 рассчитываем по формуле

$$A = \frac{UTnlbK_1K_2}{t},$$

где:

U — скорость подачи (при работе на 3-й скорости подачи $U = 9,9 \text{ м/мин}$);

T — продолжительность смены (420 мин.);

n — число паркетных планок, укладываемых в интервале между кулачками (2 шт.);

l — длина паркетной дощечки ($0,3 \text{ м}$);

b — ширина паркетной дощечки ($0,04 \text{ м}$);

K_1 — коэффициент использования рабочего времени ($0,92$);

K_2 — коэффициент использования машинного времени ($0,93$);

t — шаг кулачков на подающих цепях ($0,09 \text{ м}$).

Таким образом, производительность паркетного концеравнителя в смену составляет

$$A = \frac{9,9 \cdot 420 \cdot 2 \cdot 0,3 \cdot 0,04 \cdot 0,92 \cdot 0,93}{0,09} = 950 \text{ м}^2.$$

Расчет производительности кромкофуговального станка

Расчет производительности кромкофуговального станка (при футовке двух кромок) ведем по формуле

$$A = \frac{TUK_cK_1K_2}{l},$$

где:

U — скорость подачи (20 м/мин);

K_c — коэффициент, учитывающий скольжение ($0,95$);

K_1 — коэффициент использования рабочего времени ($0,93$);

K_2 — коэффициент использования машинного времени ($0,9$);

l — длина обрабатываемой заготовки ($0,6 \text{ м}$).

Производительность кромкофугового станка в штуках заготовок за смену равна

$$A = \frac{420 \cdot 20 \cdot 0,95 \cdot 0,93 \cdot 0,9}{0,6} = 11\,150 \text{ шт.}$$

Расчет производительности фрезерного станка

Производительность фрезерного станка находим по формуле

$$A = \frac{TUnK_1K_2}{l},$$

где:

T — продолжительность рабочей смены (420 мин.);

U — скорость подачи (6 м/мин);

n — число деталей в одной закладке по высоте (4 шт.);

K_1 — коэффициент использования рабочего времени (0,93);

K_2 — коэффициент использования машинного времени (0,65);

l — длина фрезерования (0,7 м).

Производительность фрезерного станка в штуках деталей за смену составляет

$$A = \frac{420 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 0,93 \cdot 0,65}{0,7} = 8650 \text{ шт.}$$

Расчет производительности одностороннего шипорезного станка модели ШО15А-1

Расчет производительности станка модели ШО15А-1 ведем по формуле

$$A = \frac{TUnK_1K_2}{t},$$

где:

U — скорость подачи (принимаем $U=6,25$ м/мин, которая изменяется в диапазоне 2,5—10 м/мин);

T — продолжительность рабочей смены (420 мин.);

n — число деталей, укладываемых в интервале между кулачками (3 шт.);

K_1 — коэффициент использования рабочего времени (0,92);

K_2 — коэффициент использования машинного времени (0,93);

t — шаг кулачков на подающих цепях (0,09 м).

Таким образом, производительность одностороннего шипорезного станка в штуках деталей за смену равна

$$A = \frac{6,25 \cdot 420 \cdot 3 \cdot 0,92 \cdot 0,93}{0,09} = 74\,000 \text{ шт.}$$

Расчет производительности сверлильно-пазового станка

Производительность сверлильно-пазового станка рассчитывается по формуле

$$A = \frac{TK_1K_2}{T_m},$$

где:

T — продолжительность рабочей смены (420 мин.);
 K_1 — коэффициент использования рабочего времени (0,9);
 K_2 — коэффициент использования машинного времени (0,7);
 T_m — машинное время на выборку одного паза, равное

$$T_m = \frac{60h}{1000U},$$

где:

h — глубина гнезда (40 мм);
 U — скорость осевой подачи (при 3000 оборотах рабочего шпинделя $U=3$ м/мин).

$$T_m = \frac{60 \cdot 40}{1000 \cdot 3} = 0,8 \text{ мин.}$$

Производительность сверлильно-пазового станка с механической подачей в штуках гнезд равна

$$A = \frac{420 \cdot 0,9 \cdot 0,7}{0,8} = 330 \text{ шт.}$$

Расчет производительности цепнодолбежного станка

Расчет производительности цепнодолбежного станка ведем по формуле

$$A = \frac{TK_1K_2}{T_m},$$

где:

T — продолжительность рабочей смены (420 мин.);
 K_1 — коэффициент использования рабочего времени (0,9);
 K_2 — коэффициент использования машинного времени (0,75);
 T_m — машинное время для долбления одного гнезда.

По данным проф. А. Л. Бершадского, для мягких пород при длине гнезда не более 100 мм, ширине 20 мм и глубине более 70 мм $T_m=0,2$ мин.

Таким образом, производительность цепнодолбежного станка в штуках гнезд за смену составит

$$A = \frac{420 \cdot 0,9 \cdot 0,75}{0,2} = 1420 \text{ шт.}$$

ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ СУШКА ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Расчет производительности камерной сушильной установки системы Грум-Гржимайло

Камера сушильной установки системы Грум-Гржимайло вмещает четыре штабеля размером $6,5 \times 1,5 \times 2,5$ м. Толщина досок 50 мм. Продолжительность сушки 5 суток. Годовой объем фактически высушиваемого материала определяется произведением количества одновременно загружаемого в камеру материала на число ее оборотов в течение года, т. е.

$$P = nQ,$$

где:

P — годовая производительность камеры, m^3 ;

n — число оборотов камеры в течение года, об/год;

Q — количество одновременно загружаемого в камеру материала, m^3 .

Число оборотов камеры в течение года находим по формуле

$$n = \frac{345}{T + T_1},$$

где:

T — продолжительность сушки материала, сутки;

T_1 — время, потребное для загрузки и выгрузки материала (0,1 суток).

Находим число оборотов камеры для нашего примера

$$n = \frac{345}{5 + 0,1} = 67 \text{ об/год.}$$

Определяем единовременную загрузку камеры по формуле

$$Q = GK_{ob},$$

где:

G — габаритный объем всех штабелей в камере, m^3 ;

K_{ob} — коэффициент объемного заполнения штабеля.

Габаритный объем штабелей равен

$$\Gamma = l b h m,$$

где:

l — длина штабеля, м;

b — ширина штабеля, м;

h — полезная высота штабеля, м;

m — число штабелей в камере.

Находим габаритный объем штабелей

$$\Gamma = 6,5 \cdot 1,5 \cdot 2,5 \cdot 4 = 97,5 \text{ м}^3.$$

Коэффициент объемного заполнения штабеля равен произведению трех коэффициентов, т. е.

$$K_{\text{об}} = K_d \cdot K_w \cdot K_v,$$

где:

K_d — коэффициент заполнения штабеля по длине (1);

K_w — коэффициент заполнения штабеля по ширине (для сильных установок со слабой циркуляцией воздуха $K_w=0,7$, а для камер со скоростной реверсивной циркуляцией воздуха $K_w=0,95$);

K_v — коэффициент заполнения штабеля по высоте, равный

$$K_v = \frac{s}{25 + 1,08 s} = \frac{50}{25 + 1,08 \cdot 50} = 0,63,$$

где s — толщина материала, мм.

Вычисляем коэффициент объемного заполнения штабеля

$$K_{\text{об}} = 1 \cdot 0,95 \cdot 0,63 = 0,6.$$

Единовременная загрузка камеры составляет

$$Q = 97,5 \cdot 0,6 = 58,5 \text{ м}^3.$$

Зная единовременную загрузку камеры и число ее оборотов в год, определяем годовой объем фактически высушиваемого материала:

$$P = 67 \cdot 58,5 = 3919,5 \text{ м}^3.$$

Расчет обеспеченности мощностями по сушке пиломатериалов

Допустим, что в течение года необходимо просушить:

дубовые необрязанные пиломатериалы в количестве 160 м³, длиной 3 м и толщиной 30 мм с начальной влажностью 70% и конечной 12%;

сосные необрязанные пиломатериалы в количестве 550 м³, длиной 4,5 м и толщиной 25 мм, с начальной влажностью 65% и конечной 12%.

Производительность сушильной установки системы Грум-Гржимайло составляет 1350 м^3 условного материала в год. Условным материалом принято считать сосновые пиломатериалы толщиной 50 мм, шириной 100—200 мм и длиной не менее 1 м, с начальной влажностью 60% и конечной 12%.

Для расчета производительности сушильного цеха необходимо сопоставить пропускную способность сушильной установки в условной древесине с количеством древесины, подлежащей просушке. Для сопоставления древесину, подлежащую сушке, переводим в условную по формуле

$$Q_1 = Q_2 K_{\text{общ}},$$

где:

Q_2 — объем древесины до перевода ее в условную;

$K_{\text{общ}}$ — общий поправочный коэффициент, равный произведению отдельных коэффициентов:

$$K_{\text{общ}} = K_t K_{\text{ш}} K_{\text{п}} K_{\text{вл}} K_{\text{н}} K_{\text{дл}} K_{\text{к}},$$

где:

K_t — коэффициент поправки на толщину материала;

$K_{\text{ш}}$ — » » на ширину материала;

$K_{\text{п}}$ — » » на породу материала;

$K_{\text{вл}}$ — » влияния начальной и конечной влажности материала;

$K_{\text{н}}$ — коэффициент назначения материала;

$K_{\text{дл}}$ — » , учитывающий длину материала;

$K_{\text{к}}$ — » » конструкцию камеры.

Переводим древесину, подлежащую сушке, в условную¹: дубовые пиломатериалы

$$K_{\text{общ}} = 0,6 \cdot 1,6 \cdot 4,67 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4,93.$$

$$Q_1 = 160 \cdot 4,93 = 788,8 \text{ м}^3,$$

сосновые пиломатериалы

$$K_{\text{общ}} = 0,5 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 1,07 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,85.$$

$$Q_1 = 550 \cdot 0,85 = 467,5 \text{ м}^3.$$

Общее количество условной древесины составляет

$$788,8 + 467,5 = 1256,3 \text{ м}^3.$$

Определяем процент обеспеченности производства сушильными мощностями по сушке пиломатериалов:

$$\frac{1350}{1256,3} = 107\%.$$

¹ Значения всех приведенных коэффициентов берем из книги П. С. Серговского «Гидротермическая обработка древесины», М., Гослесбумиздат, 1958, стр. 284.

