

Федеральное агентство по образованию
Архангельский государственный технический университет

В.Н.Волынский, Н.С.Рудная

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ
В ПРОИЗВОДСТВЕ КЛЕЕНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Учебное пособие

Архангельск
2007 г.

Рассмотрено и рекомендовано к изданию методической комиссией факультета
механической технологии древесины, АГТУ 2007 г.

Рецензент

Голяков А.Д. - профессор кафедры лесопильно-строгальных производств, канд.
техн. наук

УДК
ББК

Волынский В.Н., Рудная Н.С. Технологические расчеты в производстве клееных
материалов. Учебное пособие. Архангельск. Изд-во АГТУ. 2007. – 125 с.

Данное пособие является переработанным и дополненным и содержит изло-
жение методики расчета сырья и материалов, производительности и загрузки обо-
рудования в производстве фанеры, шпона, древесных плит и клееных щитов из
массивной древесины. В пособие включены необходимые справочные данные.

Предназначено студентам, обучающимся по направлению подготовки
656300 «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств»,
специальности «Технология деревообработки» для выполнения курсовых и ди-
пломных проектов по дисциплинам «Технология клееных материалов и плит»,
«Технология древесных плит и пластиков». Пособие будет полезно также инже-
нерно-техническим работникам проектных организаций, фанерных предприятий и
предприятий, изготавливающих плитные материалы и материалы на их основе.

© АГТУ, 2007

© Волынский В.Н., Рудная Н.С., 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Введение		4
Глава 1	Технологические расчеты в производстве лущеного шпона и фанеры	5
Глава 2	Технологические расчеты в производстве строганого шпона	53
Глава 3	Технологические расчеты в производстве древесностружечных плит	63
Глава 4	Технологические расчеты в производстве древесноволокнистых плит	97
Глава 5	Технологические расчеты в производстве клееных щитов из массивной древесины	108
Контрольные вопросы		121
Список используемых источников		125

ВВЕДЕНИЕ

В данном учебном пособии рассмотрена методика и даны примеры расчета важнейших технологических параметров современного производства клееных материалов из древесины, а именно лущеного и строганого шпона, фанеры, клееных щитов из массивной древесины, древесностружечных и древесноволокнистых плит. Эти расчеты выполняются студентами, обучающимися по специальности «Технология деревообработки» в ходе выполнения ими курсовых проектов, а также при работе над дипломными проектами. В равной мере пособие рассчитано на инженерно-технических работников деревообрабатывающих предприятий и проектных организаций.

В понятие «Технологические расчеты» включаются следующие составляющие:

1. Расчет программы предприятия по выпуску конечной продукции исходя из производительности головного оборудования;
2. Определение потребности в сырье и материалах для выполнения программы, расчет объемов вторичного сырья и потерь древесины по основным операциям технологического процесса;
3. Составление сводной таблицы движения материала в ходе изготовления продукции;
4. Выбор основного технологического оборудования, расчет производительности оборудования и коэффициента его загрузки. Определение путей использования отходов производства;
5. Составление сводной таблицы загрузки основного технологического оборудования и схемы производственного процесса.

Основные понятия, используемые в технологических расчётах:

Программа (производственная мощность) M - это максимально возможный годовой объем выпуска продукции при полном использовании головного оборудования (клеильных прессов) при работе в 3 смены. Измеряется обычно в m^3 продукции.

Эффективный фонд времени $T_{эф}$ – время работы оборудования в часах в течение года с учетом сменности предприятия.

Коэффициент потерь материала K – коэффициент, показывающий потери древесины на данной операции. Этот коэффициент всегда больше 1 (или равен 1, если на этой операции нет потерь древесины).

ГЛАВА 1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛУЩЕНОГО ШПОНА И ФАНЕРЫ

Фанерный завод относится к предприятиям непрерывного цикла, то есть работает в 3 смены (или в 2 смены). Головным оборудованием фанерного предприятия являются горячие многоэтажные прессы. Такое оборудование, как наиболее дорогостоящее, должно быть загружено на 100 %.

Для расчета программы фанерного завода и выполнения последующих работ необходимы следующие *исходные данные*:

- а) точное описание продукции с указанием ее марки и размеров;
- б) марка головного оборудования (пресса) и их количество;
- в) средний диаметр сырья, используемая порода (породы) древесины;
- г) доля сырья в процентах в зависимости от сорта.

1.1 РАСЧЕТ ПРОГРАММЫ ФАНЕРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Производительность прессы, м³, определяют отдельно для каждой марки продукции по формуле:

$$P_{\text{час}} = \frac{60K_p n_{\text{эм}} n_{\text{л}} l b S_{\text{ф}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (1.1)$$

где K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,94$;

$n_{\text{эм}}$ - число этажей прессы, принимается из характеристики прессы, табл. 1.9 -1.12;

$n_{\text{л}}$ - число листов фанеры в промежутке прессы;

$S_{\text{ф}}$ - толщина фанеры, м;

$t_{\text{ц}}$ - время цикла прессования, мин;

l, b – соответственно, длина и ширина обрезного листа фанеры, м.

В технологических расчетах принято различать три слагаемых цикла прессования фанеры:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{np}} + t_{\text{сд}} + t_{\text{всп}}; \quad (1.2)$$

где t_{np} - время пьезотермообработки, мин.;

$t_{\text{сд}}$ - время снятия давления, мин.;

$t_{\text{всп}}$ - время вспомогательных операций, мин.

Время выдержки под давлением ($t_{пр}$) зависит от марки клея, породы древесины, слойности фанеры, толщины пакета и температуры плит пресса (табл.1.1 – 1.7).

Время снятия давления складывается из двух периодов. Первый период - снижение давления от максимального до некоторого безопасного уровня, равного давлению пара в плитах пресса. Обычно этот период составляет 0,25 мин. Второй период занимает 1-3 минуты, так как быстрое снятие давления может вызвать интенсивное парообразование, которое вызовет разрушение листов фанеры (табл. 1.8). При склеивании по одному листу время снятия давления сокращается примерно вдвое.

К вспомогательному времени относится время на загрузку и выгрузку пакетов, на смыкание и размыкание плит пресса. Время вспомогательных операций зависит от этажности пресса и выбранной технологической схемы. Оно составляет примерно 1- 1,5 мин.

Программа предприятия, m^3 , определяется по формуле:

$$M = P_{час} T_{эф} N; \quad (1.3)$$

где $P_{час}$ – часовая производительность пресса, $m^3/час$;

$T_{эф}$ - фонд эффективного времени работы одного пресса, час.;

N – число прессов;

$$T_{эф} = (N_ч - N_{кп} - N_{нпр}) P_{см} n; \quad (1.4)$$

где $N_ч$ – число рабочих дней в году, $N_ч=365$;

$N_{кп}$ – число дней в году, приходящихся на капитальный ремонт, $N_{кп}=14$;

$N_{нпр}$ – число дней в году, приходящихся на планово-предупредительный ремонт;

$P_{см}$ – продолжительность смены, час., $P_{см}=11$;

n – число смен, $n=2$.

$$N_{нпр} = 8 \frac{N_{нед}}{24}; \quad (1.5)$$

$N_{нед}$ – количество недель в году, $N_{нед}=52$.

Таким образом, эффективный фонд времени работы оборудования, час., составит:

$$T_{эф} = (365 - 14 - 18) \cdot 11 \cdot 2 = 7326$$

Таблица 1.1 - Время склеивания и температура плит пресса для фанеры марки ФК

Толщина фанеры, мм	Кол-во листов в этаже пресса, шт.	Клеи на основе смол марок КФ-Ж, КФ-МТ, КФ-0 и др.			
		Шпон лиственных пород		Шпон хвойных пород	
		Продолжительность склеивания, мин.	Температура плит пресса, °С	Продолжительность склеивания, мин.	Температура плит пресса, °С
3	4	3,6	125-130	-	-
4	3	3,6	125-130	7,0	115-120
6,5	2	7,5	115-120	7,5	115-120
9	1	6,5	110-115	5,5	110-115
12	1	8,3	110-115	7,0	110-115
15	1	10,5	110-115	12,5	105-110
18	1	13,0	110-115	13,0	105-110
21	1	16,0	105-110	15,5	105-110
24	1	18,5	105-110	17,5	105-110
27	1	21,0	105-110	19,0	105-110
30	1	23,5	105-110	22,5	105-110

Таблица 1.2 - Время склеивания и температура плит пресса для фанеры марки ФСФ

Толщина фанеры, мм	Кол-во листов в этаже пресса, шт.	Клеи на основе смол марок СФЖ-3013, СФЖ-3014, СФЖ-3093 и др.			
		Шпон лиственных пород		Шпон хвойных пород	
		Продолжительность склеивания, мин.	Температура плит пресса, °С	Продолжительность склеивания, мин.	Температура плит пресса, °С
3	4	9,0	120-125	-	-
4	3	9,0	120-125	9,0	115-120
6,5	2	9,5	120-125	11,5	115-120
9	1	9,0	115-120	8,5	115-120
12	1	10,0	115-120	10,5	110-115
15	1	12,0	115-120	12,0	110-115
18	1	14,0	115-120	14,0	110-115
21	1	20,0	ПО-1.15	19,5	110-115
24	1	24,5	110-115	24,0	110-115
27	1	28,0	110-115	27,5	110-115
30	1	31,0	110-115	30,5	110-115

Таблица 1.3 - Время склеивания, с, при склеивании фанеры по одному листу

Толщина фанеры, мм	Клей СФЖ-3011	Клей КФ-Ж
3,0	90	25
4,0	100	30
5,0	110	35
6,0	120 - 150	40 - 70

Таблица 1.4 - Цикл склеивания декоративной фанеры на бакелитовой пленке

Толщина фанеры, мм	3	4	6	8	10	12
Количество листов в этаже прессы, шт.	2	2	2	2	2	1
Время склеивания, мин.	15	15	16	20	23	22
Время охлаждения, мин.	15	15	20	20	25	22
Время загрузки и выгрузки, мин.	5	5	5	5	5	5
Время нагрева плит прессы, мин.	15	15	15	15	15	15

Таблица 1.5 - Время склеивания авиационной фанеры, мин.

Толщина пакета, мм	Фанера БС-1		Фанера БП, БПС-1В	
	Металлические прокладки	Фанерные прокладки	Металлические прокладки	Фанерные прокладки
7,0	6,8	10,8	9,5	13,5
7,5	7,3	11,3	9,8	13,8
8,0	7,8	11,8	10,3	14,3
8,5	8,0	12,0	10,8	14,8
9,0	8,5	12,5	11,0	15,0
9,5	8,8	12,8	11,5	15,5
10,0	9,3	13,3	11,8	15,8
10,5	9,8	13,8	12,3	16,3
11,0	10,3	14,3	12,8	16,8
11,5	10,8	14,8	13,3	17,3
12,0	11,3	15,3	13,8	17,8
12,5	11,8	15,8	13,8	17,8
13,0	12,3	16,3	14,5	18,5
13,5	12,8	16,8	15,0	19,0
14,0	13,3	17,3	15,5	19,5
14,5	13,8	17,8	16,0	20,0
15,0	14,5	18,5	16,5	20,5

Таблица 1.6 - Время склеивания, мин, фанерных плит

Толщина фанеры, мм	Клей СФЖ-3011	Клей КФ-Ж	Клей СФЖ-3011	Клей КФ-Ж
	Без охлаждения плит		С охлаждением плит	
10	8,8	6,5	-	-
12	10,8	7,5	-	-
14	12,8	9,0	-	-
16	15,0	10,0	-	-
18	17,0	11,0	-	-
20	19,0	13,0	-	-
22	21,0	14,5	18	12
24	23,5	16,0	20	13,2
26	26,0	17,5	22	14,5
28	28,0	19,0	25	15,5
30	30,0	21,0	27	16,6
32	33,0	22,5	31	18

Продолжение таблицы 1.6

Толщина фанеры, мм	Клей СФЖ-3011	Клей КФ-Ж	Клей СФЖ-3011	Клей КФ-Ж
	Без охлаждения плит		С охлаждением плит	
34	-	-	34	19
36	-	-	37	20
38	-	-	41	21,5
40	-	-	45	22,5
42	-	-	49	23,5
44	-	-	54	24,8
46	-	-	58	26
48	-	-	64	27
50	-	-	69	28,2
52	-	-	75	29,5
54	-	-	80	31

Таблица 1.7 - Цикл склеивания древесно-слоистых пластиков

Номинальная толщина, мм	Длительность технологических операций, мин.			
	Склеивания и упрессовки	Воздушного охлаждения плит пресса	Водяного охлаждения плит пресса	Общее время выдержки под давлением
15	30	30	30	90
20	30	40	35	105
25	35	50	40	125
30	45	60	45	150
35	50	65	55	170
40	60	70	60	190
45	75	75	65	215
50	85	80	75	240
55	95	85	85	265
60	105	90	90	285

Таблица 1.8 - Время второго периода снятия давления, мин.

Породы древесины в пакете шпона	Слойность фанеры		
	3	5	7 и более
Лиственные	1	1,5	2
Хвойные	2	2	3
Лиственные и хвойные	2	3	3,5

Таблица 1.9 - Технические характеристики клеильных прессов (назначение: горячее прессование фанеры)

Параметр	П714Б	НПФ 0339	ДА 4438	Д4038	Д 4042 Ф1
	Россия		Украина		
Усилие пресса, мН	6,3	8,0	6,3	6,3	16,0
Давление прессования, МПа	2,2	2,3	2,2	2,5	3,0
Число этажей	15	14	20	20	20
Размер плит, мм	1650 x1750	2550x1350	1650 x 1750	1650 x 1750	3300 x 1700

Продолжение таблицы 1.9

Параметр	П714Б	НПФ 0339	ДА 4438	Д4038	Д 4042 Ф1
	Россия		Украина		
Толщина греющих плит, мм	42	45	45	45	-
Высота рабочего промежутка, мм	70	80	70	70	110
Схема прессования	Бесподдонная				На поддонах
Число цилиндров главных / вспомогательных	1 / 2	-	2 / 2	2 / 2	-
Диаметр плунжеров, мм, главных / вспомогательных	600 / 160	-	450 / 90	450 / 90	-
Скорость смыкания плит, мм/с	80	-	108	120	-
Установленная мощность, кВт	19	117	96,5	115	-
Размеры пресса (L x B x H), м	6,86 x 5,55 x 2,83	10,4 x 8,5 x 6,6	9,33 x 8,0 x 5,15	11,0 x 8,7 x 4,8	17,5 x 3,8 x 6,0
Масса, т	41,5	65,0	73	95	123,5

Таблица 1.10 - Прессы импортные для горячего прессования фанеры

Параметр	Raute 30 VPH (Финляндия)	Китагава (Япония)
Усилие пресса, мН	7,7	7,5
Давление прессования, МПа	2,5	2,5
Число этажей	30	40
Размер плит, мм	1750 x 1700	2700 x 1390
Толщина греющих плит, мм	42	45
Высота рабочего промежутка, мм	80	40
Число цилиндров	4	3
Диаметр плунжеров, мм,	280	375
Скорость смыкания плит, мм/с	116	150
Установленная мощность, кВт	130	-
Масса, т	110	-

Таблица 1.11 - Техническая характеристика пресса Д 7247 (назначение: склеивание бакелизированной фанеры)

Номинальное усилие пресса, кН	49 000
Размеры греющих плит, (l x b x h), мм	5700 x 1650 x 65
Число рабочих промежутков	20
Высота промежутка, мм	120
Скорость смыкания плит, мм/с	32
Скорость загрузки и выгрузки пакетов, мм/с	160
Максимальный ход цилиндров, мм	2400
Установленная мощность, кВт	123
Полная высота пресса, мм	12 700
Высота пресса над уровнем пола, мм	7 100
Размер в плане (L x B), мм	25 000 x 12250
Масса пресса, т	514
Эталонная производительность для фанеры 10 мм, м ³ /год	9000

Таблица 1.12 - Характеристики прессов, используемых в производстве древесно-слоистых пластиков (ДСП)

Показатель	Д7446	УЗТМ	Болдуин	Беккер	Кархула
Конструкция	Колонная			Коробчатая	Рамная
Число цилиндров	1	3	14	2	1
Площадь плит, м ²	1,67x1,65=2,76	5,8x1,35=7,83	5,03x1,37=6,89	2,3x1,1=2,53	0,8x0,8=0,64
Толщина плит, мм	65	60	63	60	60
Максимальное давление, МПа	14,5	15	15	18	15
Число этажей	6	14 (8)	20	9	12
Расстояние между плитами, мм	200	103	150	210	200
Установленная мощность, кВт	-	330	215	-	-
Высота над полом (Н), м	6,3	5,82	5,3	3,2	3,5
Размеры в плане (L x B), м	-	3,7 x 7,4	-	2,5 x 2,8	2,1x 0,85
Масса линии, т	-	574,9	-	75	-
Масса пресса, т	170	435	432	-	-

1.2 ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ФАНЕРЫ (СХЕМЫ СБОРКИ)

Задача выбора конструкции фанеры заключается в согласовании слойности продукции с толщинами шпона и фанеры, с учетом её упрессовки. Зависимость имеет вид:

$$S_{\phi} = \frac{\sum S_{ш} (100 - Y_n)}{100}; \quad (1.6)$$

где $\sum S_{ш}$ - сумма толщин шпона, составляющего пакет фанеры, мм;
 Y_n – упрессовка, %.

Для равнослойной фанеры сумма толщин шпона определяется по формуле:

$$\sum S_{ш} = n S_{ш}; \quad (1.7)$$

где n – слойность (число слоев) фанеры;
 $S_{ш}$ – толщина шпона, мм.

Тогда толщина шпона выразится формулой:

$$S_{ш} = \frac{S_{\phi}}{n} \frac{100}{(100 - Y_n)}; \quad (1.8)$$

где S_{ϕ} – толщина фанеры, мм;

n – слойность (число слоев) фанеры;

Y_n – упрессовка, %, (табл. 1.13).

Таблица 1.13 - Упрессовка основных видов фанеры (Y_n), %

Вид фанеры	Марка фанеры	Береза или ольха	Сосна	Лиственница	Береза и осина	Береза и сосна
		Упрессовка при удельном давлении (МПа)				
		1,8-2,0	1,5-1,7	1,5-1,7	1,2-1,4	1,5-1,7
Общего назначения	ФК	10,0	14,0	12,0	10,0	12,0
	ФСФ	16,0	22,4	19,5	16,0	19,2
Авиационная	Всех марок	16,0	-	-	-	-
Плиты фанерные	Всех марок	19,0	26,6	22,8	19,8	22,8

Расчетная толщина шпона должна быть округлена до ближайшей стандартной величины (табл.1.14), а фактическая упрессовка рассчитана по формуле, %:

$$Y_n = \frac{100(\sum S_{ш} - S_{ф})}{\sum S_{ш}}; \quad (1.9)$$

где $\sum S_{ш}$ - сумма толщин шпона с учетом стандартной толщины шпона, мм;

$S_{ф}$ – толщина фанеры, мм.

1.14 – Рекомендуемые ряды толщин лущеного шпона

Породы древесины	Рекомендуемый ряд толщин лущеного шпона, мм
Лиственные	0,55; 0,75; 0,95; 1,15; 1,25; 1,50; 1,75; 2,0; 2,25; 2,50; 2,75; 3,0; 3,25; 3,50; 3,75; 4,0
Хвойные	1,20; 1,60; 2,00; 2,40; 2,80; 3,20; 3,60; 4,0; 4,50; 5,00; 5,50; 6,00; 6,50

Для неравнослойной фанеры, состоящей из шпона различных пород (например, сосны и березы) и различной толщины расчетная зависимость принимает вид:

$$S_{ф} = \sum S_{ш1} \frac{(100 - Y_{n1})}{100} + \sum S_{ш2} \frac{(100 - Y_{n2})}{100}; \quad (1.10)$$

где Y_{n1} и Y_{n2} – упрессовка, соответственно, березового и соснового шпона.

Так как уравнение содержит два неизвестных, то одной толщиной шпона необходимо задаться, а вторую - рассчитать по формуле:

$$\sum S_{ш2} = \frac{S_{ф} - \sum S_{ш1} \frac{100 - Y_{n1}}{100}}{\frac{100 - Y_{n2}}{100}}; \quad (1.11)$$

где $\Sigma S_{шп}$ - сумма толщин шпона с учетом стандартной толщины шпона, мм.

Для практических целей можно использовать конструкции листов, указанные в рекомендуемых схемах сборки пакетов фанеры (табл. 1.15 – 1.18). В этих таблицах предусмотрены варианты как равнослойной, так и неравнослойной фанеры из шпона одной или двух различных пород. Схема набора пакета показывает толщину шпона, число листов и иногда – породу древесины. Фанера считается изготовленной из той породы древесины, из которой набраны её наружные слои.

Например:

- а) $1,6 \cdot 3$ - трехслойный пакет из шпона толщиной 1,6 мм;
- б) $2,4 \cdot 6 + 1,6 \cdot 3$ – 9-слойный пакет из 6 слоев шпона толщиной 2,4 мм и трех слоёв шпона толщиной 1,6 мм;
- в) $1,15_{\delta} \cdot 2 + 1,5_{\delta} \cdot 6 + 1,5_{\delta} \cdot 5$ – 13-слойный пакет из двух слоёв березового шпона толщиной 1,15 мм, шести слоёв березового шпона толщиной 1,5 мм и пяти слоев осинового шпона толщиной 1,5 мм.

Таблица 1.15 – Рекомендуемые схемы сборки пакетов для фанеры марки ФСФ

Толщина фанеры, мм	Клеи фенолоформальдегидные					
	Шпон хвойных пород			Шпон хвойных и лиственных пород		
	Слойность	Толщина пакета, мм	Схема набора пакета	Слойность	Толщина пакета, мм	Схема набора пакета
4	3	4,8	$1,6 \cdot 3$	3	4,7	$1,6 \cdot 2 + 1,5_{\delta}^*$
6,5	5	8	$1,6 \cdot 5$	5	7,8	$1,6 \cdot 3 + 1,5_{\delta} \cdot 2$
9	7	11,2	$1,6 \cdot 7$	7	10,9	$1,6 \cdot 4 + 1,5_{\delta} \cdot 3$
12	9	14,4	$1,6 \cdot 9$	9	14,1	$1,6 \cdot 6 + 1,5_{\delta} \cdot 3$
15	9	19,2	$2,4 \cdot 6 + 1,6 \cdot 3$	9	18,9	$2,4 \cdot 6 + 1,5_{\delta} \cdot 3$
18	11	23,2	$2,4 \cdot 7 + 1,6 \cdot 4$	11	22,8	$2,4 \cdot 7 + 1,5_{\delta} \cdot 4$
21	11	26,4	$2,4 \cdot 11$	13	26,7	$2,4 \cdot 8 + 1,5_{\delta} \cdot 5$
24	13	31,2	$2,4 \cdot 13$	13	29,4	$2,4 \cdot 11 + 1,5_{\delta} \cdot 2$
27	15	34,4	$2,4 \cdot 13 + 1,6 \cdot 2$	15	34,2	$2,4 \cdot 13 + 1,5_{\delta} \cdot 2$
30	15	36	$2,4 \cdot 15$	19	38,4	$2,4 \cdot 11 + 1,5_{\delta} \cdot 8$

Примечание. * индекс «б» означает березовый шпон.

Таблица 1.16 - Рекомендуемые схемы сборки пакетов фанеры марки ФК из древесины хвойных пород

Толщина фанеры, мм	Клеи карбамидоформальдегидные					
	Шпон хвойных пород			Шпон хвойных и лиственных пород		
	Слойность	Толщина пакета, мм	Схема набора пакета	Слойность	Толщина пакета, мм	Схема набора пакета
4	3	4,8	$1,6 \cdot 3$	3	4,7	$1,6 \cdot 2 + 1,5_{\delta}^*$
6,5	5	8	$1,6 \cdot 5$	5	7,8	$1,6 \cdot 3 + 1,5_{\delta} \cdot 2$

Продолжение таблицы 1.16

Толщина фанеры, мм	Клеи карбамидоформальдегидные					
	Шпон хвойных пород			Шпон хвойных и лиственных пород		
	Слойность	Толщина пакета, мм	Схема набора пакета	Слойность	Толщина пакета, мм	Схема набора пакета
9	7	11,2	1,6 · 7	7	10,9	1,6 · 4 + 1,5 _б · 3
12	9	14,4	1,6 · 9	9	14,1	1,6 · 6 + 1,5 _б · 3
15	11	17,6	1,6 · 11	11	17,4	1,6 · 9 + 1,5 _б · 2
18	13	20,8	1,6 · 13	13	20,3	1,6 · 8 + 1,5 _б · 5
21	11	24,8	2,4 · 9 + 1,6 · 2	11	24,6	2,4 · 9 + 1,5 _б · 2
24	13	27,2	2,4 · 8 + 1,6 · 5	13	26,7	2,4 · 8 + 1,5 _б · 5
27	13	31,2	2,4 · 13	15	30,6	2,4 · 9 + 1,5 _б · 6
30	15	36	2,4 · 15	17	34,5	2,4 · 1 + 1,5 _б · 8

Примечание. * индекс «б» означает березовый шпон.

Таблица 1.17 - Рекомендуемые схемы сборки пакетов фанеры марки ФСФ из древесины лиственных пород

Толщина фанеры, мм	Клеи фенолоформальдегидные					
	Шпон березовый			Шпон березовый (б) и осиновый (о)		
	Слойность	Толщина пакета мм	Схема набора пакета	Слойность	Толщина пакета мм	Схема набора пакета
3	3	3,45	1,15 · 3	-	-	-
4	3	4,5	1,5 · 3	3	4,5	1,5 _б + 1,5 _о · 2*
6,5	5	7,5	1,5 · 5	5	7,5	1,5 _б · 4 + 1,5 _о
9	7	10,5	1,5 · 7	7	10,5	1,5 _б · 5 + 1,5 _о · 2
12	9	13,5	1,5 · 9	9	13,5	1,5 _б · 6 + 1,5 _о · 3
15	13	17,75	1,5 · 11 + 1,15 · 2	13	17,75	1,15 _б · 2 + 1,5 _б · 6 + 1,5 _о · 5
18	15	22,5	1,5 · 15	15	22,5	1,5 _б · 9 + 1,5 _о · 6
21	17	25,5	1,5 · 17	17	25,5	1,5 _б · 10 + 1,5 _о · 7
24	19	28,5	1,5 · 19	19	28,5	1,5 _б · 11 + 1,5 _о · 8
27	21	31,5	1,5 · 21	21	31,5	1,5 _б · 12 + 1,5 _о · 9
30	23	34,5	1,5 · 23	23	34,5	1,5 _б · 13 + 1,5 _о · 10

Примечание. * индекс «б» означает березовый шпон; «о» - осиновый шпон.

Таблица 1.18 - Рекомендуемые схемы сборки пакетов фанеры марки ФК из древесины лиственных пород

Толщина фанеры, мм	Клеи карбамидоформальдегидные					
	Шпон березовый			Шпон березовый (б) и осиновый (о)		
	Слойность	Толщина пакета, мм	Схема набора пакета	Слойность	Толщина пакета, мм	Схема набора пакета
3	3	3,45	1,15 · 3	-	-	-

Продолжение таблицы 1.18

Толщина фанеры, мм	Клеи карбамидоформальдегидные					
	Шпон березовый			Шпон березовый (б) и осиновый (о)		
	Слойность	Толщина пакета, мм	Схема набора пакета	Слойность	Толщина пакета, мм	Схема набора пакета
4	3	4,5	1,5 · 3	3	4,5	1,5 _б + 1,5 _о · 2
6,5	5	7,5	1,5 · 5	5	7,5	1,5 _б · 4 + 1,5 _о · 3
9	7	10,5	1,5 · 7	7	10,5	1,5 _б · 5 + 1,5 _о · 2
12	9	13,5	1,5 · 9	9	13,5	1,5 _б · 6 + 1,5 _о · 3
15	13	17,75	1,5 · 11 + 1,15 · 2	13	17,75	1,15 _б · 2 + 1,5 _б · 6 + 1,5 _о · 5
18	13	19,5	1,5 · 13	13	19,5	1,5 _б · 8 + 1,5 _о · 5
21	15	22,5	1,5 · 15	15	22,5	1,5 _б · 9 + 1,5 _о · 6
24	19	27,8	1,5 · 17 + 1,15 · 2	19	27,8	1,15 _б · 2 + 1,5 _б · 9 + 1,5 _о · 8
27	21	31,5	1,5 · 21	21	31,5	1,5 _б · 12 + 1,5 _о · 9
30	23	34,5	1,5 · 23	23	34,5	1,5 _б · 13 + 1,5 _о · 10

Для авиационной равнослойной фанеры используется только тонкий березовый шпон. В фанере марки БПС-1В каждый наружный слой состоит из двух слоёв шпона с параллельным направлением волокон, то есть требуется пятислойный пакет шпона, конструкцию которого можно изобразить таким образом, || - || с толщиной шпона 0,95; 1,2 и 1,5 мм для толщин фанеры 4, 5 и 6 мм соответственно.

1.3 БАЛАНС ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ЛУЩЕНИИ ШПОНА

В процессе лущения чурака (рис.1.1) получают сначала шпон-рванину (отходы при оцилиндровке), затем ленту делового шпона, которая рубится на форматный и кусковой деловой шпон, при этом неделовые куски возвращаются на конвейер для удаления шпона-рванины. В заключении цикла лущения карандаш падает вниз и удаляется по специальному конвейеру.

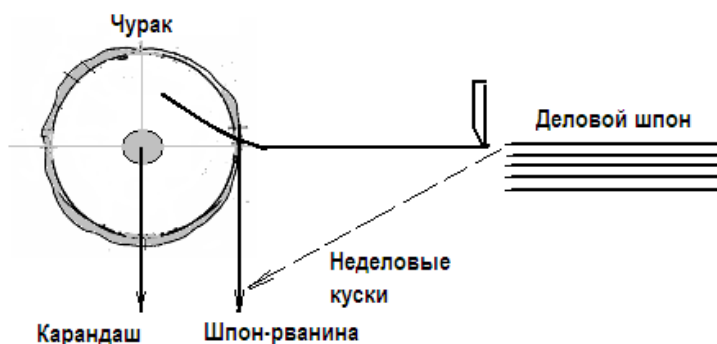


Рисунок 1.1 - Составляющие баланса древесины при лущении чураков

Из рисунка 1.1 следует:

$$V_{\text{ч}} = V_{\text{д.ш.}} + V_{\text{оц}} + V_{\text{к}}; \quad (1.12)$$

$$P_{\text{д.ш.}} + P_{\text{оц}} + P_{\text{к}} = 100\%; \quad (1.13)$$

где $V_{\text{ч}}$ – объём чурака, м³, принимаемый за 100%;

$V_{\text{д.ш.}}$ и $P_{\text{д.ш.}}$ – объём делового шпона, м³ и его доля в %;

$V_{\text{оц}}$ и $P_{\text{оц}}$ – объём шпона-рванины, м³ и его доля в % (включает в себя и неделовые куски);

$V_{\text{к}}$ и $P_{\text{к}}$ – объём карандаша, м³ и его доля в % от объёма чурака.

1.4 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В СЫРЬЕ И ШПОНЕ

Расчет потребности в сырье и шпоне на программу предприятия следует вести по нормативам расхода согласно инструкциям, разработанным ЦНИИФ РД 3-2000.

При проведении расчетов необходимы следующие *исходные данные*:

1) Длина чурака l_c , м. Принимается в соответствии с маркой намечаемого лущильного станка. Например, для отечественных станков типа ЛУ-17-10 длина чурака составляет 1,6 м. В производстве строительной фанеры форматом 1,22×2,44 м используют чураки длиной 1,3 и 2,54 м.

2) Диаметр чурака D_c , м и порода древесины. В расчеты целесообразно заложить средний диаметр чурака, характерный для данного предприятия. Расчеты следует вести отдельно по лиственным и хвойным породам.

3) Объем чурака V_c , м³. Определяется по таблицам объемов круглых лесоматериалов в зависимости от вершинного диаметра (D_c) и длины сортимента l_c (табл.1.19). Не следует определять объём кряжа, как объём цилиндра, так как это дает заниженную величину. Фактически форма кряжа ближе к форме усеченного конуса, а диаметр чурака показывает вершинный диаметр без коры.

4) Доля сырья 1 и 2-го сортов в общем объёме поставки q_1 , q_2 (по данным предприятия), при этом $(q_1 + q_2) = 100\%$. Следует учесть, что авиационная фанера выпускается в основном из березового сырья 1-го сорта.

5) Диаметр малого кулачка лущильного станка d_0 , м (из характеристики лущильного станка).