Расчет производительности роликовой сушильной установки

Определяем производительность роликовой сушильной установки СУР-5 за смену при условии, что шпон высушивается одновременно в пяти этажах. Длина камеры 11,4 м, толщина березового шпона 1,5 мм, ширина листа шпона 1,5 м. Продолжительность сушки при заданной температуре 130° составляет 14 мин.

Производительность роликовых сушильных установок находим по формуле

$$P = \frac{TnsbL}{\gamma} \cdot K_{дл} K_{р.в},$$

где:

T — время работы сушильной установки, мин.;

n — число листов шпона (для 5-этажной сушильной установки $n=10$);

s — толщина шпона, м;

b — ширина листа сухого шпона, м;

L — длина эксплуатируемой части сушильной установки, м;

γ — продолжительность сушки, мин.;

$K_{дл}$ — коэффициент заполнения шпоном длины эксплуатируемой части сушильной установки (0,98);

$K_{р.в}$ — коэффициент использования рабочего времени (0,97).

Производим расчет производительности сушильной установки за 7 часов работы:

$$P = \frac{420 \cdot 10 \cdot 0,0015 \cdot 1,5 \cdot 11,4}{14} \cdot 0,98 \cdot 0,97 = 7,26 \text{ м}^3.$$

Расчет фактической производительности сушильной установки

Произведем расчет по заданной спецификации фактической производительности сушильной установки в условном материале. Спецификация пиломатериалов, подлежащих сушке в течение года, указана в табл. 19.

Для переведения фактически высушенных пиломатериалов в условные необходимо учесть все переводные коэффициенты:

$K_{укл}$ — коэффициент, учитывающий укладку материала в штабель;

K_w — коэффициент, учитывающий величину начальной и конечной влажности;

K_p — коэффициент, учитывающий породу;

K_s — » » » толщину материала;

$K_{дл}$ — » » » длину материала;

$K_{ш}$ — » » » ширину материала;

K_n — » » » назначение материала.

Пиломатериалы, подлежащие сушке

Таблица 19

Наименование материала	Порода	Размеры, мм			Влажность, %		Назначение	Количество, м ³
		толщина	ширина	длина	начальная	конечная		
Доски обрезные	Сосна	25	100	6,5	60	15	Тара	3400
Доски необрезные	Бук	50	250	6,0—6,5	70	8	Мебель	960
Доски необрезные	Дуб	30	150	3,0	60	8	Мебель	640
Итого								5000

Общий коэффициент равен

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{укл}} K_w K_p K_s K_{\text{дл}} K_{\text{ш}} K_n.$$

Пользуясь указанными коэффициентами¹, производим необходимый расчет (табл. 20).

Таблица 20

Пиломатериалы, подлежащие сушке, в условном материале

Наименование материала	Переводные коэффициенты								Количество в условном материале, м ³	Количество в условном материале, м ³
	$K_{\text{укл}}$	K_w	K_p	K_s	$K_{\text{дл}}$	$K_{\text{ш}}$	K_n	$K_{\text{общ}}$		
Доски обрезные	1,34	1,11	1,0	0,5	1,0	1,0	0,83	0,62	3400	2108
Доски необрезные	1,17	1,35	2,33	1,0	1,0	1,1	1,0	4,02	960	3859
Доски необрезные	1,42	1,25	4,67	0,6	1,0	1,1	1,0	5,45	640	3488
Итого										9455

Как видно из табл. 20, количество условных пиломатериалов равно 9455 м³.

Расчет емкости камеры

Определяем емкость камеры системы Грум-Гржимайло в плотном объеме пиломатериалов. В камере могут поместиться

¹ Значение всех коэффициентов берем из книги Н. С. Селюгина «Сушка древесины».

два штабеля размером $6,5 \times 1,8 \times 2,7$ м. Высушиваем доски длиной 3 м произвольной ширины и толщиной 40 мм. Толщина прокладок 25 мм.

Емкость сушильной камеры определяется габаритным объемом загружаемого штабеля $\Gamma_{шт}$, числом штабелей в камере $m_{шт}$ и объемным коэффициентом их заполнения K , т. е.

$$Q = \Gamma_{шт} m_{шт} K.$$

Объемный коэффициент заполнения штабеля K представляет собой отношение емкости штабеля в плотном объеме пиломатериалов к его габаритному объему и равен произведению линейных коэффициентов заполнения штабеля по его длине K_d , ширине K_w и высоте K_v , т. е.

$$K = K_d K_w K_v.$$

K_d характеризует отношение средней длины пиломатериалов к их максимальной длине, определяющей длину штабеля, и изменяется в пределах 0,8—1,0. В данном случае $K_d = 0,92$ ($\frac{6}{6,5}$).

K_w зависит от соотношения ширины досок и шпаций. При укладке без шпаций $K_w = 0,9 - 0,93$, при укладке со шпациями $K_w = 0,5 - 0,7$. В нашем примере принимаем $K_w = 0,7$.

K_v определяется толщиной досок s и толщиной прокладок a и выражается отношением

$$K_v = \frac{s}{s + a} = \frac{40}{40 + 25} = 0,61.$$

Таким образом, объемный коэффициент заполнения штабеля равен

$$K = 0,92 \cdot 0,7 \cdot 0,61 = 0,39.$$

Полезная емкость камеры по ранее приведенной формуле составляет

$$Q = (6,5 \cdot 1,8 \cdot 2,7) \cdot 2 \cdot 0,39 = 24,64 \text{ м}^3.$$

Расчет количества влаги, испаряемой из 1 м³ древесины

Определяем количество влаги, испаряемой из 1 м³ древесины сосны, если ее начальная влажность 65%, а конечная 12%. Количество влаги, испаряемой из 1 м³ древесины в процессе сушки, определяется по формуле

$$M = \gamma_{усл} \frac{W_n - W_k}{100},$$

где:

$\gamma_{усл}$ — условный объемный вес, кг/м³.

W_n — начальная влажность древесины, %;

W_k — конечная влажность древесины, %.

Условный объемный вес древесины сосны $\gamma_{\text{усл}} = 430 \text{ кг}/\text{м}^3$ ¹. Пользуясь приведенной формулой, производим необходимый расчет:

$$M = \gamma_{\text{усл}} \frac{W_h - W_k}{100} = 430 \frac{65 - 12}{100} = 227,9 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Среднее количество влаги, испаряемой древесиной из одной камеры, равно

$$M_1 = \gamma_{\text{усл}} \frac{W_h - W_k}{100} q \text{ кг},$$

где q — объем материала в камере, м^3 .

Среднее количество влаги, испаряемой древесиной из одной камеры в час, равно

$$M = \gamma_{\text{усл}} \frac{W_h - W_k}{100} \frac{q}{t} \text{ кг/час},$$

где t — продолжительность сушки материала, час.

Определение начальной и конечной влажности материала до и после сушки

Для разовых анализов влажности древесины до и после сушки применяется весовой метод определения влажности по секциям. Исчисление процента влажности производится по отношению к весу сухой древесины по формуле

$$W = \frac{g_{\text{вл}} - g_{\text{сух}}}{g_{\text{сух}}} \cdot 100,$$

где:

$g_{\text{вл}}$ — вес влажной древесины, г;

$g_{\text{сух}}$ — вес абсолютно сухой древесины, г.

Допустим, что вес секции до сушки составлял 240 г. Вес этой же секции после ее просушки в сушильном шкафчике до постоянного веса составляет 150 г. Пользуясь приведенной выше формулой, определяем начальную влажность материала:

$$W_n = \frac{g_{\text{вл}} - g_{\text{сух}}}{g_{\text{сух}}} \cdot 100 = \frac{240 - 150}{150} \cdot 100 = 60\%.$$

По окончании сушки определяем конечную влажность материала. Вес секции, взятой из доски, по окончании сушки равен 170 г. Вес этой же секции после выдерживания ее в сушильном шкафу до постоянного веса равен 150 г.

¹ П. С. Серговский, «Гидротермическая обработка древесины», М., Гослесбумиздат, 1958, стр. 46.

Конечная влажность материала по той же формуле равна

$$W_k = \frac{g_{вл} - g_{сух}}{g_{сух}} \cdot 100 = \frac{170 - 150}{150} \cdot 100 = 13\%.$$

Определение влажности материала в процессе его сушки

Для многократного определения влажности в процессе сушки пользуемся контрольными образцами.

Пусть перед сушкой контрольный образец имел вес $g_n = 6,4 \text{ кг}$ и влажность $W_n = 70\%$. Через некоторое время после начала сушки при первом взвешивании вес образца $g_{вл1} = 4,7 \text{ кг}$ и при втором взвешивании $g_{вл2} = 4,2 \text{ кг}$.

Определим влажность образца во время его первого и второго взвешивания.

Исчисление процента влажности производим по отношению к весу сухой древесины:

$$W = \frac{g_{вл} - g_{сух}}{g_{сух}} \cdot 100 = \left(\frac{g_{вл}}{g_{сух}} - 1 \right) \cdot 100,$$

где:

$g_{вл}$ — вес образца древесины во влажном состоянии, кг;

$g_{сух}$ — вес образца абсолютно сухой древесины, кг.

По начальному весу образца и его начальной влажности можно определить вес абсолютно сухого образца:

$$g_{сух} = \frac{g_n}{100 + W_n} \cdot 100 = \frac{6,4}{100 + 70} \cdot 100 = 3,75 \text{ кг}.$$

Зная вес абсолютно сухого образца, легко определить его влажность в любой момент сушки:

$$W_1 = \left(\frac{g_{вл1}}{g_{сух}} - 1 \right) \cdot 100 = \left(\frac{4,7}{3,75} - 1 \right) \cdot 100 = 24\%;$$

$$W_2 = \left(\frac{g_{вл2}}{g_{сух}} - 1 \right) \cdot 100 = \left(\frac{4,2}{3,75} - 1 \right) \cdot 100 = 12\%.$$

Таким образом, влажность материала во время первого взвешивания была равна 24%, а во время второго взвешивания 12%.

ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Расчет выполнения производственной программы по выпуску валовой и товарной продукции

Данные выполнения производственной программы по выпуску валовой и товарной продукции приводим по форме № 8 годового отчета, изображенной в табл. 21.

Таблица 21

Продукция за отчетный год (тыс. руб.)
Валовая и товарная продукция в оптовых ценах
предприятия (без налога с оборота)

Наименование показателей	Фактически за отчетный год		
	в оптовых ценах предприятия, действовавших в отчетном году	в оптовых ценах на 1/VII 1955 г.	
А. Валовая продукция			
Стоимость валовой продукции	5160	5510	Валовая продукция в оптовых ценах предприятия на 1/VII—1955 г., по плану за отчетный год
В том числе:			5200
работы промышленного характера, включая стоимость ремонтных работ на сторону и капитальный ремонт оборудования своего предприятия	30	30	Процент выполнения плана
			105,9
			Валовая продукция в оптовых ценах предприятия на 1/VII 1955 г. за прошлый год
			5010

Наименование показателей	Фактически за отчетный период		
	в оптовых ценах предприятий, действовавших в отчетном году	в оптовых ценах на 1/VII 1955 г.	
стоимость переработанного сырья заказчиком	—	—	Б. Товарная продукция План за отчетный год 4740
			Фактически за отчетный год: в оптовых ценах, действовавших в отчетном году 5160 в оптовых ценах, принятых в плане 5050 Процент выполнения плана 106,5

Исходя из данных табл. 21, определяем выполнение плана по выпуску валовой продукции:

$$\frac{5510 \cdot 100}{5200} = 105,9\%.$$

Стоимость фактически выпущенной валовой продукции в оптовых ценах на 1/VII 1955 г. равнялась 5510 тыс. руб., но в оптовых ценах, действовавших в отчетном году, она составила 5160 тыс. руб. Это значит, что с 1955 г. оптовые цены предприятия были снижены. Разница в ценах за отчетный год на фактически выпущенную продукцию составила 350 тыс. руб. (5510—5160).

Выполнение плана по выпуску товарной продукции составляет

$$\frac{5050 \cdot 100}{4740} = 106,5\%.$$

Стоимость товарной продукции в оптовых ценах, действовавших в отчетном году, равнялась 5160 тыс. руб., а стоимость той же продукции в ценах, принятых в плане, 5050 тыс. руб. Следовательно, в отчетном году произошло повышение оптовых цен предприятия на объем выпущенной товарной продукции и составило 110 тыс. руб. (5160—5050).

Расчет выполнения плана по ассортименту продукции

Учет выполнения производственной программы производится не только в ценностном, но и в натуральном выражении по установленной номенклатуре и ассортименту.

Приводим отчетные данные о выполнении плана предприятием за отчетный год по ассортименту продукции (табл. 22).

Таблица 22

Выполнение плана по ассортименту продукции

Наименование показателей	Выпуск продукции, шт		Оптовая цена продукции на 1/VII 1955 г., руб.	Фактический выпуск продукции в оптовых ценах на 1/VII 1955 г., тыс. руб.			в том числе:
	по плану	фактически		всего	счет плана	сверх плана	
Стол письменный двухтумбовый	24 000	28 000	80	1920	2240	1920	320
Сервант	3 000	3 000	110	330	330	330	—
Стол обеденный	15 000	16 200	45	675	729	675	54
Услуги на сторону	—	—	—	30	30	30	—
Всего валовой продукции	—	—	—	2955	3329	2955	374
Процент выполнения плана	—	—	—	—	112,6	100	12,6

Производственная программа по ассортименту считается выполненной, если все изделия, предусмотренные планом, изготовлены в количестве не ниже планового.

Выполнение предприятием плана по ассортименту определяется по фактически выпущенной продукции в оптовых ценах предприятия только в пределах плана.

Из приведенных в табл. 22 расчетов видно, что план предприятия по ассортименту выполнен на 100%. Фактический выпуск продукции сверх плана составляет 12,6%. Перевыполнение достигнуто за счет выпуска основной продукции предприятия.

Расчет производительности труда

Для расчета производительности труда (ценностным методом) пользуемся данными о работе предприятия (в составе двух цехов), которые приведены в табл. 23.

Таблица 23

Выполнение плана по производительности труда

Цех	Плановый период			Отчетный период		
	валовая продукция в ценах на 1/VII 1955 г., тыс. руб.	число работающих	производительность труда, руб.	валовая продукция в ценах на 1/VII 1955 г., тыс. руб.	число работающих	производительность труда, руб.
№ 1	2500	1500	1666	3200	1700	1882
№ 2	5000	2000	2500	5200	2000	2600
По предприятию	7500	3500	2143	8400	3700	2270

Для исчисления уровня производительности труда определим ценностный индекс переменного состава, который является основным и вычисляется по формуле

$$\text{Индекс производительности труда переменного состава} = \frac{\text{Валовая продукция за отчетный период}}{\text{Списочное число работающих за отчетный период}} : \frac{\text{Валовая продукция за плановый период}}{\text{Списочное число работающих за плановый период}}$$

Индекс производительности труда переменного состава по цеху № 1 составляет

$$\frac{3200}{1700} : \frac{2500}{1500} = 1,129, \text{ или } 112,9\%.$$

Индекс производительности труда переменного состава по цеху № 2 равен

$$\frac{5200}{2000} : \frac{5000}{2000} = 1,04, \text{ или } 104\%.$$

Индекс производительности труда переменного состава по предприятию в целом определяется

$$\frac{8400}{3700} : \frac{7500}{3500} = 1,054, \text{ или } 105,4\%.$$

Расчет выпуска продукции с 1 м² производственной площади

Выпуск продукции с 1 м² производственной площади определяем по отчетным данным валовой продукции и наличии производственных площадей предприятия за два отчетных периода.

Пусть в 1959 г. выпуск валовой продукции в ценах на 1/VII 1955 г. составил 4920 тыс. руб., а в 1960 г. 5230 тыс. руб. Производственная площадь соответственно равнялась 3800 и 4000 м².

Определяем процент роста валовой продукции

$$\frac{5230 \cdot 100}{4920} = 106,3\%.$$

Процент роста производственных площадей равен

$$\frac{4000 \cdot 100}{3800} = 105,2\%.$$

Из расчета видно, что валовая продукция предприятия увеличилась больше, чем производственные площади. Для оценки использованных основных фондов предприятия нужно определить рост съема продукции с 1 м² производственной площади.

В 1959 г. выпуск продукции с 1 м² производственной площади был равен

$$\frac{4920000}{3800} = 1284 \text{ руб.,}$$

а в 1961 г. он составил

$$\frac{5230000}{4000} = 1308 \text{ руб.}$$

Процент роста выпуска продукции с 1 м² производственной площади в 1960 г. по сравнению с 1959 г. составляет

$$\frac{1308 \cdot 100}{1284} \approx 101,9\%.$$

Расчет выпуска продукции на 1000 рублей стоимости производственного оборудования

Данные о выпуске валовой продукции на 1000 руб. стоимости оборудования характеризуют степень использования оборудования.

Допустим, что на мебельной фабрике в 1959 г. выпуск валовой продукции в ценах на 1/VII 1955 г. равнялся 4000 тыс. руб., а в 1960 г. — 4600 тыс. руб. Стоимость оборудования соответственно составляла 200 и 210 тыс. руб.

Определяем выпуск продукции в рублях на 1000 руб. стоимости основных фондов:

в 1959 г.

$$\frac{4000}{200} = 20 \text{ тыс. руб.};$$

в 1960 г.

$$\frac{4600}{210} = 21,8 \text{ тыс. руб.}$$

Из данного расчета видно, что в 1960 г. степень использования производственного оборудования улучшилась в 1,09 раза ($\frac{21,8}{20}$), или рост выпуска составляет 109%.

Расчет коэффициента ритмичности работы предприятия

Чем ритмичнее работает предприятие, тем ближе к единице приближается коэффициент ритмичности. Рассмотрим это на примере работы предприятия в течение отчетного месяца по декадам (табл. 24).

Таблица 24

Выпуск продукции предприятием в течение месяца

Декады	Выпуск продукции по плану, тыс. руб.	Фактический выпуск продукции, тыс. руб.	Фактический выпуск продукции в пределах плана, тыс. руб.
Первая	300	200	200
Вторая	300	250	250
Третья	300	450	300
Итого за месяц	900	900	750

Из данной таблицы видно, что предприятие выполнило производственный план на 100%, но вместе с тем оно работало неритмично. Так, в третьей декаде было выпущено продукции в размере 50% предусмотренной по плану на весь месяц.

Определяем коэффициент ритмичности, который является отношением фактически выработанной продукции в пределах плана к выпуску продукции, предусмотренной планом, т.е.

$$\frac{750}{900} = 0,83, \text{ или } 83\%.$$

Расчет коэффициентов, характеризующих состояние механизации и автоматизации производства

Для расчета коэффициентов, характеризующих состояние механизации и автоматизации производства, приводим следующие данные:

Выпуск валовой продукции, тыс. руб.	4000
В том числе выпущено продукции:	
в цехах с комплексной механизацией	500
с помощью автоматов	700
Общее число рабочих на предприятии, чел.	550
В том числе число рабочих:	
занятых на механизированных работах	450
обслуживающих автоматы и полуавтоматы	75

Пользуясь этими данными, рассчитываем коэффициенты, характеризующие состояние новой техники.