6) Программа выпуска фанеры M , м³.

Норма расхода сырья на производство фанеры определяется как произведение пооперационных норм:

$$H = H_c H_{c.ш} H_{ш}; \quad (1.14)$$

где H – индивидуальная норма расхода сырья на производство обрезной фанеры данной марки, $\text{м}^3/\text{м}^3$;

H_c - норма расхода сырья на изготовление сырого шпона, $\text{м}^3/\text{м}^3$;

$H_{с.ш.}$ – норма расхода сырого шпона на изготовление сухого шпона, $\text{м}^3/\text{м}^3$;

$H_{ш}$ – норма расхода сухого шпона на изготовление обрезной фанеры, $\text{м}^3/\text{м}^3$.

Таблица 1.19 - Объем круглых лесоматериалов длиной 1,6 м с обмером толщины в верхнем торце (по ГОСТ 2708-75)

Толщина, см	Объем, м^3	Толщина, см	Объем, м^3	Толщина, см	Объем, м^3
16	0,035	28	0,112	40	0,220
17	0,039	29	0,120	41	0,240
18	0,044	30	0,128	42	0,250
19	0,049	31	0,137	43	0,260
20	0,054	32	0,145	44	0,270
21	0,060	33	0,155	45	0,280
22	0,066	34	0,160	46	0,290
23	0,073	35	0,170	47	0,300
24	0,081	36	0,180	48	0,320
25	0,088	37	0,190	49	0,330
26	0,096	38	0,200	50	0,350
27	0,103	39	0,210	52	0,375

Норма расхода сырья на изготовление сырого шпона соответственно для лиственных и хвойных пород:

$$H_c = P_{cp} K_{\partial} K_n K_{л.я}; \quad (1.15)$$

где P_{cp} - средневзвешенный расход березового или соснового сырья длиной 1,6 м на 1 м^3 сырого шпона, $\text{м}^3/\text{м}^3$, рассчитывается с учетом доли сырья 1-го и 2-го сортов:

$$P_{cp} = \frac{100P_1P_2}{q_1P_1 + q_2P_2}; \quad (1.16)$$

где P_1, P_2 – нормативы расхода сырья, соответственно 1-го и 2-го сортов длиной 1,6 м на 1 м^3 сырого шпона в зависимости от породы древесины (табл. 1.20; 1,21);

q_1, q_2 - доля сырья, соответственно 1 и 2-го сортов, %.

K_{∂} - поправочный коэффициент на длину чурака, (табл. 1.22);

K_n - поправочный коэффициент на породу древесины, (табл. 1.23);

$K_{л.я.}$ - поправочный коэффициент на использование березового сырья с ложным ядром (табл. 1.24).

Таблица 1.20 - Нормативы расхода лиственного сырья ГОСТ 9462-88 на производство лущеного шпона, $\text{м}^3/\text{м}^3$

Диаметр чураков, см	Нормативы расхода сырья длиной, м											
	1,6								1,3		2,54	
	Береза		Осина		Ольха		Желтая береза		Береза		Береза	
	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт
16	1,927	2,021	2,064	2,172	1,952	2,046	2,701	2,738	1,867	1,923	-	-
17	1,885	1,977	2,033	2,138	1,925	2,023	2,601	2,64	1,826	1,891	-	-
18	1,848	1,938	2,005	2,107	1,900	2,003	2,512	2,557	1,790	1,863	2,689	2,851
19	1,814	1,902	1,981	2,080	1,878	1,985	2,432	2,481	1,757	1,837	2,615	2,767
20	1,784	1,871	1,958	2,055	1,859	1,969	2,361	2,413	1,728	1,815	2,548	2,691
21	1,757	1,842	1,938	2,033	1,841	1,954	2,296	2,351	1,701	1,794	2,488	2,622
22	1,732	1,816	1,920	2,013	1,825	1,941	2,237	2,295	1,677	1,775	2,433	2,560
23	1,709	1,792	1,903	1,994	1,810	1,928	2,183	2,243	1,655	1,758	2,383	2,503
24	1,688	1,771	1,888	1,977	1,796	1,917	2,134	2,196	1,635	1,743	2,337	2,451
25	1,669	1,751	1,874	1,962	1,784	1,907	2,089	2,153	1,616	1,728	2,295	2,403
27	1,635	1,715	1,849	1,934	1,762	1,889	2,008	2,076	1,584	1,703	2,220	2,318
28	1,620	1,699	1,838	1,922	1,752	1,880	1,972	2,042	1,569	1,691	2,187	2,280
29	1,606	1,684	1,827	1,910	1,743	1,873	1,938	2,010	1,555	1,681	2,155	2,244
30	1,593	1,670	1,818	1,900	1,734	1,866	1,907	1,980	1,542	1,671	2,126	2,211
31	-	-	1,809	1,890	1,726	1,859	1,878	1,952	-	-	2,099	2,180
32	-	-	1,800	1,880	1,719	1,853	1,851	1,926	-	-	2,074	2,151
33	-	-	-	-	-	-	1,825	1,901	-	-	2,050	2,124

Таблица 1.21 - Нормативы расхода хвойного сырья ГОСТ 9462-88 на производство лущеного шпона, м³/м³

Диаметр чураков, см	Нормативы расхода сырья длиной, м											
	1,6				1,3				2,54			
	Сосна		Лиственница		Сосна		Лиственница		Сосна		Лиственница	
	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт
18	2,095	2,105	2,063	2,071	1,857	1,874	1,877	1,944	-	-	-	-
20	2,023	2,041	1,989	2,006	1,789	1,821	1,801	1,861	2,436	2,510	2,546	2,562
21	1,991	2,014	1,957	1,979	1,760	1,798	1,769	1,826	2,396	2,466	2,509	2,528
22	1,963	1,989	1,929	1,954	1,734	1,777	1,739	1,794	2,360	2,426	2,476	2,497
23	1,937	1,987	1,902	1,931	1,710	1,759	1,712	1,764	2,326	2,390	2,445	2,469
24	1,913	1,946	1,878	1,909	1,688	1,741	1,687	1,737	2,296	2,356	2,417	2,443
25	1,891	1,927	1,856	1,890	1,668	1,725	1,664	1,712	2,268	2,326	2,391	2,419
26	1,871	1,909	1,836	1,872	1,650	1,711	1,643	1,690	2,242	2,297	2,367	2,397
27	1,853	1,893	1,817	1,856	1,632	1,697	1,624	1,668	2,218	2,271	2,345	2,376
28	1,835	1,878	1,799	1,840	1,616	1,684	1,606	1,649	2,196	2,247	2,325	2,357
29	1,819	1,863	1,783	1,826	1,601	1,673	1,589	1,630	1,175	2,224	2,306	2,339
30	1,804	1,850	1,768	1,813	1,587	1,662	1,573	1,613	2,156	2,203	2,288	2,323

Продолжение таблицы 1.21

Диаметр	Нормативы расхода сырья длиной, м											
---------	-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	1,6				1,3				2,54			
	Сосна		Лиственница		Сосна		Лиственница		Сосна		Лиственница	
	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт
31	1,790	1,838	1,754	1,800	1,574	1,651	1,559	1,597	2,138	2,183	2,271	2,307
32	1,777	1,826	1,740	1,788	1,562	1,642	1,545	1,582	2,121	2,165	2,256	2,293
33	1,764	1,816	1,728	1,777	1,551	1,633	1,532	1,568	2,105	2,147	2,241	2,279
34	1,753	1,805	1,716	1,767	1,540	1,624	1,520	1,555	2,090	2,131	2,227	2,266
35	1,742	1,796	1,705	1,757	1,530	1,616	1,508	1,542	2,076	2,115	2,214	2,254
36	1,731	1,787	1,694	1,748	1,520	1,608	1,497	1,531	2,062	2,101	2,202	2,243

Таблица 1.22 - Поправочные коэффициенты на длину чураков ($K_d = 1$ для длины чурака 1,6 м)

Длина чураков, м	Коэффициент	Удельный вес чураков, %						
		5	10	15	20	30	50	100
1,30	K_1	0,998	0,997	0,995	0,993	0,990	0,983	0,965
1,91	K_2	1,009	1,018	1,027	1,036	1,054	1,090	1,180
2,23	K_3	1,014	1,028	1,042	1,056	1,084	1,146	1,292
2,54	K_4	1,016	1,032	1,048	1,064	1,090	1,164	1,328

Таблица 1.23 - Поправочные коэффициенты на породу древесины ($K_p = 1$ для березы)

Порода древесины	Диаметр чураков, см				
	16-18	20-22	24-26	28-30	Более 30
Ольха	1,0	1,02	1,04	1,06	1,08
Осина	1,05	1,11	1,12	1,13	1,13
Сосна	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Лиственница	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043

Таблица 1.24 - Коэффициенты, учитывающие потери сырья при переработке березовых и ольховых чураков с ложным ядром

Удельный вес чураков с ложным ядром, %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Коэффициенты (Кл.я.)	1,0	1,012	1,024	1,036	1,048	1,060	1,072	1,084	1,096	1,108	1,120

Норма расхода сырого шпона на 1 м^3 сухого товарного шпона определяется по формуле:

$$H_{c.u.} = \frac{100}{100 - Y_T} \frac{100}{100 - Y_p} K_{m.n.}; \quad (1.17)$$

где Y_T – усушка тангенциальная (по ширине листа шпона), % (табл. 1.25);
 Y_p – усушка радиальная (по толщине листа), можно принять равной 4,3%;
 $K_{m.n.}$ – коэффициент технологических потерь шпона в сушилке, $K_{m.n.} = 1,02 \dots 1,03$;

Норма расхода сухого шпона на изготовление обрезной фанеры, m^3 / m^3 :

$$H_{ш} = K_l K_p K_{yn} K_{обр} K_{пер} K_{шл}; \quad (1.18)$$

где K_l – коэффициент потерь на ленты для починки шпона, (табл.1.26);
 K_p – коэффициент потерь на стадии прирубки кускового шпона, (табл.1.27);
 K_{yn} – коэффициент потерь при упрессовке фанеры, (формула 1.19);
 $K_{обр}$ – коэффициент потерь при обрезке фанеры, (формула 1.21);
 $K_{пер}$ – коэффициент потерь на переобрезе листов фанеры, (табл.1.28);
 $K_{шл}$ – коэффициент потерь при шлифовании фанеры, (табл.1.29)

Коэффициент потерь при упрессовке фанеры рассчитывается по формуле:

$$K_{yn} = \frac{100}{100 - Y_n}; \quad (1.19)$$

где Y_n – упрессовка шпона в горячем прессе, %.

Упрессовка рассчитывается по принятой схеме сборки и заданной толщине фанеры:

$$Y_n = 100 \left(1 - \frac{S_\phi}{\Sigma S_{ш}} \right); \quad (1.20)$$

где $\Sigma S_{ш}$ – сумма толщин шпона в пакете фанеры, мм;
 S_ϕ – толщина фанеры, мм.

Коэффициент потерь при обрезке фанеры рассчитывается по формуле:

$$K_{обр} = \frac{l_{ш} b_{ш}}{l_{ф} b_{ф}}; \quad (1.21)$$

где $l_{ш}$, $b_{ш}$ – соответственно, длина и ширина шпона, мм;
 $l_{ф}$, $b_{ф}$ – соответственно, длина и ширина обрезного листа фанеры, мм.

Таблица 1.25 - Припуски на усушку шпона шириной 1600 мм

Толщина шпона, мм	Береза		Ольха		Сосна	
	мм	%	мм	%	мм	%
0,4 - 0,75	178	11,1	162	10,1	-	-
1,0 - 1,15	158	9,8	142	8,8	130	8,1
1,5	140	8,7	126	7,8	116	7,2
1,8	130	8,1	117	7,2	101	6,3
2,2	118	7,4	106	6,6	97	6,0
3,5	100	6,2	90	5,6	83	5,2

Таблица 1.26 - Нормативы потерь сухого шпона на ленты для починки форматных листов

Удельный вес починенного шпона, фанеры, в составе всего сухого шпона (I_n), %	0	5	10	15	20	25	30
Коэффициент, учитывающий отходы сухого шпона, на ленты для починки форматных листов шпона (K_l)	1,0	1,002	1,004	1,006	1,008	1,010	1,012

Таблица 1.27 - Нормативы потерь сухого шпона на прирубку неформатного шпона

Удельный вес неформатного шпона, используемого на производство фанеры, в составе всего сухого шпона, %	0	5	10	15	20	25
Коэффициент, учитывающий потери и отходы при обработке неформатного шпона, используемого на изготовление фанеры (K_p)	1,0	1,008	1,015	1,023	1,031	1,039

Таблица 1.28 - Нормативы потерь при переобрезе фанеры *

Формат фанеры, мм	Коэффициент потерь при переобрезе ($K_{пер}$)
1220 x 1220	1,012
1525 x 1525	1,010
2440 x 1220	1,012
1830 x 1525	1,010
2135 x 1525	1,010

Примечание. * для переобреза 15% фанеры и при уменьшении длины форматного листа на 100 мм.

Таблица 1.29 - Нормативы потерь при шлифовании фанеры

Удельный вес шлифованной фанеры, %	0	25	50	75	100

Коэффициент потерь при шлифовании ($K_{шл}$)	1,0	1,02	1,04	1,06	1,08
--	-----	------	------	------	------

Расчеты норм расхода целесообразно отобразить в таблице 1.30:

Таблица 1.30 - Расчетные величины норм расхода древесины

Наименование показателя	Обозначение	Величина, м ³ /м ³
Норма расхода сырого шпона на 1 м ³ фанеры	H_c	
Норма расхода сырого шпона на 1 м ³ сухого шпона	$H_{c,ш}$	
Норма расхода сухого шпона на 1 м ³ фанеры	$H_{ш}$	
Норма расхода сырья на 1 м ³ фанеры	H	

1.5 БАЛАНС ДРЕВЕСИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ФАНЕРЫ

Зная нормы расхода шпона и сырья, можно найти другие составляющие баланса древесины, а именно: объем шпона-рванины; объем делового сырого и сухого шпона и объем карандашей, объемы чураков и кряжей.

Расчеты удобно вести в следующей последовательности:

1. Объем продукции на участке упаковки, м³: M
2. Объем нешлифованной обрезной фанеры, м³:

$$Q_{о.ф.} = M K_{шл}; \quad (1.22)$$

3. Объем необрезной фанеры, м³:

$$Q_{н.ф.} = Q_{о.ф.} K_{обр} K_{пер}; \quad (1.23)$$

4. Объем пакетов шпона перед горячим прессом, м³:

$$Q_{пак} = Q_{н.ф.} K_{упр}; \quad (1.24)$$

5. Потребность в сухом шпоне с учетом потерь, м³:

$$Q_{ш} = Q_{пак} K_{л} K_{р}; \quad (1.25)$$

6. Потребность в сыром шпоне, м³:

$$Q_{с.ш.} = Q_{ш} H_{с.ш.}; \quad (1.26)$$

7. Полезный выход шпона из чураков, % :

$$P_{\kappa} = \frac{100}{H_c}; \quad (1.27)$$

8. Доля карандашей в объеме чурака, % :

$$P_{\kappa} = \frac{\pi d_k^2 l_q}{4V_q} 100\%; \quad (1.28)$$

где d_k – диаметр карандаша, м, принимается на 5-10 мм больше, чем диаметр малого кулачка d_0 лущильного станка (для большинства станков d_0 составляет 65 мм); V_q – объем чурака, м³.

9. Отходы на шпон-рванину, % :

$$P_{оц} = 100 - P_{д.ш.} - P_{\kappa}; \quad (1.29)$$

10. Потребность в чураках, м³:

$$Q_{ч} = Q_{с.ш.} H_c; \quad (1.30)$$

11. Потребность в кряжах, м³ :

$$Q_{кр} = Q_{ч} K_{разд}; \quad (1.31)$$

где $K_{разд}$ – коэффициент потерь древесины на участке раскряжки на чураки, $K_{разд} = 1, 058$.

Отходы древесины на различных операциях составят:

1. Объем коры на участке окорки кряжей, м³:

$$Q_1 = Q_{кр} P_1 / 100; \quad (1.32)$$

где P_1 – доля коры в объеме кряжей (для березы - 12 %, для остальных пород – 10 %).