Коэффициент механизации производства, равный отношению числа рабочих, занятых на механизированных работах, к общему числу всех рабочих

$$\frac{450}{550} = 0,815.$$

Коэффициент автоматизации по выпуску продукции, который является отношением количества продукции, изготовленной с помощью автоматов, к общему выпуску продукции

$$\frac{700}{4000} = 0,174.$$

Коэффициент автоматизации труда, определяемый из отношения числа рабочих, обслуживающих автоматы и полуавтоматы, к общему числу рабочих

$$\frac{75}{550} = 0,136.$$

Коэффициент комплексной механизации производственных процессов, который является отношением количества продукции, изготовленной в цехах с комплексной механизацией, к общему выпуску продукции

$$\frac{500}{4000} = 0,125.$$

Расчет возможного увеличения выпуска продукции и роста производительности труда

Определяем возможное увеличение выпуска валовой продукции за счет изменения числа дней работы рабочего в планируемом году по сравнению с отчетным по формуле

$$Q_1 = (T_p - T_o) \Pi_{dn} R_o,$$

где:

T_p — среднее число дней работы рабочего в планируемом году (280 дней);

T_o — среднее число дней работы рабочего в отчетном году (275 дней);

Π_{dn} — дневная производительность в отчетном году (20 руб. — по выпуску продукции);

R_o — списочное число рабочих в отчетном году (1000 чел.).

$$Q_1 = (280 - 275) 20 \cdot 1000 = 100000 \text{ руб.}$$

Исходя из того, что выпуск валовой продукции на одного рабочего в отчетном году составил $\Pi_{\text{год}} = 5500$ руб., возможный рост производительности труда составляет

$$\Pi_1 = \frac{(T_{\text{п}} - T_0) \Pi_{\text{дн}} \cdot 100}{\Pi_{\text{год}}} = \frac{(280 - 275) \cdot 20 \cdot 100}{5500} = 1,8\%.$$

Находим возможное увеличение выпуска валовой продукции за счет изменения продолжительности рабочего дня в планируемом году по сравнению с отчетным:

$$Q_2 = (t_{\text{п}} - t_0) T_{\text{п}} F R_0,$$

где:

t_0 — продолжительность рабочего дня по отчету (6,5 час.);

$t_{\text{п}}$ — продолжительность рабочего дня по плану (6,6 час.);

F — часовая производительность труда в отчетном году — (3,04 руб.).

$$Q_2 = (6,6 - 6,5) \cdot 280 \cdot 3,04 \cdot 1000 = 85000 \text{ руб.}$$

Вычисляем возможный рост производительности труда за счет изменения фактической продолжительности рабочего дня:

$$\Pi_2 = \frac{(t_{\text{п}} - t_0) T_{\text{п}} F}{\Pi_{\text{год}}} = \frac{(6,6 - 6,5) 280 \cdot 3,04}{5500} = 1,55\%.$$

Допустим, что планом предусмотрено сократить потери времени, связанные с браком, на 2000 час. и, вызванные отступлениями от установленной технологии, на 8000 час. (всего на 10000 час.).

Это даст возможность увеличить валовую продукцию на сумму

$$Q_3 = 3,04 \cdot 10000 = 30400 \text{ руб.}$$

Возможный рост производительности труда в данном случае составляет

$$\Pi_3 = \frac{30400}{1000 \cdot 5500} = 0,0055, \text{ или } 0,55\%.$$

Таким образом, общее возможное увеличение выпуска продукции равно

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 100000 \text{ руб.} + 85000 \text{ руб.} + 30400 \text{ руб.} = \\ = 215400 \text{ руб.}$$

Общее повышение производительности труда составляет

$$\Pi = \Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 = 1,8\% + 1,55\% + 0,55\% = 3,9\%.$$

Расчет роста производительности труда от внедрения организационно-технических мероприятий

Допустим, что по отчетным данным предприятия затраты времени по действующим нормам на единицу изделия составляют 10 час. С учетом процента перевыполнения норм выработки на 120% фактические затраты времени на единицу изделия равны

$$\frac{10 \cdot 100}{120} = 8,33 \text{ час.}$$

Время на изготовление единицы изделия после внедрения мероприятия составляет 7 час. С учетом планируемого процента перевыполнения норм выработка на 120% затраты времени на единицу изделия составляют

$$\frac{7 \cdot 100}{120} = 5,83 \text{ час.}$$

Определим экономию времени с момента внедрения мероприятия до конца планируемого года при условии, что изделий будет изготовлено 7000 штук.

Рост производительности труда от внедрения организационно-технических мероприятий определяется путем подсчета экономии рабочего времени, которая получена с момента внедрения мероприятия до конца планируемого года. Экономия рабочего времени находится путем сопоставления фактической трудоемкости изделия с предполагаемой после проведения мероприятия. Фактическая трудоемкость изделия отражает фактические затраты времени на изделие и устанавливается по действующим нормам с учетом процента выполнения норм.

Экономия от внедрения организационно-технических мероприятий определяется с учетом количества изделий, изготовленных с момента внедрения мероприятия до конца планируемого года.

Рассчитываем рост производительности труда согласно вышеуказанным исходным данным.

Экономия времени с момента внедрения мероприятия до конца планируемого года равна

$$(8,33 - 5,83) \cdot 7000 = 17\,500 \text{ чел-час.}$$

Трудоемкость изделия снижена на

$$\frac{8,33 - 5,83}{8,33} \cdot 100 = 30\%.$$

Рост производительности труда составляет

$$\frac{100 + 30}{100 - 30} = 42,85\%.$$

Расчет тарифных ставок по разрядам

Зная тарифную ставку 1-го разряда и тарифный коэффициент каждого разряда, можно определить тарифную ставку каждого разряда. Пусть тарифная ставка 1-го разряда равна 28 коп. в час и тарифные коэффициенты: 2-го разряда — 1,13, 3-го разряда — 1,29, 4-го разряда — 1,48, 5-го разряда — 1,73 и 6-го разряда — 2,0.

Тарифная ставка любого разряда равна произведению тарифной ставки первого разряда на соответствующий тарифный коэффициент:

Разряд	1	2	3	4	5	6
Тарифный коэффициент	1	1,13	1,29	1,48	1,73	2
Тарифная ставка, коп.	28	32	36	41	48	56

Расчет среднего тарифного коэффициента

Определяем средний тарифный коэффициент по цеху, где имеется 90 рабочих различной квалификации, из которых: 1-го разряда — 15, 2-го разряда — 10, 3-го разряда — 20, 4-го разряда — 25, 5-го разряда — 10 и 6-го разряда — 10 человек.

Зная тарифный коэффициент каждого разряда, определяем тарифный коэффициент по цеху:

$$\frac{15 \cdot 1 + 10 \cdot 1,13 + 20 \cdot 1,29 + 25 \cdot 1,48 + 10 \cdot 1,73 + 10 \cdot 2}{90} = 1,39.$$

Расчет расценки при прямой сдельной оплате

Пусть рабочий 4-го разряда за 7-часовой рабочий день должен обработать 800 штук деталей. По действующей тарифной системе часовая тарифная ставка 4-го разряда составляет 41 коп.

Определяем дневную тарифную ставку.

$$41 \cdot 7 = 2,87 \text{ руб.}$$

Далее рассчитываем сдельную расценку путем деления тарифной ставки на норму выработки

$$\frac{2,87}{800} = 0,35 \text{ коп.}$$

Расчет заработной платы рабочего при бригадной сдельной оплате труда

Рассчитаем заработную плату каждого рабочего в бригаде, состоящей из 4 человек. Бригада вела машинную обработку деталей для выполнения заказа в течение месяца. В табеле цеха

имеются следующие данные о количестве отработанных дней и разрядах членов бригады:

	Разряд	Количество отработанных дней
Иванов	5-й	19
Петров	4-й	22
Михайлов	3-й	23
Новиков	3-й	24

Исходя из действующих сдельных расценок, бригада заработала 350,5 руб. Для распределения заработной платы между членами бригады подсчитываем коэффициенто-дни каждого рабочего:

	Тарифный коэффициент	Количество отработанных дней	Коэффициенто-дни
Иванов	1,73	19	32,87
Петров	1,48	22	32,56
Михайлов	1,29	23	29,67
Новиков	1,29	24	30,96

Сумма коэффициенто-дней равна 126,06

Заработка плата каждого члена бригады составляет:

$$\text{Иванов } \frac{350,5 \cdot 32,87}{126,06} = 91,38 \text{ руб.}$$

$$\text{Петров } \frac{350,5 \cdot 32,56}{126,06} = 90,52 \text{ руб.}$$

$$\text{Михайлов } \frac{350,5 \cdot 29,67}{126,06} = 82,48 \text{ руб.}$$

$$\text{Новиков } \frac{350,5 \cdot 30,96}{126,06} = 86,12 \text{ руб.}$$

Расчет нормы времени, исходя из нормы выработки

Для расчета нормы времени необходимо знать норму выработки и время для выполнения этой нормы.

При норме выработки 800 единиц за смену и 7-часовом рабочем дне (420 мин.) норма времени равна

$$\frac{420 \cdot 60}{800} = 31,5 \text{ сек.}$$

Расчет процента повышения нормы выработки при известном проценте снижения нормы времени

Процент повышения нормы выработки определяем по формуле

$$\frac{100a}{100 + a},$$

где a — процент снижения нормы времени.

Принимая $a=10\%$, определяем процент повышения нормы выработки

$$\frac{100 \cdot 10}{100 + 10} \simeq 9\%.$$

Расчет процента снижения нормы времени при известном проценте повышения нормы выработки

Процент снижения нормы времени определяем по формуле

$$\frac{100 \cdot b}{100 - b},$$

где b — процент повышения нормы выработки.

При $b=15\%$ процент снижения нормы времени составляет

$$\frac{100 \cdot 15}{100 - 15} = 17,7\%.$$

Расчет коэффициента использования рабочего времени

Коэффициент использования рабочего времени определяется по формуле

$$K_1 = \frac{T_n + T_k + T_{p,n}}{T},$$

где:

T_n — прямые затраты рабочего времени;

T_k — косвенные затраты рабочего времени;

$T_{p,n}$ — регламентированные перерывы в работе;

T — продолжительность смены.

Прямые и косвенные затраты рабочего времени и регламентированные перерывы определяем из анализа фотографии рабочего дня: $T_n=335$ мин., $T_k=35$ мин., $T_{p,n}=30$ мин. и $T=420$ мин.