2. Объем кусковых отходов на участке раскряжевки сырья, м³:

$$Q_2 = Q_{кр} - Q_4 ; \quad (1.33)$$

3. Объем шпона-рванины, м³:

$$Q_3 = Q_4 P_{оц} / 100 ; \quad (1.34)$$

4. Объем карандашей, м³:

$$Q_4 = Q_4 P_k / 100 ; \quad (1.35)$$

5. Потери шпона при сушке, м³:

$$Q_5 = Q_{с.ш.} - Q_{ш} ; \quad (1.36)$$

6. Кусковые отходы при обработке сухого шпона, м³:

$$Q_6 = Q_{ш} - Q_{пак} ; \quad (1.37)$$

7. Потери древесины при прессовании (упрессовка) фанеры, м³:

$$Q_7 = Q_{пак} - Q_{н.ф.} ; \quad (1.38)$$

8. Отходы при форматной обрезке и переобрезе фанеры, м³:

$$Q_8 = Q_{н.ф.} - Q_{о.ф.} ; \quad (1.39)$$

9. Объем шлифовальной пыли, м³:

$$Q_9 = Q_{о.ф.} - M ; \quad (1.40)$$

Выполненные расчеты заносят в табл. 1.31, где отражен основной технологический процесс производства фанеры и все потери древесины в ходе ее изготовления по стадиям технологического процесса.

Таблица 1.31 Баланс материалов и отходов в производстве фанеры

Материал	Объем материала		Отходы и потери	Объем отходов	
	%	м ³		%	м ³
Кряжи		$Q_{кр}$	Кора		Q_1
Чураки	100	Q_4	Кусковые отходы		Q_2
Сырой шпон		$Q_{с.ш.}$	Шпон-рванина		Q_3
			Карандаши		Q_4
Сухой шпон		$Q_{ш}$	Потери при сушке		Q_5

Пакеты шпона		$Q_{пак}$	Потери при обработке шпона		Q_6
Фанера необрезная		$Q_{н.ф.}$	Упрессовка		Q_7
Фанера обрезная		$Q_{о.ф.}$	Отходы при обрезке		Q_8
Продукция товарная		M	Шлифовальная пыль		Q_9
				Итого отходов:	$\Sigma Q_2 \dots Q_9$
				возвратные	
				безвозвратные	$Q_5 + Q_7$

Итоговая таблица позволяет увидеть возможные резервы производства и более полно планировать переработку вторичного сырья, объём которого превышает объём основной продукции даже на самых современных предприятиях такого профиля.

1.6 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В СВЯЗУЮЩЕМ

Расчету потребности в клее должен предшествовать выбор марки связующего и рецептуры клея (табл. 1.32, 1.33).

Производственный расход клея на программу выпуска фанеры (фанерной продукции) составит, кг:

$$Q_k = \frac{M(n_c - 1)l_{ш}b_{ш}}{S_{ф}l_{ф}b_{ф}} q_k K_n; \quad (1.41)$$

где q_k – удельный расход клея, г/м², табл.1.34. Для пленочного клея масса 1м² пленки принимается 68...74 г;

K_n – коэффициент производственных потерь, $K_n = 1.03 \dots 1.05$;

n_c – слойность фанеры;

$S_{ф}$ – толщина фанеры, мм;

$l_{ш}, b_{ш}$ – соответственно, длина и ширина шпона, мм;

$l_{ф}, b_{ф}$ – соответственно, длина и ширина обрезного листа фанеры, мм;

M – программа выпуска фанеры, м³.

Удельный расход клея, кг/м³ :

$$q_{уд} = \frac{Q_k}{M}; \quad (1.42)$$

Таблица 1.32 - Марки клеев, используемых в фанерном производстве

Марка фанерной продукции	Марка связующего
ФК	Карбамидные КФ-0, КФ-МТ-15, КФ-МТ-05, КФ-Ж, КФ-НФП
ФСФ	Фенолоформальдегидные СФЖ-3013, СФЖ-3014,
ФБА	Казеино-альбуминовый
БС-1	Фенолформальдегидный СФЖ-3011
БП-А, БП-В	Бакелитовая пленка марок А или В

Таблица 1.33 - Рецептура клеев для производства фанеры

Наименование клея	Основные компоненты, масс. ч.
Карбамидный	Смола - 100, хлористый аммоний - 0,7...1,0, древесная мука или лигнин - 3...5
Феноло-формальдегидный	Смола - 100, мел 9...12, лигнин - 3
Комбинированный	Альбумин - 100, казеин - 20...30
Казеиновый	Казеин - 100, известь - 20, жидкое стекло - 30...40

Таблица 1.34 - Расход клеев при контактном способе нанесения

Клей	Породы древесины	Толщина шпона, мм	Норма расхода клея, г/м ²
Фенольные	Береза	1,1 – 1,2	130 - 135
		1,5 – 2,0	140 - 150
	Хвойные	до 2	140 - 150
		2 и более	150 - 160
Карбамидные	Береза	до 2	120 - 140
	Хвойные	до 2	140 - 150
		более 2	150 - 160

1.7 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ШПО-НА И ФАНЕРЫ

Необходимое число станков (агрегатов, линий) находят по формуле:

$$n = \frac{Q_{год}}{P_{год}}; \quad (1.43)$$

где $Q_{год}$ - годовой объем работ для данного участка фанерного предприятия, м³. Объем работ по стадиям технологического процесса принимают из табл. 1.31. Например, на участке окорки - это потребный объем кряжей, на участке раскроя кряжей - объем чураков, для луцильного цеха - потребность в сыром шпоне и т.п.; $P_{год}$ - годовой объем работы станка, м³, определяется по формуле 1.44.

$$P_{год} = P_{час} T_{эф}; \quad (1.44)$$

где $P_{час}$ - часовая производительность, м³/ч. Определяется для каждого вида (единицы) оборудования по формуле, зависящей от принципа работы станка, уровня механизации и других факторов;

$T_{эф}$ - эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч., $T_{эф}=7326$ ч.

Если расчетное число станков N выражено дробным числом и дробь составляет более 10 % от целого числа, то ее следует округлить до следующего целого числа; если меньше 10 %, то ее не учитывают, полагая, что перегрузка может быть устранена за счет интенсификации работы, уплотнения рабочего времени.

Коэффициент загрузки оборудования, % :

$$K = \frac{n_p}{n_{np}} 100 \quad ; \quad (1.45)$$

где n_p - расчетное число станков, шт.;
 n_{np} - принятое число станков, шт.

В некоторых случаях часовая производительность станка аналитически не может быть определена, поэтому приходится пользоваться справочными данными. Если в справочнике указана не часовая, а сменная ($П_{см}$) производительность, то годовой объем работы станка определяется по формуле:

$$П_{год} = П_{см} N_{см} ; \quad (1.46)$$

где $N_{см}$ - число смен в год. Определяется из формулы 1.4 и составляет 666 смен при двухсменной работе.

Значение n_p определяется отдельно для каждой марки фанеры, а число станков принимается после суммирования значений n_p . Например, имеем $n_{p1} = 0,37$ и $n_{p2} = 1,29$. Тогда расчетное число станков составит $n_p = 0,37 + 1,29 = 1,66$. Таким образом, можно принять два станка ($n_{np} = 2$) с коэффициент загрузки $K = (1,66 / 2) 100 = 88 \%$.

ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СЫРЬЯ (ГТО)

На этом участке сменная производительность одной секции открытого бассейна, м³ определяется по формуле:

$$П_{см} = LBHK_3 K_y K_p \frac{T}{\tau} ; \quad (1.47)$$

где L, B, H - соответственно длина, ширина и глубина секции, м. Эти размеры выбираются в согласовании с размерами кранового оборудования, используемого для загрузки и выгрузки сырья. Рекомендуемая длина секций 12, 15, 18 м. Ширина секции - 7 м (для максимальной длины кряжа 6,2 м). Глубина секции - 2 м;

K_3 - коэффициент загрузки, при работе в пучках $K_3 = 0,90$, при загрузке в контейнерах $K_3 = 0,65$;

K_y - коэффициент плотности укладки сырья, $K_y = 0,70$;

K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,95$;

$T_{см}$ - продолжительность смены, $T_{см} = 8$ ч;

τ - суммарное время оттаивания и прогрева сырья, ч., формула 1.48.

$$\tau = \tau_{табл} K_n K_d K_x ; \quad (1.48)$$

где $\tau_{табл}$ - время прогрева, принимается по табл.1.35, 1.36;

K_n - коэффициент породы древесины (сосна, ель, кедр - 1,0; лиственница - 1,2);

K_d - коэффициент, зависящий от способа доставки сырья (сплавное сырье -1,2; по железной дороге - 1,0);

K_x - коэффициент, зависящий от способа хранения сырья (дождевание, водное хранение - 1,0; влагозащитные замазки - 1,2; плотная укладка на срок более 2 месяцев - 1,4).

Производительность закрытого варочного бассейна с мотовилом, m^3 , определяется по формуле:

$$P_{час} = \frac{\pi K_p K_z R^2 l_q}{2\tau}; \quad (1.49)$$

где K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,95$;

K_z - коэффициент заполнения бассейна, $K_z = 0,60$;

R - радиус мотовила, м. Промышленностью выпускаются бассейны с радиусом мотовила 2,5; 2,75; 3,5 м;

l_q - длина чурака, м;

τ - время прогрева чураков, ч.

Таблица 1.35 - Время проварки сырья в открытых бассейнах при мягких режимах, с температурой воды в бассейне $t_b = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

Диаметр сырья, см	Время проварки, час, при температуре воздуха, $^\circ\text{C}$				
	Свыше 0	До -10	До - 20	До - 30	До - 40
Лиственные породы					
До 30	10	18	24	28	30
31 и более	16	23	30	35	40
Хвойные породы					
До 35	12 - 17	22	30	34	39
36 - 45	23	35	50	56	65

Необходимое число секций бассейна определяется по формуле:

$$n_1 = \frac{Q_{год}}{P_{год}}; \quad (1.50)$$

где $Q_{год}$ - годовой объем сырья (кряжей или чураков, в зависимости от последовательности технологических операций), подлежащий проварке, m^3 . Принимается из табл. 1.31.

Таблица 1.36 - Время проварки сырья в закрытых бассейнах при жестких режимах с температурой воды в бассейне $t_b = 60 \dots 80 \text{ }^\circ\text{C}$

Диаметр сырья, см	Температура воды в бассейнах, °С				
	60	70 - 80			
	Время проварки, ч, при температуре воздуха, °С				
	Свыше 0	До -10	До -20	До - 30	До - 40
Лиственные породы					
До 20	1	1,5	2	2,5	3
21 - 25	2	3	3,5	4,5	6
26 - 30	3,5	5	6	7	8
31 - 35	5	7	8,5	10	12
36 и более	7 - 8	8 - 10	9 - 11	11 - 13	14 - 16
Хвойные породы					
до 20	1,5 - 2	2	2,5	3	4
21 - 25	2,5 - 3	4,5	5	6	7,5
26 - 30	3 - 5	6	7	8	9,5
31 - 35	4 - 6	8	10	12	15
36 и более	7 - 9	9 -11	12 - 14	14 - 16	18 - 19

ОКОРКА ФАНЕРНОГО СЫРЬЯ

Производительность окорочных станков находится по формуле, м³:

$$P_{\text{час}} = \frac{60V_{\text{ч}}UK_pK_m}{l_{\text{ч}}}; \quad (1.51)$$

где $V_{\text{ч}}$ – объём чурака, м³, табл. 1.19;

U – скорость подачи, м/мин. В расчет лучше закладывать минимальные скорости подачи, используемые в зимний период, табл. 1.37;

$l_{\text{ч}}$ – длина чурака, м;

K_p – коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,8 \dots 0,85$;

K_m – коэффициент машинного времени, $K_m = 0,7 \dots 0,8$.

Таблица 1.37 – Технические характеристики окорочных станков

Параметры	ОК 63-2	2 ОК 63-1	VK-26/66	VK-32
Диаметр сырья, см	10 - 55	10 - 55	10-61	13-76
Миним. длина сырья, м	2,7	2,7	1,8	2,4
Скорость подачи, м/мин	12 - 60	12 - 60	17 - 40	17, 19, 30
Частота вращения ротора, 1/мин	150; 200; 300	150; 200; 300	240	160
Число ножей в роторе, шт.	6	6 + 6	8	8
Установлю мощность, кВт	50,0	65,12	41	52
Масса (с рольгангами), кг	9840	12500	-	12 500
Габаритные размеры, м	8,0x2,22x2,56	9,8x2,3x2,56	9,8x2,28x2,35	13,3x2,45x3,1

В окорочных станках обрабатываются обычно длинные кряжи, а не короткие чураки. При небольшом допущении при расчете производительности окорочного станка можно принять за объем сырья объем чурака при известной его длине.

Потребность в окорочных станках определяется по формуле:

$$n_2 = \frac{Q_{кр}}{П_{год}}; \quad (1.52)$$

где $Q_{кр}$ – годовая потребность в кряжах, м³. Принимается из табл. 1.31;
 $П_{год}$ – годовой объем работ, м³. Определяется по формуле 1.44.

РАЗДЕЛКА (РАСКРЯЖЕВКА) СЫРЬЯ

Раскряжевка сырья выполняется на круглопильных станках. Часовая производительность позиционных станков определяется по циклу работы или берется из технической характеристики оборудования, (табл. 1.39, 1.40).

Производительность круглопильного станка определяется по формуле, м³:

$$П_{час} = \frac{3600 K_p}{t_{ц} n} V_{ч}; \quad (1.53)$$

где K_p - коэффициент рабочего времени. Учитывает потери времени на настройку и подготовку станка к работе, на отвлечение рабочего по личным надобностям, $K_p = 0,95...0,97$, то есть можно считать, что 3...5 % рабочего времени станок простаивает по указанным выше причинам;

$t_{ц}$ - время цикла, с. Включает в себя опускание пилы, пиление, подъем пилы и передвижение кряжа, табл. 1.38;

n - число пропилов, приходящихся на один чурак, с учетом торцовки и вырезки дефектных мест, $n = 1,25...1,50$;

$V_{ч}$ - объем чурака, м³, табл. 1.19.

Таблица 1.38 - Время цикла работы круглопильного станка в зависимости от диаметра кряжа (чурака) $D_{ч}$

$D_{ч}$, см	18	20	25	30	35	40
$t_{ц}$, с	8,0	8,6	10,3	12,8	16,4	22,0

Таблица 1.39 – Технические характеристики круглопильных станков

Параметр	ПА-15	АЦ-1	АЦ-2М	ЦБ-5	ЦФК-6А	ФП-220
Макс. диаметр сырья, мм	600	100...460	600	350	630	160...600
Диаметр пильного диска, мм	-	1000/1200	1500	1000	1600	1600
Скорость резания, м/с	70	56/67	60	60	71	60
Подача	Гидравлическая					Пневматическая
Установленная мощность двигателей, кВт	44,7	18,4	14	7,5	25	29,7
Габаритные размеры, м						
Длина	-	21,4	2,75	2,11	3,03	14,7
Ширина	-	4,8	1,29	1,27	1,25	5,53
Высота	-	2,35	2,62	1,8	2,97	4,34
Масса агрегата, кг	5 750	8000	-	10700	-	8900
Производительность, м ³ /ч.	8...32					

Потребность в станках для разделки сырья определяется по формуле:

$$n_3 = \frac{Q_c}{P_{год}}; \quad (1.54)$$

где Q_c – годовая потребность в чураках, м³. Берется из табл. 1.31.
 $P_{год}$ – годовой объем работ, м³. Определяется по формуле 1.44.

Таблица 1.40 - Техническая характеристика раскряжевочной линии ЛЦ-60

Параметр	Значение
Диаметр распиливаемого бревна, см	13...60
Длина получаемых чураков (два размера на выбор заказчика), м	1,35; 1,65; 2,5 до 3,0
Производительность (при непрерывной подаче бревен, среднем диаметре кряжа 25 см и длине чурака 1,65 м), м ³ /час	20
Диаметр пилы, мм	1500
Толщина пилы, мм	5 -10
Привод механизмов зажима бревна и подачи пилы	гидравлический
Потребляемая мощность, кВт	38,5
Габаритные размеры, м	8,0x3,85x3,24

Целесообразнее принять на участке разделки сырья не менее двух станков, даже если по расчету получается один (в целях обеспечения надежности работы участка и всего предприятия).

ЛУЩЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

При выборе лущильного станка можно ориентироваться на отечественные станки ЛУ17-10 или финские серии НV (табл.1.41, 1.42).

Реально производительность лущильных станков наиболее существенно зависит от толщины шпона и диаметра чурака и составляет примерно 3-4 м³/ч. Лу-

щильный цех работает в три смены, так как сырой шпон необходимо высушить сразу после лущения.