Коэффициент использования рабочего времени, исходя из данных, равен

$$K_1 = \frac{335 + 35 + 30}{420} = 0,95.$$

Расчет коэффициента возможного увеличения производительности за счет уплотнения рабочего дня

Зная коэффициент использования рабочего времени, можно определить коэффициент возможного уплотнения рабочего дня как разность между номинальной продолжительностью рабочего дня, принимаемой за 100%, и коэффициентом использования рабочего времени, т. е.

$$K_2 = 100 - K_1,$$

где K_1 — коэффициент использования рабочего времени.

Принимая $K_1=0,95$, вычисляем коэффициент возможного уплотнения рабочего дня

$$K_2 = 100 - 95 = 5\%, \text{ или } 0,05.$$

Далее рассчитываем коэффициент возможного увеличения производительности за счет уплотнения рабочего дня по формуле

$$K_3 = \frac{K_2}{K_1 - p} \cdot 100,$$

где p — процент нормированных косвенных затрат и перерывов.

По данным предыдущего расчета, $T_k=35$ мин. и $T_{p.p}=30$ мин. Всего на косвенные затраты и регламентированные перерывы тратится 65 мин., что составляет

$$p = \frac{65 \cdot 100}{420} = 15,5\%.$$

Таким образом, коэффициент возможного увеличения производительности за счет уплотнения рабочего дня равен

$$K_3 = \frac{5}{95 - 15,5} \cdot 100 = 6,27\%.$$

Расчет выполнения нормы выработки за месяц

Определяем процент выполнения нормы выработки за месяц рабочим-станочником, который обработал 6000 деталей. Дневная норма выработки составляла 210 деталей. При 26 рабочих днях в месяц норма выработки за месяц составит

$$210 \cdot 26 = 5360 \text{ деталей.}$$

Таким образом, процент выполнения нормы выработки за месяц рабочим-станочником составляет

$$\frac{6000 \cdot 100}{5360} = 111\%.$$

Расчет нормы выработки при ручной сборке ящиков

Определяем норму выработки на ручную сборку ящиков размером $700 \times 400 \times 350$ мм.

Из фотографии рабочего дня установлено, что из 420 мин. длительности рабочего дня 390 мин. (92,1%) идут на прямые затраты по сборке ящиков.

Путем хронометражка определяем затраты времени по элементам операций (сек.).

Взять корпус-рамку и положить на рабочее место	4
Взять дно и наложить на рамку	7
Набрать 16 шурупов	6
Загнать молотком 16 шурупов в раззенкованные отверстия	40
Завернуть шурупы электродрелью	32
Перевернуть ящик	2
Взять крышку и наложить на рамку	3
Закрепить крышку на четырех гвоздях	12
Отложить ящик	4
 Всего	110

Норма выработки в штуках ящиков за смену определяется путем деления прямых затрат рабочего времени за смену в секундах ($390 \cdot 60$) на затраты времени по сборке одного ящика, установленные путем хронометражных наблюдений (110 сек.):

$$\frac{390 \cdot 60}{110} = 212 \text{ шт.}$$

Расчет нормы выработки станочника по поперечному раскрою досок

Определяем норму выработки рабочим-станочником по поперечному раскрою досок II и III сортов толщиной 22 мм при средних ширине 160 мм и длине 5 м. Раскрой ведется на заготовки длиной 700 мм. В каждой закладке пять досок. Из одной доски выходит семь заготовок.

Из фотографии рабочего дня определяем, что на прямые затраты уходит в течение рабочей смены 382 мин.

Из данных хронометражных наблюдений при работе на торцовочном станке затраты времени на подготовку закладки $t_3=10$ сек., передвижку закладки $t_2=2$ сек., один рез $t_1=2$ сек. и уборку отходов и заготовок $t_4=15$ сек.

Норма выработки рассчитывается по следующей формуле:

$$N = \frac{60 T_{\text{пр}} a n}{n(t_1 + t_2) + t_3 + t_4},$$

где:

$T_{\text{пр}}$ — прямые затраты времени, мин.;

a — число досок в закладке, шт.;

n — число заготовок, получаемых из одной доски.

При $a=5$ шт. норма выработки на торцовочном станке в смену составляет

$$N = \frac{60 \cdot 382 \cdot 5 \cdot 7}{7(2+2) + 10 + 15} = 15200 \text{ шт.}$$

Расчет нормы выработки станочника на фуговальном станке

Из фотографии рабочего дня устанавливаем, что прямые затраты рабочего времени составляют 380 мин.

По данным хронометражных наблюдений определяем затраты времени по элементам операции (сек.):

Взять бруск	5
Прострогать широкую пласть	9
Вторично подвести к ножкам	5
Прострогать узкую пласть в угол	7
Отложить обработанный бруск	4
Всего	30

Расчет нормы выработки на фуговальном станке ведем по формуле

$$N = \frac{60 \cdot T_{\text{пр}} n}{m T},$$

где:

$T_{\text{пр}}$ — прямые затраты времени, мин.;

n — число одновременно обрабатываемых деталей, шт.;

m — число проходов;

T — затраты времени по обработке детали, сек.

Принимая $n=1$ шт. и $m=2$, получим норму выработки за смену в штуках деталей:

$$N = \frac{60 \cdot 380 \cdot 1}{2 \cdot 30} = 380 \text{ шт.}$$

Определение нормы выработки по хронометражному ряду

Определяем норму выработки на фуговальном станке по строганию брусков определенного размера.

Операцию по строганию брусков на фуговальном станке прежде всего расчленяем на ряд приемов:

- 1) взять деталь из штабеля;
- 2) положить деталь на стол фуговального станка;
- 3) прострогать деталь;
- 4) отложить обработанную деталь.

Результаты хронометражных наблюдений записываем в виде хронометражного ряда.

Исходя из практических данных, считают нормальными следующие величины коэффициентов устойчивости хронометражных рядов (при продолжительности операций 0,1—0,3 мин.): при ручных работах — 2,0 мин. и машинных — 1,5 мин. Выбрав из наблюдательного листа хронометража максимальные и мини-

мальные продолжительности приемов, определяем коэффициенты устойчивости хронометражных рядов.

Вид работ	Максимальная продолжительность приема, мин.	Минимальная продолжительность приема, мин.	Коэффициент устойчивости хронометражного ряда
ручной	0,14	0,07	2,0
ручной	0,16	0,08	2,0
машинаный	0,15	0,10	1,5
ручной	0,14	0,08	1,75

Как видно из этих данных, коэффициенты устойчивости хронометражных рядов не выходят за пределы нормальных величин.

Отдельные результаты замеров, которые резко отличаются от максимальных и минимальных величин продолжительности приемов, будем считать случайными. Для расчета средней продолжительности каждого приема случайные результаты замеров выбрасываем. Учитывая это, получаем средние продолжительности по каждому приему (мин.):

Взять деталь из штабеля	0,106
Положить деталь на стол фуговального станка	0,120
Прострогать деталь	0,125
Отложить обработанную деталь	0,109

Общая продолжительность операции, которая может быть заложена в норму, составляет:

$$0,106 + 0,120 + 0,125 + 0,109 = 0,460 \text{ мин.}$$

Это и будет норма времени без учета косвенных затрат рабочего времени.

Данные фотографии рабочего дня и анализа ее говорят о том, что время на отдых и различные другие нужды составляет 18 мин. Подготовительно-заключительное время при выполнении заданных операций на фуговальном станке равно 35 мин. Таким образом, время на косвенные нормированные затраты и перерывы в работе будут составлять 53 мин.

При 7-часовом рабочем дне время работы без нормированных потерь составит 367 мин. (420 — 53).

Отсюда норма выработки в смену будет равна

$$\frac{367}{0,460} = 798 \text{ шт.}$$

Норма времени на деталь составит

$$\frac{420}{798} = 0,526 \text{ мин.}$$

Расчет нормы выработки на рейсмусовом станке

Из данных фотографии рабочего дня устанавливаем, что при работе на рейсмусовом станке прямые затраты рабочего времени $T_{\text{пр}}$ составляют 386 мин. По хронометражным наблюдениям ручное время на подачу одной заготовки в станок равно 2 сек. Время прохода через станок одной детали длиной 1500 мм составляет 8,3 сек.

Учитывая, что конструктивная скорость механической подачи равна 12 м/мин, рассчитываем фактическую скорость подачи по формуле

$$U_{\Phi} = \frac{60l}{t_m},$$

где:

l — длина заготовки, м;
 t_m — машинное время, сек.

Таким образом, фактическая скорость подачи составит

$$U_{\Phi} = \frac{60 \cdot 1,5}{8,3} = 10,8 \text{ м/мин.}$$

Далее определяем возможное число одновременно обрабатываемых заготовок рейсмусового станка по формуле

$$n = \frac{bK}{b_1},$$

где:

b — ширина стола станка, мм;
 K — коэффициент заполнения стола станка;
 b_1 — ширина заготовки, мм.

Возможное количество одновременно обрабатываемых заготовок при $b=600$ мм, $K=0,75$ и $b_1=120$ мм равно

$$n = \frac{600 \cdot 0,75}{120} = 3,74 \text{ шт.}$$

Принимаем $n=3$ шт.

Рассчитываем норму выработки в смену

$$N = \frac{T_{\text{пр}} U_{\Phi} n}{l} = \frac{386 \cdot 10,8 \cdot 3}{1,5} = 4150 \text{ шт.}$$

Расчет нормы выработки на фрезерном станке

Из данных фотографии рабочего дня при работе на фрезерном станке определяем прямые затраты рабочего времени $T_{\text{пр}}$. Они равны 368 мин.

По данным хронометражных наблюдений, затраты времени, на обработку детали по элементам операции составляют (сек.):

Уложить детали в каретку с выравниванием концов и зажатием	18
Зарезать шипы с одного конца заготовок	6
Разжать заготовки, выравнять концы и зажать закладку для дальнейшей зарезки шипов с другой стороны	12
Зарезать шипы с другой стороны	6
Разжать закладку и отложить обработанные заготовки на стол	8
Всего	50

Норму выработки на фрезерном станке находим по формуле

$$N = \frac{60 T_{\text{пп}} n}{T},$$

где:

n — число деталей в закладке;

T — затраты времени на обработку детали.

Таким образом, норма выработки в штуках деталей за смену при $n=8$ выразится:

$$N = \frac{368 \cdot 60 \cdot 8}{50} = 3540 \text{ шт.}$$

Расчет нормы выработки на одностороннем шипорезном станке

Из данных фотографии рабочего дня работы на шипорезном станке прямые затраты рабочего времени составляют 380 мин.

По данным хронометражных наблюдений, затраты времени на обработку детали по элементам операции равны (сек.):

Взять бруски и уложить их	5
Закрепить закладки	3
Вырезать шип	2
Разжать закладку	3
Перевернуть закладку и уложить вновь	4
Закрепить закладку	3
Вырезать шип	2
Разжать закладку	3
Отложить обработанные бруски	2
Всего	27

Норму выработки на одностороннем шипорезном станке определяем по формуле

$$N = \frac{60 \cdot T_{\text{пп}} n}{T},$$

где:

n — число деталей в закладке, шт.;

T — время, затрачиваемое на обработку закладки, сек.

Норма выработки на одностороннем шипорезном станке за смену при $n=5$ шт. составляет

$$N = \frac{60 \cdot 380 \cdot 5}{27} = 4220 \text{ шт.}$$

Расчет нормы выработки на двухстороннем шипорезном станке с механической подачей

Определяем норму выработки по зарезке шипов деталей размером $915 \times 75 \times 22 \text{ мм}$ при конструктивной скорости подачи 2 м/мин . Расстояние между захватами станка принимаем равным 180 мм , а количество деталей, укладываемое в каждый захват, 2 штуки.

Из данных фотографии рабочего дня прямые затраты рабочего времени составляют 366 мин. В результате наблюдений фактическая скорость подачи составляет $1,9 \text{ м/мин}$.

Машинное время на обработку деталей, укладываемых на 1 пог. м цепи, составляет

$$t_m = \frac{60l}{U_\Phi} = \frac{60 \cdot 1}{1,9} \simeq 31,6 \text{ сек.}$$

Определяем число деталей на 1 пог. м цепи:

$$n = \frac{2 \cdot 1000}{180} \simeq 11,1 \text{ шт.}$$

Рассчитываем норму выработки на двухстороннем шипорезном станке в смену

$$N = T_{\text{пр}} U_\Phi n = 366 \cdot 1,9 \cdot 11,1 = 9237 \text{ шт.}$$

Расчет нормы выработки на цепнодолбежном станке

Из данных фотографии рабочего дня прямые затраты рабочего времени $T_{\text{пр}} = 365 \text{ мин}$.

Затраты времени на обработку детали по элементам операции составляют (сек.):

Взять и закрепить бруск	9
Долбление гнезда	7
Обратный ход цепи	6
Разжать бруск и отложить	6
Всего	28

Определяем норму выработки на цепнодолбежном станке:

$$N = \frac{60 T_{\text{пр}}}{T} = \frac{60 \cdot 365}{28} = 785 \text{ шт.},$$

где T — затраты времени на обработку детали, сек.

Расчет нормы выработки на горизонтально-сверлильном станке

Из данных фотографии рабочего дня прямые затраты рабочего при работе на горизонтально-сверлильном станке $T_{\text{п}}=380$ мин. Из хронометражных наблюдений затраты времени на выполнение отдельных элементов операций по обработке детали составляют (сек.):

Уложить и закрепить детали	7
Просверлить	8
Разжать детали и уложить их на стол	4
Всего	19

Исходя из вышеприведенных данных, находим норму выработки на горизонтально-сверлильном станке

$$N = \frac{60 T_{\text{п}}}{T} = \frac{60 \cdot 380}{19} = 120 \text{ шт.},$$

где T — затраты времени на обработку детали, сек.

Расчет нормы выработки на трехбарабанном шлифовальном станке

Рассчитываем норму выработки на трехбарабанном шлифовальном станке при обработке детали длиной 1800 мм при шлифовании за два прохода. Конструктивная скорость подачи станка 4 м/мин. Одна деталь длиной 1,8 м проходит через станок за $t_m=28$ сек.

По данным фотографии рабочего дня $T_{\text{п}}=385$ мин.

Фактическая скорость подачи станка составляет

$$U_\phi = \frac{60 l}{t_m} = \frac{60 \cdot 1,8}{28} = 3,85 \text{ м/мин.}$$

Норму выработки рассчитываем по формуле

$$N = \frac{T_{\text{п}} U_\phi}{nl} = \frac{385 \cdot 3,85}{2 \cdot 1,8} = 410 \text{ шт.},$$

где:

n — количество проходов;

l — длина обрабатываемой детали, м.

Расчет количества рабочих для выполнения производственной программы

Рассчитаем потребное количество рабочих по квалификациям для выполнения квартальной производственной программы мебельной фабрики.

Фабрика в течение квартала выпускает платяные шкафы в количестве 2000 штук и обеденные столы в количестве 4000 штук.

Основанием для расчета потребности в рабочей силе является плановая норма времени на единицу изделия. Кроме этих норм времени, необходимо также принять во внимание режим работы предприятия.

Весь расчет потребного количества производственных рабочих сведен в табл. 25.

Таблица 25

Расчет списочного количества производственных рабочих

Наименование профессий	Раз-ряд	Время, необходимое на программу, час				Итого время на всю программу, час.	Процент перевыполнения норм	Итого время с учетом переработки норм, час.	Время работы одного рабочего за квартал, час.	Списочное количество рабочих					
		шкафы платяные		столы обеденные											
		на единицу	на 2000 шт.	на единицу	на 4000 шт.										
Станочники . . .	3-й	1,1	2 200	0,3	1 200	3 400	15	2 890	510	6					
. . .	4-й	5,2	10 400	1,4	5 600	16 000	15	13 600	510	27					
. . .	5-й	7,2	14 400	1,4	5 600	20 000	15	17 000	510	34					
Столяры	3-й	1,5	3 000	0,3	1 200	4 200	20	3 570	510	8					
. . . .	4-й	1,8	3 600	0,4	1 600	5 200	20	4 160	510	9					
. . . .	5-й	1,4	2 800	0,5	2 000	4 800	20	3 840	510	8					
Прочие рабочие .	2-й	3,6	7 200	0,8	3 200	10 400	10	9 360	510	19					
Итого по цеху . .	—	21,8	43 600	5,1	20 400	64 000	—	54 420	510	111					

Как видно из таблицы, время, необходимое для выполнения программы, уменьшается на соответствующий процент перевыполнения норм рабочими.

Списочное количество рабочих получается как частное от деления полного рабочего времени в течение квартала на время, которое должен отработать один рабочий за этот период.

Подсчет количества рабочих, занятых на подсобных и вспомогательных работах, производится, исходя из норм обслуживания определенных видов работ.

Расчет основных показателей плана себестоимости продукции

Для расчета основных показателей плана себестоимости продукции принимаем, что мебельная фабрика по плану должна выпустить продукции на 4000 тыс. руб. В отчетном году выпущено продукции на 3500 тыс. руб.

По плану затраты на выпуск продукции должны составить 3400 тыс. руб., а в отчетном году затраты составили 3060 тыс. рублей.

Определяем затраты на один рубль товарной продукции: в отчетном году

$$\frac{3060}{3500} = 0,875 \text{ руб.};$$

по плану

$$\frac{3400}{4000} = 0,845 \text{ руб.}$$

Находим планируемый процент снижения затрат на один рубль товарной продукции:

$$\frac{0,875 - 0,845}{0,875} \cdot 100 = 3,43\%$$

Вычисляем плановую экономию от снижения затрат на один рубль товарной продукции в планируемом году:

$$(0,875 - 0,845) \cdot 4000 = 120 \text{ тыс. руб.}$$

Расчет процента снижения себестоимости продукции

Рассчитываем процент снижения себестоимости продукции за счет опережающего роста производительности труда по сравнению с ростом средней заработной платы.

Мебельная фабрика в работе за год достигла следующих показателей:

	По плану	По отчету	Процент выполнения плана
Среднегодовая выработка на одного работающего, руб.	5000	5250	105
Среднегодовая заработка плана одного работающего, руб.	95	96,9	102

Процент выполнения плана показывает, что имел место опережающий рост среднегодовой выработки на одного работающего (105%) по сравнению с ростом средней заработной платы (102%).

В результате опережающего роста производительности труда по сравнению с ростом средней заработной платы мебельная фабрика получила экономию фонда заработной платы.

Экономия фонда заработной платы определяется по формуле

$$\mathcal{E}_\Phi = 100 - \frac{T_{з.п}}{T_{п.т}} \cdot 100,$$

где:

$T_{з.п}$ — темп роста заработной платы;

$T_{п.т}$ — темп роста производительности труда.

$$\mathcal{E}_\Phi = 100 - \frac{102}{105} \cdot 100 = 3\%$$

По отчетным данным работы предприятия, фактически выплаченная заработная плата составила 80 тыс. руб., удельный вес заработной платы в себестоимости продукции выразился в 24%, или 0,24. Определяем размер снижения себестоимости продукции за счет опережающего роста производительности труда по сравнению с ростом средней заработной платы

$$C = \frac{P - Z}{100 + P} 100 Y,$$

где:

P — рост производительности труда, %;

Z — рост заработной платы, %;

Y — удельный вес заработной платы в себестоимости продукции.

Таким образом, процент снижения себестоимости составит

$$C = \frac{5 - 2}{100 + 5} 100 \cdot 0,24 = 0,685\%.$$

Расчет рентабельности предприятия

Рентабельность рассмотрим на примере работы мебельной фабрики за два квартала (табл. 26).