Производительность лущильного станка, м³ определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = \frac{3600 K_p V_q P_{\text{д.ш.}}}{t_{\text{ц}} 100}; \quad (1.55)$$

где K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,94 \dots 0,95$;

V_q - объём чурака, м³, табл.1.19;

$P_{\text{д.ш.}}$ - выход делового шпона, %;

$t_{\text{ц}}$ - время цикла лущения одного чурака, с.

Цикл лущения складывается из многих операций, но для практических целей можно выделить только две составляющие:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{оц}} + t_{\text{всп}}; \quad (1.56)$$

где $t_{\text{оц}}$ - время оцилиндровки и лущения чурака, с

$t_{\text{всп}}$ - время вспомогательных операций, с. Принимают $t_{\text{всп}} = 9 \dots 13$

$$t_{\text{оц}} = \frac{30[(K_{\text{ф}} + 0,02)D_{\text{ч}} - d_{\text{к}}]}{S_{\text{ш}} n_{\text{ш}}}; \quad (1.57)$$

где $K_{\text{ф}}$ - коэффициент формы чурака, учитывает степень превышения максимального диаметра чурака над номинальным диаметром $D_{\text{ч}}$. Для березы $K_{\text{ф}} = 1,2$; для сосны $K_{\text{ф}} = 1,15$;

$S_{\text{ш}}$ - толщина шпона, мм. Для неравнослойной фанеры (для упрощения расчетов) следует заложить в расчет средневзвешенную толщину шпона;

$D_{\text{ч}}$ - диаметр чурака, мм;

$d_{\text{к}}$ - средний диаметр карандаша, мм;

$n_{\text{ш}}$ - частота вращения шпинделя, мин⁻¹. Можно рекомендовать высокую частоту вращения - для малых толщин шпона (менее 1,00 мм) и самую малую - для шпона толщиной более 1,8 мм.

Потребность в лущильных станках определяется по формуле:

$$n_4 = \frac{Q_{\text{с.ш.}}}{P_{\text{год}}}; \quad (1.58)$$

где $Q_{\text{с.ш.}}$ - годовая потребность в сыром шпоне для выполнения программы предприятия, м³. Принимается из табл. 1.31.

Таблица 1.41 - Технические характеристики луцильных станков

Показатели	ЛУ17-10	2HV- 66	2HV- 78	4VKKT 104/ 75
Диаметр чурака, мм	160 ...700	750	750	800
Длина чурака, мм: наибольшая	1650	1650	1950	2540
наименьшая	1550	1350	1650	2190
Диаметр карандаша (минимальный), мм	70	70	75	85
Толщина шпона, мм	0,3...4,0	0,5...5,0	0,5...3,8	0,5...4,0
Длина ножа, мм	1700	1700	2000	2650
Диаметр кулачков: наружных, мм	110	110	110	125
внутренних, мм	65	65	65	75
Частота вращения шпинделей, мин ⁻¹	109, 147, 220	145	140...210	До 300
Мощность э/двигателей, кВт	64	39,5	-	-
Габаритные размеры, м				
Длина	6,68	6,4	-	-
Ширина	3,2	1,85	-	-
Глубина	2,23	1,81	-	-
Масса, кг	10985	11 200	21 000	-

Таблица 1.42 - Технические параметры бесшпиндельных луцильных станков

Показатель	SL 400 x 1700	SL 400 x 2800
Максимальный диаметр чурака, мм	400	400
Длина ножа, мм	1700	2800
Толщина шпона, мм	1,0...4,5	1,5...4,5
Максимальная скорость лущения, м/мин	200	200
Время смены чурака, с	1-2	1-2
Установленная мощность, кВт	135	240
Диаметр карандаша, мм	50	50
Масса, кг	22 500	27 000
Производительность, шт./мин	8...16	8...16

НОЖНИЦЫ ДЛЯ РУБКИ ШПОНА

Предназначены для раскроя ленты шпона на форматные листы с последующей укладкой в стопу или полосы различной ширины. Технические характеристики ножниц приведены в табл. 1.43–1.45.

Пропускная способность ножниц для рубки ленты шпона с возвратно - поступательным движением ножа, м³ определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = \frac{3600 K_p V_l K_{p.l.}}{t_u}; \quad (1.59)$$

где K_p – коэффициент использования рабочего времени, $K_p = 0,94...0,95$;

V_l – объём одного листа шпона, м³. Для неравнослойной фанеры объём листа шпона определяют с учетом средневзвешенной толщины шпона;

$t_{ц}$ – время цикла рубки одного лист, $t_{ц} = 2 \dots 4$ с;

$K_{р.л.}$ – продолжительность рубки листов в долях от полного цикла получения шпона от одного чурака, $K_{р.л.} = 0,7$ – при условии механического отвода шпона от ножниц;

Производительность роторных ножниц, м³, определяется по формуле:

$$P_{час} = 60 U k_m b S_{ш}; \quad (1.60)$$

где U – скорость подачи ленты шпона, м/мин. Определяется по формуле 1.61;

k_m – коэффициент машинного времени, учитывает разрывы в подаче шпона на рубку, принимают $k_m = 0,7 \dots 0,8$;

b – ширина ленты шпона (принимается равной длине форматного шпона), м;

$S_{ш}$ – толщина шпона, м.

$$U = \frac{\pi(D_ч + d_k)n_{ш}}{2 \cdot 1000}; \quad (1.61)$$

где $D_ч$ – диаметр чурака, мм;

d_k – средний диаметр карандаша, мм;

$n_{ш}$ – частота вращения шпинделя, мин⁻¹.

Таблица 1.43 - Техническая характеристика ножниц НФ 18-3.

Размер листов шпона, мм :	
толщина	0,4...3,2
ширина	1750
длина	1600
Высота стопы нарубленных листов, мм	1100
Продолжительность рабочего цикла, с	2
Рабочее давление в пневмоцилиндрах, МПа	0,4...0,6
Скорости подачи ленты шпона, м/с	0,38; 0,75; 1,2; 1,5
Мощность э/двигателя, кВт	8,6
Габаритные размеры станка (LxВxН), м	5,02x5,38x2,03
Масса станка, кг	5850

Таблица 1.44 - Техническая характеристика роторных ножниц НР 18-3

Параметр	Значение
Толщина шпона, мм	0,5 ... 4,0
Длина шпона, (ширина ленты шпона), max, мм	1700
Длина ножа, мм	2000
Точность рубки ленты шпона на листы (от номинала), мм	±10

Продолжение таблицы 1.44

Параметр	Значение
Материал покрытия валов	полиуретан
Установленная мощность электрооборудования, кВт	10,0
Управление асинхронным двигателем	векторное
Масса, кг	2600

Таблица 1.45 - Технические характеристики ножниц типа APL для рубки шпона со шпоноукладчиками типа VPL

Показатель	APL 48	APL 58	APL 68	APL 78	APL 98	APL108
Длина ножа, мм	1250	1500	1750	2000	2500	2750
Масса ножниц, кг	2000	2100	2330	2440	2800	2950
Масса стопоукладчика, кг	1300	1320	1320	1450	1450	1500
Размеры станка, м						
Длина	5,82	5,82	5,82	5,82	6,58	6,81
Ширина	2,3	2,65	2,9	3,15	3,65	3,9

Потребность в ножницах определяется по формуле:

$$n_5 = \frac{Q_{c.ш.}}{P_{год}}; \quad (1.62)$$

где $Q_{c.ш.}$ – годовая потребность в сыром шпоне, м³. Принимается из табл. 1.31.

При расчете числа ножниц необходимо соблюсти условие $n_5 = n_4$. Если пневматические ножницы имеют производительность ниже, чем производительность лущильного станка, следует применять более производительные роторные ножницы.

СУШКА ШПОНА

Выбор марки сушильной камеры для лущеного шпона должен производиться с учетом породы и толщины шпона, подлежащего сушке. Базовой отечественной моделью является газовая роликовая сушилка СРГ-25М. Для тонкого шпона лучше использовать паровые роликовые сушилки типа СУР-4. Наиболее удачным следует признать использование линий сушки и сортирования шпона, например, фирмы "Raute". Технические характеристики приведены в табл. 1.48-1.50.

Производительность роликовых сушилок, м³ определяется по формуле:

$$P_{час} = 60K_p l_p S_u n \left(\frac{L}{t}\right) K_u K_o \left(\frac{L}{L-l}\right); \quad (1.63)$$

где K_p – коэффициент использования рабочего времени, $K_p = 0,87 \dots 0,9$;

l_p – длина ролика, м;
 $S_{ш}$ – толщина шпона, м;
 n – число этажей в сушилке;
 L – общая рабочая длина сушилки, м;
 l – длина секции охлаждения, м;
 t – время сушки шпона, мин. Принимается из табл.1.46, 1.47;
 $K_{ш}$ – коэффициент заполнения ширины сушилки, $K_{ш} = 0,7 \dots 0,8$;
 $K_{д}$ – коэффициент заполнения длины сушилки, $K_{д} = 0,9 \dots 0,98$.

Таблица 1.46 - Время сушки, мин, березового лущеного шпона в сушильных агрегатах различного типа от начальной влажности 90 % до конечной – 6...8 %

Толщина шпона, мм	Расчетная температура, °С	Паровые сушилки		Газовые сушилки	
		Продольная циркуляция	Поперечная циркуляция	Продольная циркуляция	С сопловым дутьём
0,55	100	-	6,0	7,0	5,0
	120	7,0	-	-	-
0,75	110	13,0	8,0	9,0	5,6
	130	9,0	-	-	-
0,95	120	10,0	10,0	10,0	6,0
1,15	120	13,8	11,0	13,0	6,5
	140	10,0	8,7	10,3	5,0
	160	8,5	7,1	8,9	4,2
	180	-	-	7,5	3,7
	200	-	-	6,7	3,1
1,5	120	18,0	14,0	17,0	8,5
	140	13,0	11,0	13,3	6,5
	160	10,5	9,0	10,0	5,5
	180	-	-	7,8	4,8
	200	-	-	7,0	4,0
	220	-	-	6,5	3,5
1,75	120	22,0	19,0	21,0	12,5
	140	17,0	14,2	16,5	8,5
1,75	160	14,0	11,8	14,0	7,5
	180	-	-	10,0	6,0
	200	-	-	9,0	5,0
	220	-	-	8,0	4,4

Таблица 1.47 - Время сушки, мин, соснового лущеного шпона в газовых сушилках

Толщина шпона, мм	Расчетная температура, °С	Продольная циркуляция	Сопловое дутьё
1,5	170	8,5	4,9
	180	7,4	4,6
	190	7,0	4,2
	200	6,7	3,8
1,75	170	11,4	6,5
	180	9,5	5,7
	190	9,0	5,2
	200	8,6	4,8

Продолжение таблицы 1.47

Толщина шпона, мм	Расчетная температура, 0С	Продольная циркуляция	Сопловое дутьё
2,25	170	14,1	8,0
	180	12,8	7,4
	190	11,7	6,8
	200	10,5	6,3
2,6	170	18,7	9,4
	180	16,5	8,8
	190	14,3	8,3
	200	12,4	7,6

Таблица 1.48 - Технические характеристики паровых роликовых сушилок

Параметр	СУР - 9	СУР - 4	СУР - 5
Размеры загрузочной части, м			
длина	2,05	2,05	2,05
ширина (рабочая длина роликов)	3,69	3,7	3,7
Общая рабочая длина, м	21,06	14,58	8,1
Рабочая длина камер, м			
сушки	19,44	12,96	6,48
охлаждения	1,62	1,62	1,62
Число этажей	5		
Толщина высушиваемого шпона, мм	0,5 ... 4		
Диаметр роликов, мм	102		
Расстояние между осями роликов, мм	162		
Средняя производительность сушилки при сушке шпона толщиной 1,5 мм м ³ /час			
из сплавного сырья	2,0	1,6	1,2
из сырья сухопутной транспортировки	2,5	2,0	1,25
Скорость движения шпона, м/мин	0,54 ... 5,4		0,28 ... 5,4
Поверхность нагрева калориферов, м ²	967,5	645,0	323,0
Давление пара, кгс/см ²	6 ... 8		
Средний расход пара на 1 м ³ сухого шпона	1100		
Мощность привода постоянного тока подачи шпона	11,0		
Норма обслуживания, чел.	3		
Температура воздуха в концах сушилки, °С			
сыром	120		
сухом	135		
Производительность вентиляторов, м ³ /час			
горячего воздуха	90000	68000	34000
холодного воздуха	17000	17000	17000
Габаритные размеры, м			
длина	24,9	18,4	11,92
ширина	7,31	7,31	7,31
высота	4,11	4,11	4,11
Масса, кг	109500	75800	42300
Общая мощность двигателей, кВт	81,5	57,3	37,5

Таблица 1.49 - Техническая характеристика газовой роликовой сушилки с продольной циркуляцией агента сушки СРГ-25М

Параметр	Значение
Размеры листов сырого шпона, мм	
длина	до 1600
ширина	до 1800
толщина	1 ... 4
Общая рабочая длина, м	16,36
Рабочая длина камер, м	
сушки	14,2
охлаждения	2,16
Начальная влажность шпона, %	80 ... 100
Конечная влажность шпона, %	8
Число этажей	8
Рабочая ширина (длина роликов), м	3,9
Диаметр роликов, мм	102
Расстояние между осями роликов (шаг), мм	180
Высота рабочей части этажа, мм	300
Количество горячих секций сушилки	13
Количество секций охлаждения	2
Скорость движения шпона в камере, м/мин	1,7...3,7
Температура, °С	
газовоздушной смеси, поступающей в камеру	230...280
отработавших в сушилке газов	140...160
Средняя производительность камеры, м ³ /час (плотных м ³ сухого шпона толщиной 1,5 мм при начальной влажности 90% и конечной 8%)	4,36
Расход древесного топлива на 1 м ³ шпона, м ³ /м ³	0,44
Суммарная мощность электродвигателей с дымососами, кВт	176
Габаритные размеры камеры, м	
длина корпуса	16,36
длина с загрузкой и выгрузкой	27,19
ширина корпуса	4,36
ширина (по боковым газоходам)	6,12
высота (по верхнему газоходу без вертикальных труб)	4,25
Масса камеры, кг, не более	100450
Норма обслуживающего персонала, чел.	1

Таблица 1.50 - Технические характеристики ленточных сушилок

Параметр	VMSK-V32	VMSK-V509	СушЛ
Толщина шпона, мм	0,5...4,0	0,5...4,0	0,8...2,2
Агент сушки	Топочные газы		Горячий воздух
Способ подачи агента сушки	-		Сопловое дутье
Число этажей	3	5	5 (3+2)
Длина сушильной части, м	42	18	32
Длина камеры охлаждения, м	42	18	-
Рабочая ширина (ширина сетки), м	-	1,7	1,7
Производительность, м ³ /ч	-	4,5	4,5
Средняя температура сушки, °С	180	312	130
Скорость движения сетки, м/мин	36,5	37,5	-
Установленная мощность, кВт	267,5	177	323

Потребность в сушильных агрегатах определяется по формуле:

$$n_6 = \frac{Q_{ш}}{П_{год}}; \quad (1.64)$$

где $Q_{ш}$ – годовая потребность в сухом шпоне, м³. Принимается из табл. 1.31.

СОРТИРОВАНИЕ СУХОГО ШПОНА

Сортировка может выполняться как ручным, так и механизированным (автоматизированным) способом. Процесс сортирования шпона может быть организован по следующим схемам:

- непосредственно у сушильного агрегата;
- на специально отведенных местах;
- на транспортере, установленном на выходе из сушильного агрегата.

При отсутствии механизации (на участке ручной сортировки) требуется рассчитать число рабочих (сортировщиков шпона), занятых на этой операции. В среднем один рабочий обрабатывает 500...600 листов шпона в час. Запас сухого сортированного шпона обеспечивать бесперебойную работу клеильного цеха в течение 1,5...2 суток.

Площадки для сортирования и хранения шпона должны быть оборудованы подступными местами в виде стеллажей высотой не менее 200 мм над уровнем пола, размер подступного места должен соответствовать размерам сортируемого шпона. Высота стопы шпона не более 800 мм. Для уменьшения производственной площади на участке хранения шпона применяются двух- или трехэтажные этажерки.

Назначение механизированной или автоматизированной сортировки сухого шпона – это механизация (автоматизация) операции транспортировки листов шпона после оценки их качества к заданной сортовой секции и укладки их на подступные места. Техническая характеристика линии сортирования шпона приведена в табл. 1.51.

Таблица 1.51 - Техническая характеристика линии сортирования шпона СШ-3

Параметр	Значение
Число секций	8
Высота стопы шпона, мм	700
Производительность для полноформатного шпона толщиной 1,5 мм, м ³ /смену	До 21
Установленная мощность, кВт	20,6
Масса, кг	12000
Габаритные размеры, м	
длина	18,5
ширина	5,2

Потребность в оборудовании на участке механизированной (автоматизированной) сортировки шпона определяется по формуле:

$$n_7 = \frac{Q_{ш}}{П_{год}}; \quad (1.65)$$

где $Q_{ш}$ – годовая потребность в сухом шпоне, м³. Принимается из табл. 1.31;
 $П_{год}$ – годовая производительность оборудования, м³. Рассчитывается для СШ-3 по формуле (1.46).

Потребность в рабочих местах на участке ручной сортировки сухого шпона определяется по формуле:

$$n_7 = \frac{Q_{ш}}{(500...600)V_{л}T_{эф}}; \quad (1.66)$$

где $Q_{ш}$ – годовая потребность в сухом шпоне, м³. Принимается из табл. 1.31;
 (500...600) – производительность рабочего, занятого ручной сортировкой шпона, листов/час;

$V_{л}$ – объём одного листа шпона, м³;

$T_{эф}$ – эффективный фонд времени работы предприятия, час.

Площадь, м², занятую под хранение рассортированного шпона определяют по формуле:

$$F = \frac{Q_{ш}}{V_c} l_{ш} b_{ш}; \quad (1.67)$$

где $Q_{ш}$ – потребность в сухом шпоне, м³, за период работы 1,5...2 суток;

V_c – объём стопы шпона, м³;

$l_{ш}$, $b_{ш}$ – соответственно, длина и ширина полноформатного шпона, м.

ПОЧИНКА ШПОНА

Починка заключается в удалении из листов шпона дефектных мест с последующей заменой их вставками из качественного шпона.

Производительность станка для починки шпона, м³, определяется по формуле:

$$П_{час} = \frac{3600K_p}{t_{ц}} l_{ш} b_{ш} S_{ш}; \quad (1.68)$$

где t_u – норма времени на починку одного листа шпона, с. Принимается из табл.1.52;

K_p – коэффициент рабочего времени, $K_p=0,94\dots0,95$;

$l_{ш}, b_{ш}, S_{ш}$ – размеры листа шпона, соответственно, длина, ширина, толщина, м.

Таблица 1.52 - Нормы времени на починку листа шпона, с

Количество вставок в листе	Среднее количество вставок	Размер вставки, мм			
		32x18	40x25	60x32	80x40
1 - 5	3	18,0	18,1	18,7	19,1
6 - 10	8	28,5	28,9	30,1	31,4
11 - 15	13	38,8	39,6	41,7	43,8
16 - 20	18	49,3	50,4	53,3	56,6

Шпон, полученный из сырья 1-го сорта требует починки в объеме около 20%, из 2-го сорта - 36%. Таким образом, в общем объеме форматного шпона, количество шпона, подлежащего починке, составляет 20...25 % .

Потребность в шпонопочиночных станках определяется по формуле:

$$n_8 = \frac{Q_{ш} P}{100 P_{час} T_{эф}}; \quad (1.69)$$

где $Q_{ш}$ – годовая потребность в сухом шпоне, м³. Принимается из табл. 1.31;

P – доля шпона, подлежащего починке, %;

$T_{эф}$ – годовой эффективный фонд времени работы шпонопочиночных станков (можно принять на этом участке односменную работу оборудования).

Таблица 1.53 - Техническая характеристика шпонопочиночного станка

Параметр	ПШ-2АМ
Толщина обрабатываемого шпона, мм	0,95 ... 4,0
Вылет консоли станка, мм	1650
Число ударов в минуту, макс.	56
Размеры вставок, мм	40x25; 60x32; 80x40
Установленная мощность, кВт	0.75
Размеры станка (LxВxН), м	2,81x0,85x1,62
Масса станка, кг	2150

ПРИРУБКА И РЕБРОСКЛЕИВАНИЕ ШПОНА

Для переработки кускового шпона в форматный шпон наиболее современными являются линии, объединяющие прирубку и поперечное ребросклеивание шпона.

Производительность линии ребросклеивания, м³, определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = 60K_p K_m U b_{\text{ш}} S_{\text{ш}}; \quad (1.70)$$

где K_p – коэффициент рабочего времени, $K_p=0,95\dots0,96$;

K_m – коэффициент машинного времени, $K_m=0,92$;

U – скорость подачи, м/мин (берется из табл. 1.54, 1.55);

$b_{\text{ш}}$ – ширина форматного листа шпона, м;

$S_{\text{ш}}$ – толщина шпона, м.

Потребность в линиях ребросклеивания шпона определяется по формуле:

$$n_9 = \frac{Q_{\text{ш}} P}{100 P_{\text{час}} T_{\text{эф}}}; \quad (1.71)$$

где $Q_{\text{ш}}$ – годовая потребность в сухом шпоне, м³. Принимается из табл. 1.31;

P – доля кускового шпона в общем объеме сухого шпона $Q_{\text{ш}}$, %. Принимается на основании расчетных данных и может составлять до 30%;

$T_{\text{эф}}$ – годовой эффективный фонд времени работы линии (можно принять на этом участке односменную работу оборудования).

Таблица 1.54 - Характеристики линий ребросклеивания шпона фирмы «Рауте-вуд»
Назначение: прирубка и склеивание кусков шпона для получения полноформатного шпона

Параметр	С 1800	С 2700
Длина ножа, мм	1800	2700
Толщина шпона, мм	1,5...4,2	1,2...4,2
Минимальная ширина шпона, мм	90	90
Длина шпона, м	1300...1600	1300...2600
Скорость подачи, м/мин	40	40
Число нитей	4-5	4-8
Количество точек клея	4-8 (6)	4-8 (6)
Количество точек сканирования	256	416
Минимальный размер дефекта, мм	10	10
Ширина шпона после ребросклеивания, мм	1000...4000	1000...4000
Максимальная высота стопы, мм	1200	1200
Габаритные размеры, м		
Длина	16,3	-
ширина	6,4	

Таблица 1.55 - Характеристика линии сращивания шпона ОАО «Фантех»

Назначение: резка уса и склеивание кусков шпона для увеличения их длины (используется наиболее часто при производстве большеформатной фанеры)

Параметр	Значение
Подведенная электрическая мощность, кВт	103
Расход электроэнергии при нормальном режиме, кВт час	~ 82
Расход сжатого воздуха (p=0,6 МПа), м ³ /час	52
Количество операторов, чел.	6
Необходимая площадь для установки линии, м ²	336
Минимальная необходимая высота, м	3
Толщина шпона, мм	1,2...1,4
Ширина шпона, мм	900...1650
Длина шпона, мм	600...1600
Длина усовки, мм	25...40
Максимальная длина сращенного шпона, мм	3300

НАНЕСЕНИЕ КЛЕЯ НА ШПОН, СБОРКА ПАКЕТОВ

Участок нанесения клея и сборки пакетов следует планировать с учетом максимальной механизации работ и использования холодной подпрессовки пакетов. Технические характеристики оборудования приведены в табл. 1.57-1.59.

Производительность участка сборки пакетов определяется временем сборки одного пакета:

$$P_{\text{час}} = \frac{3600K_p}{t} l_{\text{ш}} b_{\text{ш}} S_{\text{ш}} n_c; \quad (1.72)$$

где K_p - коэффициент использования рабочего времени, $K_p = 0,94$;

t - время сборки одного пакета, с. Принимается по табл.1.56;

$l_{\text{ш}}, b_{\text{ш}}, S_{\text{ш}}$ - размеры шпона, соответственно, длина, ширина, толщина, м;

n_c - число слоев шпона в пакете фанеры.

Таблица 1.56 - Производительность одной позиции сборки пакетов и пресса для подпрессовки.

Слойность n_c	Толщина фанеры, мм	Число пакетов		Время сборки	
		в этаже пресса	в стопе	одного пакета, с	всей стопы, мин
3	4	4	180	5	18
5	6	2	120	12	24
7	9	1	80	18	24
9	12	1	60	24	24
11	15	1	50	30	24

Число мест сборки пакетов определяется по формуле:

$$n_{10} = \frac{Q_{\text{пак}}}{\Pi_{\text{час}} T_{\text{эф}}}; \quad (1.74)$$

где $Q_{\text{пак}}$ – объём пакетов шпона, м³. Принимается из табл. 1.31;

$T_{\text{эф}}$ – годовой эффективный фонд времени работы клеильно-сборочного цеха, час.

Таблица 1.57 - Технические характеристики клеенаносящих станков

Назначение: двухстороннее нанесение клея на листы шпона

Параметр	KB18-1	KB28-1	2LV20 „Raute“	2LV27 „Raute“	LA4W1800 „Hymmen“	LA4W2600 „Hymmen“
Рабочая длина вальцов, мм	1800	2800	2000	2700	1800	2600
Диаметр вальцов, мм	300	300	300	300	285	285
Размеры заготовок, мм						
длина минимальная	500	600	-	-	-	-
ширина максимальная	1600	2600	1830	2600	-	-
толщина	0,3...60	0,3...60	-	-	-	-
Окружная скорость вальцов, м/с	0,25... 0,57	0,25... 0,57	0,67	0,67	0,13... 0,40	0,13... 0,40
Расход клея, г/ м ²	70...240	90...240	-	-	-	-
Размеры станка, м						
длина	2,64	3,56	2,8	3,5	2,47	3,27
ширина	0,84	0,825	1,0	1,0	0,98	0,98
высота	1,48	1,48	-	-	1,152	1,152
Масса станка, кг	1570	1930	1900	2400	1500	2200

Таблица 1.58 - Техническая характеристика клеенаносящего станка ФП 196А.

Назначение: двухстороннее нанесение клея на листы шпона при сборке пакетов фанеры

Параметр	Значение
Макс. производительность при толщине шпона 1,5 мм, м ³ /ч	3,7
Диаметр вальцов, мм	315
Длина вальцов, мм	1800
Просвет между вальцами, (максимальный), мм	60
Окружная скорость вальцов, (1 / 2 / 3-го), м/с	0,5 / 0,375 / 0,25
Удельное давление верхнего барабана (максимальное), МПа/м	40
Рабочий объём корыта, л	180

Таблица 1.59 - Технические параметры линии ЛСП-4

Назначение: нанесение клея на шпон и сборка пакетов фанеры перед прессом

Параметр	Значение
Толщина шпона, мм	1,15 - 2,25
Высота подаваемой стопы шпона, мм,	не более 900
Расчетная производительность для фанеры толщиной 4 мм, м ³ /ч	3
Цикл сборки трехслойного пакета, с,	не более 8,4

Продолжение таблицы 1.59

Параметр	Значение
Максимальная высота собранного пакета, мм,	1100
Количество обслуживающего персонала, чел.	2
Установленная мощность, кВт	26
Размеры (L x B x H), м	21 x 5,5 x 3,5
Масса, кг	16 000

ПОДПРЕССОВКА ПАКЕТОВ

Цель операции – получение сформированного пакета шпона, имеющего необходимую жесткость и транспортабельность. Это способствует бездефектной загрузке пакетов шпона в горячий пресс, исключает сдвиг листов шпона, облегчает механизацию и автоматизацию участка склеивания. В результате подпрессовки улучшаются условия проникновения клея в шпон, происходит перераспределение влаги в листах шпона, меняются первоначальные реологические свойства клея.

Производительность холодного пресса для подпрессовки пакетов шпона, м³, определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = \frac{60K_p l_{\text{ш}} b_{\text{ш}} H K_n}{t_{\text{ц}}}; \quad (1.74)$$

где $l_{\text{ш}}$, $b_{\text{ш}}$ - длина и ширина листов шпона, м;

H - высота промежутка пресса, м, принимается из табл. 1.60;

K_n - коэффициент укладки шпона, $K_n = 0,7$;

K_p - коэффициент использования рабочего времени, $K_p = 0,9$;

$t_{\text{ц}}$ - время цикла подпрессовки, мин., $t_{\text{ц}} = 9$ мин.

Таблица 1.60 – Техническая характеристика пресса ДО-838Б

Назначение: Холодная подпрессовка пакетов фанеры

Параметр	Значение
Номинальное усилие, МН	6,3
Размер стола в плане, мм	1800x1800
Высота рабочего промежутка, мм	1200
Число рабочих промежутков, шт.	1
Давление подпрессовки, МПа	0,5...2,0
Скорость смыкания, мм/с	50
Скорость размыкания, мм/с	70
Скорость прессования, мм/с	6

Продолжение таблицы 1.60

Параметр	Значение
Размеры стопы шпона, мм	
длина	1700
ширина	1650
высота	900
Установленная мощность, кВт	38,5
Высота пресса над уровнем пола, мм	5400
Габаритные размеры пресса, м	
длина	2,5
ширина	5,7
высота	6,755
Масса пресса, кг	35 500

Потребность в холодных прессах для подпрессовки пакетов, m^3 , определяется по формуле:

$$n_{11} = \frac{Q_{нак}}{П_{год}}; \quad (1.75)$$

где $Q_{нак}$ – объем пакетов шпона, m^3 . Принимается из табл. 1.31.
 $П_{год}$ – годовая производительность холодного пресса, m^3 .

СКЛЕИВАНИЕ ПАКЕТОВ ШПОНА

На этой операции наиболее важным фактором, влияющим на качество склеивания, является выбор режима склеивания фанеры. К нему относятся условия подготовки пакетов к склеиванию (влажность шпона, толщина прессуемого пакета, качество шпона, температура шпона, вязкость клея); давление и его изменение за цикл склеивания; температура плит пресса; время, затрачиваемое на вспомогательные и технологические операции цикла склеивания.

Часовая производительность горячего пресса определена по формуле (1.1) при расчете программы предприятия, т.е. загрузка прессов равна 100%.

ПОСЛЕПРЕССОВАЯ ОБРАБОТКА ФАНЕРЫ

Послепрессовая обработка фанеры включает в себя выдержку необрезной фанеры (до полного отверждения клея и снятия (выравнивания) внутренних напряжений), форматную обрезку, ремонт, сортирование, шлифование и упаковку фанеры.

Производительность форматно-обрезного станка (линии), м³, определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = 60k_p k_m U l b S_{\phi} n_l; \quad (1.76)$$

где k_p - коэффициент использования рабочего времени, $k_p = 0,94$;

k_m - коэффициент использования машинного времени, $k_m = 0,75$;

l, b, S_{ϕ} - размеры обрезного листа фанеры, м, соответственно, длина, ширина, толщина;

n_l - число листов фанеры в пачке (зависит от максимальной высоты пачки, указанной в технической характеристике станка, табл. 1.61, 1.62).

Таблица 1.61 - Технические характеристики обрезных станков

Назначение: Форматная обрезка фанеры с 4-х сторон

Показатели	СО-16	ЛФО-16	ФП-119
Производительность, м ³ /ч	13,5	-	11,0
Число пил	4	4	4
Диаметр пилы, мм	550	400	550
Частота вращения пилы, мин ⁻¹	2510	2910	2510
Скорости подачи, м/мин	-	5...25	-
Максимальные размеры пачки, мм:			
длина	1600	1600	1600
ширина	1600	1600	1600
высота	100	50	120
Установленная мощность, кВт	78,0	43,8	93,5
Размеры станка (L x B x H), м	10,3 x 9,2 x 1,05	8,5 x 8,0 x 1,75	9,58 x 8,12 x 1,75
Масса, кг	16 000	1690	11500

Таблица 1.62 – Техническая характеристика станка ЦФ-5

Назначение: переобрез фанеры в пачках

Параметр	Значение
Число пил	1
Диаметр пилы, мм	550
Частота вращения пилы, мин ⁻¹	2510
Скорости подачи, м/мин	7,5; 10; 12,5
Максимальные размеры пачки, мм:	
длина	1600
ширина	1600
высота	120
Установленная мощность, кВт	13,8
Размеры станка (L x B x H), м	5,71 x 2,8 x 1,2
Масса, кг	3100

Потребность в форматно-обрезных станках определяется по формуле:

$$n_{12} = \frac{Q_{o.\phi}}{P_{год}}; \quad (1.77)$$

где $Q_{o.\phi}$ – объем обрезной фанеры, м³. Принимается из табл. 1.31.
 $P_{год}$ – годовая производительность обрезного станка, м³.