Таблица 26

Показатели работы предприятия за два квартала

Наименование показателей	Единица измерения	Квартал	
		I	II
Оптовая цена изделия	руб.	110	110
Себестоимость изделия	:	96	101,5
Прибыль с одного изделия	:	14	8,5
Реализовано изделий	шт.	1000	850
Полная себестоимость реализованной продукции	тыс. руб.	96	86,3
Сумма прибыли на всю реализованную продукцию	то же	14	7,2

Мебельная фабрика в течение двух кварталов выпускала письменные двухтумбовые столы с одинаковыми уровнем оптовых цен и плановой себестоимостью.

В I квартале фабрика перевыполнила план реализации продукции и снижения себестоимости. Было реализовано 1000 столов. Фактическая себестоимость стола составила 96 руб., т. е. на 14 руб. меньше отпускной цены.

Во II квартале фабрика реализовала 850 столов. Себестоимость стола составила 101,5 руб., т. е. на 8,5 руб. меньше отпускной цены.

Прибыль определяется разностью между оптовой ценой и себестоимостью изделия. При данных отпускных ценах, чем ниже себестоимость продукции, тем больше величина прибыли предприятия. За I квартал при себестоимости стола 96 руб. прибыль предприятия равнялась 14 тыс. руб., а при себестоимости стола 101,5 руб. за II квартал она составила только 7,2 тыс. руб.

Повышение себестоимости и невыполнение плана по выпуску продукции уменьшили размер прибыли предприятия за II квартал.

Рентабельность предприятий характеризуется не только суммой получаемой прибыли, но и своим уровнем. Уровень рентабельности представляет собой отношение суммы прибыли к полной себестоимости реализуемой продукции, выраженный в процентах. Уровень рентабельности в нашем примере:

за I квартал

$$\frac{14}{96} \cdot 100 = 14\%,$$

за II квартал

$$\frac{7,2}{86,3} \cdot 100 = 8,3\%.$$

Расчет оборачиваемости оборотных средств предприятия

В состав оборотных средств предприятия включаются фактические остатки нормируемых запасов, денежные средства (кроме остатков на расчетном счете) и все виды товаров.

Показатели оборачиваемости оборотных средств предприятия определяются на основании данных отчетного баланса с учетом стоимости всей реализованной продукции по установленным оптовым ценам. Оборачиваемость оборотных средств определяется по формуле

$$P = \frac{OD}{O},$$

где:

P — продолжительность оборота средств, дни;

O — остаток оборотных средств, тыс. руб.;

D — число дней в квартале или году;

P — оборот по реализации.

Поясним также понятие коэффициента оборачиваемости, который представляет собой отношение оборота по реализации к среднему остатку оборотных средств, т. е.

$$r = \frac{P}{O}.$$

Как видно из формулы, увеличение выпуска продукции при одинаковых оборотных средствах повышает число совершаемых оборотов.

Допустим, что по данным отчетного баланса предприятия остаток оборотных средств в 1960 и 1961 гг. соответственно составлял 1600 и 1900 тыс. руб. Стоимость всей реализованной продукции за те же годы соответственно равнялась 20 000 и 28 000 тыс. руб. Определим оборачиваемость оборотных средств за указанные годы и потребность в оборотных средствах.

Для удобства все расчеты сводим в табл. 27.

Таблица 27
Оборачиваемость оборотных средств предприятия

Показатели баланса	1960 г.	1961 г.
Оборотные средства (O), тыс. руб.	1600	1900
Стоимость всей реализованной продукции (P), тыс. руб.	20 000	28 000
Оборачиваемость оборотных средств ($\Pi = \frac{360O}{P}$)	28,8	24,4
Коэффициент оборачиваемости ($r = \frac{P}{O}$), дн. . .	12,5	14,7

Как видно из таблицы, продолжительность оборота оборотных средств в 1961 г. сократилась на 4,4 дня (28,8 — 24,4), а число оборотов увеличилось на 2,2 (14,7 — 12,5).

Расчет нормативов по готовым изделиям

Готовые изделия, выпускаемые предприятием, до поступления к потребителю некоторое время находятся на складе.

При определении норматива в днях по готовым изделиям время, необходимое для доставки продукции со склада к потребителю, не учитывается.

Размер оборотных средств по готовым изделиям определяется по формуле

$$O_1 = HB,$$

где:

O_1 — размер оборотных средств, тыс. руб.;

H — плановый норматив или запас, дни;

B — среднедневной выпуск товарной продукции по себестоимости, тыс. руб.

Производим расчет на основании конкретных цифр.

При годовом выпуске товарной продукции по себестоимости 1200 тыс. руб. ($B=3,33$ тыс. руб.) и $H=5$ дней размер оборотных средств по готовым изделиям составит

$$O_1 = 5 \cdot 3,33 = 16,65 \text{ тыс. руб.}$$

Расчет нормативов оборотных средств предприятия по материальным запасам

Для определения размера оборотных средств необходимо:

1) установить плановый норматив в днях для данного вида материальных ценностей, который обеспечит бесперебойную работу;

2) определить, исходя из производственной программы, какое количество материальных ценностей (в данном случае пиломатериалы) должно расходоваться ежедневно.

Деревообрабатывающее предприятие для обеспечения своей производственной программы в течение года получает пиломатериалы хвойные на 2540 тыс. руб. и дубовые на 940 тыс. руб. (всего по смете производства на сумму 3480 тыс. руб.).

В соответствии с условиями поставки этого сырья и условиями производства запас пиломатериалов для бесперебойной работы принят: для хвойных — 20 дней и дубовых — 35 дней.

Для определения нормативов оборотных средств необходимо нормативный запас в днях умножить на дневной расход материалов.

Для удобства весь расчет норматива оборотных средств сводим в табл. 28.

Таблица 28

Расчет норматива пиломатериалов

Вид пиломатериалов	Сумма оборота или расход по смете производства, тыс. руб.	Дневной расход сырья, руб.	Норматив запаса, дни	Норматив оборотных средств или запас, тыс. руб.
Хвойные	2540	7056	20	141,10
Дубовые	940	2611	35	91,39
Всего	3480	9667		232,49

Дневной расход сырья получаем путем деления суммы оборота за год на 360 (число дней в году).

Расчет необходимых оборотных средств показывает, что их величина зависит от норматива в днях и дневного расхода ма-

териалов в производстве. Дневной расход материалов зависит от количества выпускаемых изделий согласно производственной программе и норме расхода сырья на изделие. Кроме того, на размер оборотных средств по материалам оказывает влияние цена этих материалов.

Аналогичным путем производится расчет планового размера оборотных средств по всем прочим материальным ценностям путем умножения запаса в днях на однодневный расход по смете производства.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Глава I. Сырье и материалы	5
Лесопильное производство	5
Расчет среднего диаметра, средней длины и среднего объема круглого леса	5
Расчет диаметра бревна на середине его длины	6
Расчет емкости штабеля круглого леса на бирже сырья	7
Расчет площади биржи сырья лесопильного завода	7
Расчет площади сортировочной сетки для круглого леса	8
Расчет емкости штабеля пиломатериалов	8
Расчет опор штабеля пиломатериалов	9
Расчет необходимой площади склада пиломатериалов	10
Фанерное производство	11
Расчет объема шпона и процента его выхода при лущении	11
Расчет расхода сырья для изготовления 1 м ³ сырого шпона	11
Столярно-механическое производство	11
Расчет размеров черновых заготовок для деталей письменного стола	11
Расчет потребного количества столярных или стружечных плит для изготовления 100 штук столов СП-58	12
Расчет расхода нитролака для отделки секционного книжного шкафа ШК-4	14
Глава II. Технологические процессы	16
Лесопильное производство	16
Расчет необходимого диаметра пиловочного сырья	16
Расчет наивыгоднейшего диаметра пиловочного сырья для получения бруса квадратного сечения	16
Расчет расстояния между наружными пластами досок в поставе и ширины сырых досок	16
Расчет несимметричного постава	17
Расчет площади отепленного бассейна	17
Расчет потребного количества лесопильных рам	19
Расчет числа эффективных лесопильных рам и процента брусовки по сырью и рамо-сменам	20
Расчет выхода пиломатериалов по объему и спецификации	21
Расчет сортировочной площадки	22
Расчет средней ширины досок и среднего сортового коэффициента	24
Фанерное и мебельное производства	25
Технологический процесс изготовления кленой фанеры	25
Технологический процесс изготовления венированной фанеры	25
Расчет времени выдержки в процессе при склеивании фанеры сухим горячим способом на альбуминовом клее	25

Технологический процесс сборки тумбочки щитовой конструкции	29
Технологический процесс заготовки и обработки деталей спинки стула С-125-а	31
Технологический процесс изготовления крышки обеденного стола	33
Технологический процесс изготовления стружечной плиты	34
Технологический процесс изготовления столярной плиты	36
Технологический процесс отделки мебели лаком горячего нанесения НЦ-315М	37
Технологический процесс отделки мебели терпеноколлоксилиновым лаком ТК-11	38
Технологический процесс отделки мебели лаком холодного нанесения ТК-3	40
Технологический процесс отделки мебели способом аэро-графии	41
Допуски и посадки	42
Расчет допускаемых отклонений для проушк и шипа рамы шкафа	42
Расчет допускаемых отклонений от габаритных размеров двери платяного шкафа	42
Расчет величины допускаемых отклонений для ящика буфета	43
Расчет допускаемых отклонений от размера заднего по-ника шкафа	43
Г л а в а III. Оборудование	46
Основные передачи	46
Расчет числа оборотов ведомого шкива в ременной пере-даче между параллельными валами. Определение пере-даточного числа	46
Расчет числа оборотов второго ведомого шкива при пере-даче двумя парами шкивов между параллельными ва-лами или при помощи контрпривода	46
Расчет необходимого диаметра ведущего шкива передачи одной парой шкивов для получения заданного числа оборотов ведомого шкива	47
Расчет передаточных чисел ступеней трехступенчатого шкива	48
Расчет горизонтальной плоскоременной передачи	48
Расчет числа оборотов рабочего вала при передаче одной парой цилиндрических зубчатых колес	50
Расчет числа оборотов второго ведомого зубчатого колеса при передаче двумя парами зубчатых колес между па-раллельными валами	50
Расчет основных геометрических элементов зубчатого за-цепления	51
Расчет модуля зубчатого зацепления	52
Расчет модуля зубчатого колеса	52
Расчет зубчатой передачи	53
Расчет цепной передачи	54
Расчет передаточного числа червячной передачи	55
Расчет числа оборотов зубчатого колеса червячной пе-редачи	55
Расчет червячной передачи	56
Транспортное оборудование	57
Расчет производительности лебедки на бирже сырья	57
Расчет производительности продольного элеватора	57