СОРТИРОВКА ФАНЕРЫ

Сортировка фанеры, особенно больших толщин, является трудоемкой операцией, поэтому на современных предприятиях применяют линии сортирования фанеры. Например, механический сортировщик ФП-540 рассчитан на фанеру размером 1525x1525 мм, толщиной от 3 до 18 мм. ФП-540 имеет 6 сортовых секций, производительность станка составляет 250 листов в час.

Часовая производительность линии сортирования, м³, может быть определена по формуле:

$$P_{час} = 250lbS_{\phi}; \quad (1.78)$$

где l , b , – размеры продукции, соответственно, длина и ширина обрезного листа фанеры, м;
 S_{ϕ} – толщина фанеры, м.

Потребность в линиях сортировки фанеры определяется по формуле:

$$n_{13} = \frac{M}{P_{год}}; \quad (1.79)$$

где M – программа предприятия, м³. Рассчитана по формуле 1.3;
 $P_{год}$ – годовой объем работы линии сортирования фанеры, м³.

ШЛИФОВАНИЕ ФАНЕРЫ

Шлифование фанеры – процесс поверхностного резания древесины абразивным материалом шлифовальной шкурки, с целью облагораживания поверхности и удаления неровностей, вызванных обработкой и структурным строением древесины.

Производительность широколенточных шлифовальных станков, м³, определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = 60k_p k_z U b S_{\phi}; \quad (1.80)$$

где k_p - коэффициент использования рабочего времени, $k_p = 0,9 \dots 0,94$;

k_z - коэффициент заполнения станка, $k_z = 0,9 \dots 0,95$;

U - скорость подачи, м/мин, принимается из табл. 1.63;

b, S_{ϕ} - ширина и толщина обрезного листа фанеры, м.

Потребность в шлифовальных станках определяется по формуле:

$$n_{14} = \frac{MP}{100P_{\text{год}}}; \quad (1.81)$$

где P – доля продукции, подлежащая шлифованию, %;

M – программа предприятия, м³;

$P_{\text{год}}$ – годовая производительность шлифовального станка, м³.

Таблица 1.63 - Характеристики широколенточных шлифовальных станков

Показатель	Германия BSM-4	США TVO-76-4	Швейцария OSUS-2000	Финляндия AM 2-1600
Максимальная ширина, мм	1900	1900	1900	1575
Толщина фанеры, мм	3 ... 200	3 ... 200	2 ... 150	3 ... 275
Число шлифовальных лент	4	4	2	2
Длина шлифовальной ленты, мм	3810	3200	2800	2620
Ширина шлифовальной ленты, мм	1950	1920	1950	1600
Скорость резания, м/с	26	30	25	38
Скорость подачи, м/мин	6...30	7...35	8...48	6...30
Установленная мощность, кВт	180	155	220	236
Габаритные размеры, м				
длина	4,45	4,85		
ширина	3,05	3,785	-	-
высота	2,65	3,38		
Масса станка, т	26,5	32,0	17,0	20,0

По итогам расчета производительности станков и их потребности рекомендуется составить сводную таблицу загрузки оборудования (табл.1.64).

Для некоторых станков с неполной загрузкой можно выбрать работу в одну смену, предварительно предусмотрев площади для хранения буферного запаса полуфабрикатов.

Таблица 1.64 - Сводная таблица загрузки оборудования

Операция	Марка станка	Сменность, n	Производительность		Объем работ, м ³	Кол-во станков, n _{ст}	Загрузка станка, %
			П _{час} , м ³	П _{год} , м ³			
1 Г.Т.О.							
2 Окорка кряжей							
3 Разделка кряжей							
4 Лушение шпона							
5 Рубка ленты шпона							
6 Сушка шпона							
7 Сортирование шпона							
8 Починка шпона							
9 Ребросклеивание							
10 Нанесение клея							
11 Сборка пакетов							
12 Холодная подпрессовка							
13 Горячее прессование							
14 Форматная обрезка							
15 Сортирование фанеры							
16 Шлифование фанеры							
17 Упаковка фанеры							

1.8 ОБРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рубительные машины для измельчения массивных и кусковых отходов в щепу по виду рабочего органа подразделяют на дисковые и барабанные. Дисковые – применяют преимущественно для массивных отходов (дрова, карандаши, отходы после раскряжевки сырья). Барабанные – применяют для измельчения кусковых отходов (шпон-рванина, обрезки шпона и фанеры).

Таблица 1.65 - Характеристика барабанной рубительной машины ДШ-4

Параметр	Значение
Производительность, пл.м ³ / ч	до 30
Диаметр ножевого барабана, мм	1200
Число ножей / контрножей	18 / 2
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	500
Ширина загрузочного отверстия, мм	1070
Высота загрузочного отверстия, мм	365
Скорость подачи, м/мин	90
Установленная мощность, кВт	125
Размеры (L x B x H), м	4,45 x 3,1 x 1,65
Масса, кг	14 900

Таблица 1.66 - Технические характеристики дисковых рубительных машин

Параметр	МРНП-30	МРГ-40	МРН-100
Производительность, пл. м ³ /ч	До 30	До 40	До 100
Подача сырья	наклонная	горизонтальная	наклонная
Проходное сечение патрона, мм	250x250	350x585	550x550
Размеры перерабатываемого сырья, мм:			
Наименьшая длина	500	1000	500
Наибольший диаметр	220	300	500
Диаметр ножевого диска, мм	1270	1600	2440
Частота вращения диска, мин ⁻¹	740	590	375
Число рубительных ножей, шт.	16	10	10
Выброс щепы	верхний	верхний	Верхний
Средняя длина щепы, мм	18	20	12...24
Установленная мощность электродвигателей, кВт	90	160	500
Масса, кг	5750	13900	26900

Производительность рубительных машин, пл. м³, определяется по формуле:
для дисковых машин

$$P_{\text{час}} = \frac{60nzhFK_3K_nK_u}{\sin \alpha}; \quad (1.82)$$

для барабанных машин

$$P_{\text{час}} = 3,6 \cdot 10^{-3} U_c FK_3K_nK_u; \quad (1.83)$$

где n – частота вращения диска, мин⁻¹;

z – число ножей в диске, шт.;

h – выступ режущей кромки ножа над плоскостью диска (15±2 мм);

F – площадь проходного окна патрона, м²;

α – угол наклона загрузочного патрона (45...52°);

U_c – скорость подачи отходов к рабочему органу, м/мин;

K_3 – коэффициент заполнения сечения проходного окна патрона (для массивных отходов - 0,2...0,4; для кусковых – 0,1...0,2);

K_n – коэффициент полндревесности отходов (по ТУ 13-539);

K_u – коэффициент использования машинного и рабочего времени (0,5...0,7).

Потребность в оборудовании для переработки отходов определяется по формуле:

$$n_{15} = \frac{Q_{\text{год}}}{P_{\text{год}}}; \quad (1.84)$$

где $Q_{\text{год}}$ – объем отходов, м³. Принимается из табл. 1.31;

$P_{\text{год}}$ – годовой объем работы станка, м³.

Таблица 1.67 - Оборудование для измельчения коры

Параметр	Корорубка КР-6	Мельница	
		МК-5-1	МК-10
Производительность, пл.м ³ /ч	6	5	10
Диаметр ротора, мм	540	600	1000
Количество, шт.:			
дисков	17	-	-
ножей	34	4	8
контрножей	-	24	32
бил	-	24	32
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	980	1500	735
Мощность привода, кВт	40	55	75
Размеры, (L x B x H), м	1,64 x 1,06 x 1,39	2,15 x 0,9 x 2,0	2,21 x 1,24 x 1,55
Масса, кг	2 400	2 400	3 300

Все выполненные расчеты по фанерному производству можно наглядно изобразить на технологической схеме, пример выполнения которой показан на рис.1.2.

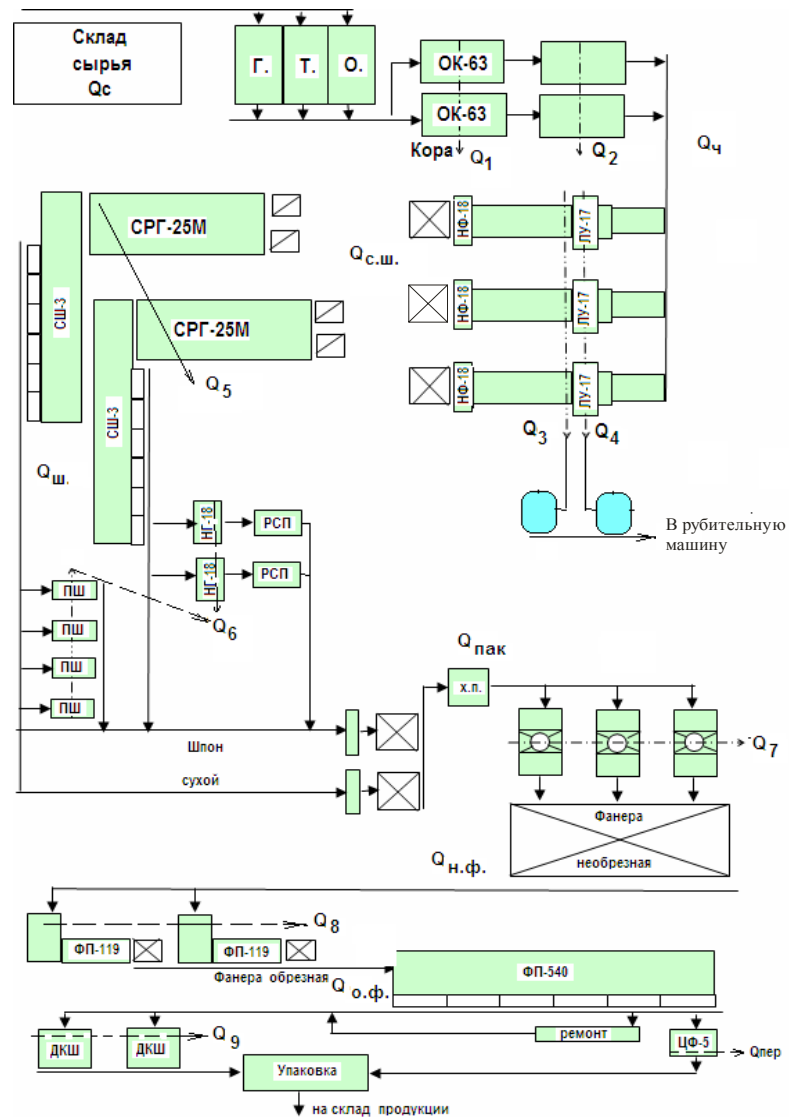


Рисунок 1.2 - Схема технологического процесса производства фанеры

ГЛАВА 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОГАНОГО ШПОНА

Требуется рассчитать программу цеха по производству строганого шпона, определить потребное количество сырья на программу, составить баланс его использования, а также рассчитать необходимое количество оборудования, занятого в цехе для изготовления строганого шпона.

Все расчеты можно выполнить, используя нормативные данные или аналитически. Обычно первый способ применяют для получения более общих результатов, при оценке возможных затрат на материалы, оборудование, при оценке вариантов проектов и т.п. Аналитический способ более точен и применяется для конкретных условий производства.

2.1 РАСЧЕТ ПО НОРМАТИВНЫМ ДАННЫМ

Программа участка (цеха) определяется по производительности головного оборудования, в данном случае - шпонострогальных станков.

Годовая программа цеха по выпуску строганного шпона в тыс. м² определяется по формуле:

$$M = Q_{эм} K_{эм} T_{эф} n, \quad (2.1)$$

где $Q_{эм}$ – часовая эталонная мощность шпонострогального станка, тыс. м²;

$K_{эм}$ – коэффициент приведения, зависит от породы древесины, табл. 2.1;

$T_{эф}$ – эффективный фонд времени работы шпонострогального станка, принимается равным 6000 часов - при трехсменной работе и 4032 часа - при двухсменной;

n - количество шпонострогальных станков.

Таблица 2.1 - Часовая эталонная мощность ($Q_{эм}$) шпонострогальных станков и коэффициенты приведения ($K_{эм}$) при длине бруса 3 м.

Тип станка	$Q_{эм}$ тыс. м ² /час	$K_{эм}$ для данной породы и толщины шпона $S_{ш}$, мм				
		Красное дерево		Бук	Ясень	Лиственница
		0,6	0,8	0,6	0,8	1,0
ДКВ-3000 (a=16, N=3)*	0,608	1,38	1,27	1,0	0,76	0,65
ФММ - 3100 (a=12, N=3)	0,514	1,35	1,27	1,0	0,78	0,68
Линия Cremona (a=45, N=1)	0,522	1,55	1,40	1,0	0,75	0,64
Станки с механизмом отбора шпона (a=18, N=4)	0,863	1,4	1,27	1,0	0,75	0,64

Примечание: * a - число рабочих ходов суппорта в минуту, N - количество брусьев в одном поставе (определяется максимальной шириной блока заготовок, зажимаемых в станке).

Потребность в сырье на программу выпуска строганого шпона определяется по индивидуальным нормам расхода, указанным в табл. 2.2.

Обычно предприятие выпускает шпон различных толщин и использует сырье различных пород и диаметров. Поэтому при расчете программы и потребности в сырье следует пользоваться средневзвешенными нормами расхода.

Средневзвешенная величина в общем случае определяется по формуле:

$$H = \frac{100}{\sum(q_i / P_i)}; \quad (2.2)$$

где q_i - номинальное значение параметра, м³, табл. 2.2, 2.3;

P_i - доля соответствующей величины, %.

Таблица 2.2 - Нормативы расхода древесины на 1000 м² строганого шпона толщиной 0,8 мм.

Диаметр кряжа см	Дуб				Бук		Ясень	
	1-я группа		2-я группа		1-й сорт	2-й сорт	1-й сорт	2-й сорт
	1-й сорт	2-й сорт	1-й сорт	2-й сорт				
26	2,26	2,4	3,116	3,37	2,2	2,343	1,84	2,08
28	2,15	2,27	2,964	3,168	2,139	2,302	1,78	2,01
30	2,06	2,16	2,812	3,068	2,087	2,268	1,735	1,94
32	1,965	2,075	2,669	2,923	2,041	2,236	1,67	1,86
34	1,9	1,99	2,536	2,796	2,001	2,21	1,63	1,81
36	1,825	1,93	2,413	2,682	1,966	2,185	1,58	1,77
38	1,77	1,87	2,318	2,587	1,934	2,164	1,54	1,72
40	1,71	1,82	2,252	2,501	1,905	2,144	1,5	1,67
42	1,655	1,775	2,185	2,435	1,879	2,126	1,47	1,65
44	1,64	1,74	2,128	2,375	1,855	2,111	1,455	1,62
46	1,61	1,73	2,1	2,323	1,834	2,096	1,445	1,59
48	1,58	1,71	2,071	2,28	1,815	2,083	1,44	1,57
50	1,57	1,69	2,042	2,249	1,796	2,071	1,48	1,56
52	1,56	1,68	2,024	2,22	1,779	2,059	1,425	1,55
54	1,56	1,68	2,014	2,197	1,763	2,049	1,42	1,54
56	1,56	1,68	1,995	2,177	1,75	2,039	1,41	1,53
58	1,56	1,68	1,986	1,159	1,738	2,08	1,41	1,52
60	1,56	1,68	1,986	2,147	1,723	2,022	1,4	1,52

Например, планируется использовать буковое сырье 1 сорта диаметром 40 см в объеме 35% и диаметром 50 см в объеме - 65%. Соответствующие нормы расхода (табл.2.1) для этой породы древесины составляют: для диаметра 40 см - 1,905 и для 50 см - 1,796. Тогда средневзвешенная величина составит:

$$H = \frac{100}{\left(\frac{35}{1,905} + \frac{65}{1,796} \right)} = 1,833$$

Таблица 2.3 - Нормативы расхода красного дерева на 1000 м² строганого шпона толщиной 0,8 мм

Диаметр кряжа, см	Расход, м ³	Диаметр кряжа, см	Расход, м ³	Диаметр кряжа, см	Расход, м ³	Диаметр кряжа, см	Расход, м ³
50	1,736	68	1,476	86	1,354	104	1,262
52	1,701	70	1,460	88	1,343	106	1,254
54	1,668	72	1,444	90	1,333	108	1,246
56	1,638	74	1,429	92	1,324	110	1,238
58	1,610	76	1,415	94	1,315	112	1,231
60	1,555	78	1,401	96	1,306	114	1,224
62	1,553	80	1,389	98	1,297	116	1,217
64	1,513	82	1,376	100	1,289	118	1,210
66	1,494	84	1,365	102	1,271	120	1,204

При получении шпона другой толщины используют поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 2.4.