Расчет производительности поперечного элеватора	58
Расчет производительности универсального консольно-ковшового крана для выгрузки круглого леса из железнодорожного подвижного состава и количества необходимых кранов	58
Расчет производительности роликового транспортера	59
Расчет производительности ленточного транспортера	59
Расчет необходимой скорости ленточного транспортера	60
Расчет производительности поперечного цепного транспортера для досок	60
Расчет производительности скребкового транспортера для уборки отходов	61
Расчет производительности автолесовоза для перевозки пиломатериалов	61
Расчет производительности штабелера	62
Лесопильное производство	62
Расчет средней скорости движения пил в лесопильной раме	62
Расчет скорости движения пальца кривошипа лесопильной рамы	63
Расчет выбора величины просвета пильной рамки лесопильной рамы	63
Проверочный расчет посылки по мощности привода лесопильной рамы	64
Расчет числа оборотов подающих валцов лесопильной рамы	65
Расчет процента скольжения на подающем валыце лесопильной рамы	65
Расчет производительности лесопильной рамы	65
Расчет основных размеров рамной пилы	66
Расчет мощности резания лесопильной рамы	66
Расчет производительности круглопильного станка	67
Расчет производительности обрезного станка	68
Расчет количества обрезных станков в лесопильном цехе	68
Фанерное производство	70
Расчет скорости резания при лущении	70
Расчет толщины шпона на лущильном станке	70
Расчет производительности лущильного станка	71
Расчет производительности клеильного пресса для склеивания фанеры	74
Расчет производительности фанерострогального станка	74
Расчет производительности ребросклейывающего станка	75
Расчет производительности двухпильного станка	75
Расчет производительности шлифовального станка	76
Расчет производительности циклевального станка	76
Столярно-механическое производство	77
Расчет усилия и мощности резания на круглопильном станке с механической подачей	77
Расчет мощности сверления на сверлильно-пазовальном станке	78
Расчет мощности шлифования на шлифовально-ленточном станке с неподвижным горизонтальным столом	78
Расчет установленной мощности круглопильного станка с механической подачей	79
Расчет ширины ремня для передачи потребной мощности	81
Расчет скорости резания на ленточнопильном станке	81
Расчет необходимого диаметра пилы круглопильного станка для достижения оптимальной скорости резания	81
Расчет скорости резания на фуговальном станке	82

Расчет необходимого числа оборотов ножевого вала на фуговальном станке	82
Расчет скорости резания на фрезерном станке	82
Расчет скорости резания на проушенчном диске одностороннего шипорезного станка	82
Расчет скорости резания на сверлильно-пазовальном станке с механической подачей	83
Расчет скорости резания на цепнодолбежном станке	83
Расчет скорости резания на токарном станке	83
Расчет скорости резания на шлифовально-ленточном станке с неподвижным горизонтальным столом	84
Расчет скорости резания на трехцилиндровом шлифовальном станке с гусеничной подачей	84
Расчет скорости подачи на круглопильном станке для продольной распиловки с механической подачей	84
Расчет передаточного числа механизма подачи на круглопильном станке для продольной распиловки с механической подачей	85
Расчет скорости подачи на четырехстороннем строгальном станке	86
Расчет скорости подачи на один оборот и один зуб круглопильного станка для продольной распиловки с механической подачей	86
Расчет длины волны при обработке древесины на станках с вращающимися резцами	87
Расчет глубины волны при обработке древесины на станках с вращающимися резцами	88
Расчет допустимых скоростей подачи	88
Расчет необходимого числа оборотов строгального станка	88
Расчет основных размеров круглой пилы	89
Подбор минимальных диаметров круглых пил для различных типов круглопильных станков	89
Расчет основных размеров ленточной пилы	91
Расчет ширины тонкого строгального ножа	91
Расчет основных размеров толстого строгального ножа	92
Расчет данных для паспорта прирезного станка с гусеничной подачей	92
Расчет данных для паспорта паркетнострогального станка	93
Расчет данных для паспорта паркетного концеравнителя модели ПАРК-6	97
Расчет данных для паспорта сверлильно-пазовального станка с автоподачей	99
Расчет данных для паспорта цепнодолбежного станка	100
Расчет данных для паспорта пилоточильного автомата	101
Расчет производительности круглопильного станка модели ЦПА	102
Расчет производительности круглопильного прирезного станка модели ЦДК-4 с гусеничной подачей	103
Расчет производительности ленточнопильного станка модели ЛС-100 с приспособлением для ребровой распиловки	103
Расчет производительности фуговального станка	103
Расчет производительности рейсмусового станка	104
Расчет производительности четырехстороннего строгального станка модели С26-2	105
Расчет производительности паркетнострогального станка модели ПАРК-5	105

Расчет производительности паркетного концервнителя модели ПАРК-6	106
Расчет производительности кромкофуговального станка	106
Расчет производительности фрезерного станка	107
Расчет производительности одностороннего шипорезного станка модели ШО15А-1	107
Расчет производительности сверлильно-пазового станка	108
Расчет производительности цепнодолбежного станка	108
Г л а в а IV. Гидротермическая обработка древесины	109
Сушка лесоматериалов	109
Расчет производительности камерной сушильной установки системы Грум-Гржимайло	109
Расчет обеспеченности мощностями по сушке пиломатериалов	110
Расчет производительности роликовой сушильной установки	112
Расчет фактической производительности сушильной установки	112
Расчет емкости камеры	113
Расчет количества влаги, испаряемой из 1 м ³ древесины	114
Определение начальной и конечной влажности материала до и после сушки	115
Определение влажности материала в процессе его сушки	116
Г л а в а V. Экономика производства	117
Основные показатели работы предприятия	117
Расчет выполнения производственной программы по выпуску валовой и товарной продукции	117
Расчет выполнения плана по ассортименту продукции	119
Расчет производительности труда	119
Расчет выпуска продукции с 1 м ² производственной площади	120
Расчет выпуска продукции на 1000 рублей стоимости производственного оборудования	121
Расчет коэффициента ритмичности работы предприятия	122
Расчет коэффициентов, характеризующих состояние механизации и автоматизации производства	122
Расчет возможного увеличения выпуска продукции и роста производительности труда	123
Расчет роста производительности труда от внедрения организационно-технических мероприятий	125
Расчет тарифных ставок по разрядам	126
Расчет среднего тарифного коэффициента	126
Расчет расценки по прямой сделной оплате	126
Расчет заработной платы рабочего при бригадной сделной оплате труда	126
Расчет нормы времени, исходя из нормы выработки	127
Расчет процента повышения нормы выработки при известном проценте снижения нормы времени	127
Расчет процента снижения нормы времени при известном проценте повышения нормы выработки	128
Расчет коэффициента использования рабочего времени	128
Расчет коэффициента возможного увеличения производительности за счет уплотнения рабочего дня	128
Расчет выполнения нормы выработки за месяц	129
Расчет нормы выработки при ручной сборке ящиков	129
Расчет нормы выработки станочника по поперечному раскрою досок	130

Расчет нормы выработки станочника на фуговальном станке	131
Определение нормы выработки по хронометражному ряду	131
Расчет нормы выработки на рейсмусовом станке	133
Расчет нормы выработки на фрезерном станке	133
Расчет нормы выработки на одностороннем шипорезном станке	134
Расчет нормы выработки на двухстороннем шипорезном станке с механической подачей	135
Расчет нормы выработки на цепнодолбежном станке	135
Расчет нормы выработки на горизонтально-сверлильном станке	136
Расчет нормы выработки на трехбарабанном шлифовальном станке	136
Расчет количества рабочих для выполнения производственной программы	136
Расчет основных показателей плана себестоимости продукции	137
Расчет процента снижения себестоимости продукции	138
Расчет рентабельности предприятия	139
Расчет оборачиваемости оборотных средств предприятия	140
Расчет нормативов по готовым изделиям	141
Расчет нормативов оборотных средств предприятия по материальным запасам	142

Авторы *Владимир Михайлович Пархоменко,*
Марк Самойлович Шафаренко
Редактор *М. Ф. Макасаков*
Редактор издательства *З. Д. Седова*
Технический редактор *Р. Е. Шибкова*
Корректор *Г. К. Пигров*
Обложка художника *Б. К. Шаповилова*

T08406 Сдано в производство 12/IV 1962 г.
Подписано к печати 5/VII 1962 г. Бумага
60×90^{1/16} Печ. л. физ. 9,5 Уч.-изд. л. 7,85
Тираж 5000 Издат. № 9/61 Цена 39 к. Зак. 270
Москва, Гослесбумиздат

Тип. № 8 УПП ЛСНХ.
Ленинград, Прачечный пер., д. 6.

ОПЕЧАТКИ

страница	Строка	Напечатано	Должно быть	По чьей вине
17	7-я снизу	$d = \sqrt{\left(\frac{b^2 + 4h^2 - b^2}{4h}\right)^2 + b^2}$	$d = \sqrt{\left(\frac{b^2 + 4h^2 - b_1^2}{4h}\right)^2 + b_1^2}$	Автора
62	1-я снизу	рамке	рамы	"
66	11-я сверху	Производительность лесопильной рамы в смену	Производительность лесопильной рамы в час	"
69	7-я снизу	$d =$	$d_1 =$	"
76	11-я сверху	$A = \frac{Qmna}{Tsl}$	$A = \frac{Qmna}{sl}$	"
83	9-я сверху	$v = \frac{\pi dp}{60 \cdot 1000}$	$v = \frac{\pi dn}{60 \cdot 1000}$	"