Таблица 2.4 - Поправочные коэффициенты на толщину шпона

Толщина шпона, мм	0,4	0,6	0,8	1,0
Поправочный коэффициент	0,523	0,773	1,0	1,2

Баланс сырья составляют с учетом потерь древесины по операциям технологического процесса, табл. 2.5.

Таблица 2.5 - Ориентировочные потери древесины в цикле получения строганого шпона, %

Потери древесины	Лиственные породы	Тропические породы
При распиловке кряжей на ванчesy	14	16
При тепловой обработке	4	4
При строгании шпона	10	10
При сушке шпона	7	7
При сортировке и обрезке	14	22
При транспортировке	1	1
Итого:	50	60

В соответствие с этим выход сырого строганого шпона составляет 70...72%, а выход сухого шпона – 40...50% , при условии, что за 100% принят объём кряжа. Расчеты ведутся на 1000 м² сухого товарного шпона. Из вторичного сырья подлежат переработке: горбыль и отструг - на мелкую пилопродукцию, срезки - на технологическую щепу и др. продукцию.

2.2 АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ РАСЧЕТА

Производительность шпонострогального станка, м^2 , определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = \frac{60 - t_1}{t_c + t_{\text{всп}}} N_{\text{бр}} \frac{H - (h_1 + h_2)}{S_{\text{ш}}} l b_{\text{ср}}; \quad (2.3)$$

где t_1 - время на установку и правку ножа, в среднем $t_1 = 25$ мин;

t_c - время строгания, мин, определяется по формуле 2.5;

$t_{\text{всп}}$ - вспомогательное время цикла строгания, $t_{\text{всп}} = 8 \dots 9$ мин;

$N_{\text{бр}}$ - число брусьев в закладке, шт., принимается равным отношению максимальной ширины блока заготовок, загружаемых на стол станка к ширине бруса. Округляется до целого значения (в меньшую сторону);

H - высота бруса, мм;

h_1 - толщина срезов, в среднем $h_1 = 6$ мм;

h_2 - толщина отструга, $h_2 = 25 \dots 40$ мм;

l - длина бруса, м;

$b_{\text{ср}}$ - средняя ширина листа шпона, м;

$S_{\text{ш}}$ - толщина шпона, мм.

$$t_c = \frac{H - h_1}{S_{\text{ш}} n_x}; \quad (2.4)$$

где n_x - число двойных ходов суппорта в мин, принимается по табл. 2.7

Годовая программа цеха M определяется по формуле:

$$M = P_{\text{час}} T_{\text{эф}} n; \quad (2.5)$$

где $T_{\text{эф}}$ - годовой эффективный фонд времени шпонострогального станка, час;

n - количество шпонострогальных станков, шт.

Потребность в сырье определяется из расчета пооперационных потерь. Рассмотрим этот метод на примере получения строганного шпона из четырехкантного бруса, рис. 2.1.

Баланс древесины при получении сырого строганного шпона можно выразить такой формулой, м^3 :

$$V_{\text{кр}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_{\text{дш}}; \quad (2.6)$$

где $V_{кр}$ - объём кряжа, м³;
 V_1 - потери на горбыль, м³;
 V_2 - потери на опилки, м³;
 V_3 - потери на срезки, м³;
 V_4 - потери на отструг, м³;
 $V_{дш}$ - выход делового шпона, м³.

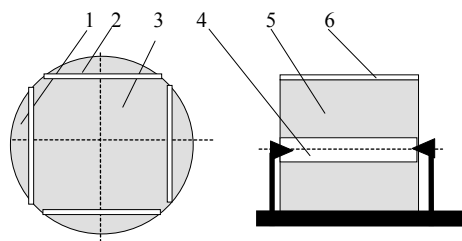


Рисунок 2.1 - Составляющие баланса древесины при получении строганого шпона: 1 - горбыль, 2 - опилки, 3 - брус, 4 - отструг, 5 - зона получения делового шпона, 6 - срезки.

Потери на горбыль (V_1) и опилки (V_2) рассчитываются как разница между объемом кряжа и объемом бруса, м³:

$$V_1 + V_2 = V_{кр} - LH^2 K_1; \quad (2.7)$$

где $V_{кр}$ - объем кряжа данного диаметра и длины, м. Определяется по таблицам объема круглых лесоматериалов. Для больших диаметров сырья объем кряжа можно рассчитать как объем цилиндра диаметром равным полусумме вершинного и комлевого диаметров;

L - длина кряжа, м;

H - высота бруса, м;

K_1 - коэффициент, учитывающий наличие обзола на брус, $K_1 = 0,98$.

Потери древесины в опилки (V_2), м³, можно определить по формуле:

$$V_2 = b_0 LH 10^{-3} K_1 n; \quad (2.8)$$

где n - число пропилов при получении бруса, зависит от схемы раскроя, рис.2.1-2.2;

b_0 - ширина пропила, мм.

Потери на срезки (V_3), м³, составят:

$$V_3 = LB h_1 10^{-3} K_2; \quad (2.9)$$

где L , B - длина и ширина бруса, мм;

h_1 - высота срезов, можно принять $h_1 = 6$ мм на две стороны;
 K_2 - коэффициент, учитывающий потери древесины при гидротермической обработке брусев, $K_2 = 0,96$.

Потери древесины в отструг (V_4), м³, составят:

$$V_4 = h_2 \cdot 10^{-3} \cdot H L K_2; \quad (2.10)$$

где h_2 - толщина отструга, $h_2 = 25 \dots 40$ мм, можно принять в среднем 30 мм;

H - высота бруса, мм;

L - длина бруса, мм;

K_2 - коэффициент, учитывающий потери древесины при гидротермической обработке брусев, $K_2 = 0,96$.

Выход делового шпона, м³, можно определить по формуле:

$$V_{\text{дш}} = V_{\text{кр}} - (V_1 + V_2 + V_3 + V_4); \quad (2.11)$$

Выход делового шпона, м²:

$$V_{\text{дш}} = \frac{V_{\text{дш}} \cdot 10^{-3}}{S_{\text{ш}}}; \quad (2.12)$$

где $S_{\text{ш}}$ - толщина шпона, мм.

Полезный выход шпона, % определяется по формуле:

$$P = \frac{100 V_{\text{дш}}}{V_{\text{кр}}}; \quad (2.13)$$

где $V_{\text{дш}}$ - выход делового шпона, м³;

$V_{\text{кр}}$ - объём кряжа, м³.

Потребность в сырье на программу цеха, м³ составит:

$$Q_c = \frac{100 M}{P}; \quad (2.14)$$

где M - программа выпуска строганного шпона, м³.

P - выход шпона, %.

При последующей обработке сырого шпона имеют место потери при сушке, сортировке и прирубке листов шпона, принимаются по табл. 2.5. Безвозвратные

потери на усушку шпона составляют примерно 7%, при сортировке и прирубке - 14% - для лиственных пород и 22 % - для красного дерева.

Проведенные расчеты для наглядности можно отразить в табл. 2.6. В этой таблице объем бруса после ГТО меньше исходного объема на величину потерь при гидротермообработке. Объем сухого шпона меньше объема сырого на величину потерь при сушке шпона, а объем товарного шпона меньше, чем объем сухого - на величину потерь при сортировке и прирубке.

Таблица 2.6 - Баланс сырья при получении строганого шпона

Материал	м ³ на 1 кряж	м ³ / год	м ³ /час	%
Кряжи	$V_{кр}$	Q_c		100
Горбыль	V_1			
Опилки	V_2			
Брус	$V_{кр} - V_1 - V_2$			
Брус после ГТО				
Срезки	V_3			
Отструг	V_4			
Сырой шпон	$П_{час}$			
Сухой шпон				
Товарный шпон				

2.3 ВЫБОР И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В ОБОРУДОВАНИИ

Выбор той или иной марки оборудования определяется многими факторами как технического, так и экономического характера - возможная производительность, занимаемая площадь, потребляемая мощность, наличие расходных материалов, безопасность труда, современность конструкции, соответствие параметрам имеющегося сырья и т.п.

Потребное количество оборудования определяется по часовой (сменной) производительности станка (агрегата) и объему работ, приходящемуся на данный станок:

Годовая производительность оборудования определяется по формулам:

$$P_{год} = P_{час} T_{эф}, \quad (2.15)$$

или

$$P_{год} = P_{см} N_{см}; \quad (2.16)$$

где $P_{час}$, $P_{см}$ - соответственно часовая и сменная производительность оборудования, м³;

$N_{см}$ - число смен, при двухсменной работе $N_{см} = 500$, при трехсменной $N_{см} = 750$;

$T_{эф}$ - годовой эффективный фонд времени работы оборудования, час. При трехсменной работе - $T_{эф} = 6000$ ч, при двухсменной - $T_{эф} = 4160$ ч.

Количество единиц оборудования определяется по формуле:

$$Q_c = \frac{Q_{год}}{P_{год}}; \quad (2.17)$$

где $Q_{год}$ – годовой объем работ, приходящийся на данный станок, м³.
 $P_{год}$ - годовая производительность оборудования, м³.

Загрузка головного оборудования (шпонострогального станка) принимается равной 100%, технические характеристики приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7 - Технические характеристики шпонострогальных станков

Параметр	ФММ-3110/ ФММ-3110М	ДКВ-3000/ ДКВ-3000М	ТН35 Италия	V-34 Япония	СМ-36 Германия
Направление строгания	горизонтальный		наклонный	С нижним расположением суппорта	Вертикальный
Длина ножа, мм	3100	3000	3560	3350	3950
Максимальная ширина блока брусьев, мм	1200	1200	1150	1050	880
Величина подачи, мм, двойных ходов	0,1...6,0	0,1...6,0	0,1...3,0	0,1...1,5	0,5...5,0
Число двойных ходов в минуту	9...14 / 18	12...35 / 12...35	56	15...45	17...85
Съем листов шпона	Ручной / полуавтоматический			Полуавтоматический	
Мощность главного электродвигателя, кВт	20/ 30	54/ 54	43	42	45
Масса, кг	17650 / 21000	26400 / 27800	22500	-	36700

Бревна имеющие длину больше 3 м, распиливают на кряжи с учетом выбора наиболее оптимальной длины кряжа, которая определяется максимальной длиной стола шпонострогального станка.

Продольный раскрой кряжей на брусья для строгания шпона производят на ленточнопильных станках различных моделей, табл. 2.8. Средняя производительность ленточнопильных станков 20...25 м³ в смену. Основные способы разделки сырья приведены на рис. 2.2.

Таблица 2.8 - Технические характеристики ленточнопильных станков

Параметр	ЛБ-100-3	ЛГС-1000	ЛПГ-100	Тайга-100
Диаметр шкива, мм	1000	1000	1000	900
Ширина пилы, мм	100-135	-	-	100
Наибольший. диаметр бревна в комле, мм	700	800	900	1000
Длина бревен, м	1 ... 6,5	3,5 ... 6,5	2,0 ... 6,5	До 6,5
Скорость подачи м/мин	5 ... 80	2 ... 40	До 72	-
Установленная мощность, кВт	37,5	29,5	45,0	32,0
Размеры (L x B x H), м	16,2x2,5x3,0	12,0x3,0x2,32	10,0x3,0x2,5	9,87x2,89x2,98
Масса, кг	3 600	4200	5800	3830

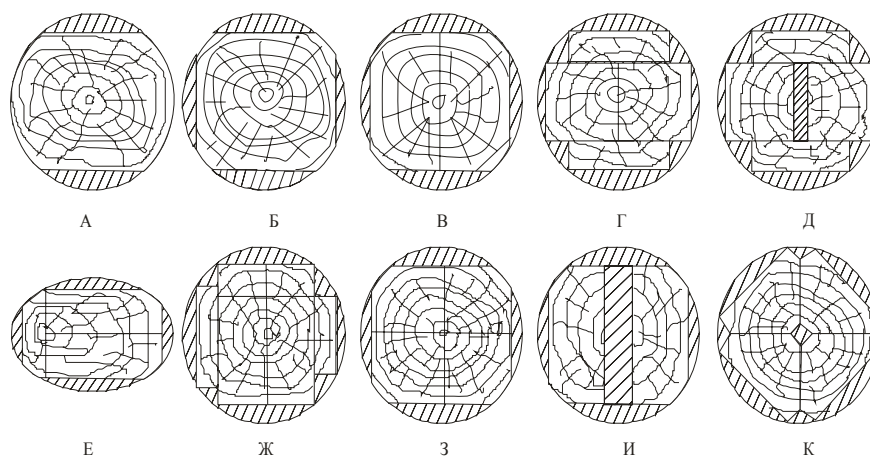


Рисунок 2.2 – Способы продольного раскряжения: а –кряжевой; б –тупокантно-брусевой; в – ванческий четырехсторонний; г –троение без выпиливания сердцевинной доски; д -троение с выпиливанием сердцевинной доски; е – ассиметричная разделка; ж –комбинированный; з –раскрой на четверти; и – ванческий с выпиливанием сердцевинной доски; к –секторно-радиальный

Гидротермическая обработка древесины проводится для повышения ее пластических свойств, что способствует получению шпона с гладкой поверхностью и меньшим числом трещин на оборотной стороне листов шпона. Рекомендуемые оптимальные температуры сортиментов при строгании в зависимости от породы древесины приведены в табл. 2.9 технические характеристики пропарочных агрегатов приведены в табл. 2.10.

Наилучшее качество ГТО обеспечивается нагреванием древесины в воде (бассейне) с температурой близкой к оптимальной для данной породы древесины.

Таблица 2.9 - Оптимальная температура сортиментов при строгании, °С

Порода древесины	Температура, °С
Ясень, ильм, вяз, бархатное дерево	40...50
Бук, орех, клен, береза	45...50
Лиственница	70...75
Красное дерево:	
Макоре	70...75
Сапели, сипо, дибету	60...70
Махагони (акажу)	45...50
Тиама	50...60

Для сушки шпона применяют роликовые паровые сушилки, как и для сушки лущеного шпона. При загрузке шпона в сушильную камеру и выгрузке шпона необходимо сохранять последовательность выхода листов, такую же как и из-под ножа шпонострогального станка, укладывая их в отдельные стопы. Таким образом, формируется "кноль" - пачка шпона из одного бруса с одинаковой текстурой.

Таблица 2.10 - Характеристика пропарочных агрегатов

Параметр	Автоклавы		Парильные камеры		Парильные ямы	
	Вместимость агрегата по сырью, м ³					
	3 м ³	20 м ³	3 м ³	10 м ³	4 м ³	9 м ³
Длина, м	5	18	-	-	-	-
Диаметр, м	2	2	-	-	-	-
Объем агрегата, м ³	-	-	16,7	65	15	31,5
Макс. давление пара, атм	5,0		2,0			
Рабочее давление пара, атм	3,5		1,5-2,0			
Характеристики пара	Острый насыщенный		Отработанный			

Расчет потребности в сушильных камерах приведен в разделе 1.7. Это же касается и гильотинных ножниц для прирубки кусков. Для строганого шпона рекомендуется использовать гильотинные ножницы марки НГ-30. В результате расчетов целесообразно заполнить таблицу 2.11.

При составлении данной таблицы следует обратить внимание на размерность величин. Потребность в сырье оценивается в м³, а потребность в шпоне - в м². При расчете потребности в оборудовании целесообразно все величины перевести в м³.

Таблица 2.11 - Сводная таблица загрузки оборудования

Операция	Марка оборудования	Часовая (сменная) производительность оборудования, м ³	Годовой объем работ, м ³ (м ²)	Часовая потребность, м ³ /час	Число станков, п	Загрузка, %
Продольный раскрой						
ГТО						
Строгание шпона						
Сушка шпона						
Прирубка шпона						

ГЛАВА 3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

3.1 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГОЛОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Под головным оборудованием понимают горячий пресс, как наиболее дорогостоящее оборудование, определяющее программу (годовую мощность) предприятия. Все остальное оборудование должно работать в таком режиме, чтобы обеспечить бесперебойную работу прессы в трехсменном режиме.

Эффективный фонд рабочего времени оборудования, час, при производстве древесностружечных плит может быть определен по формуле 1.4 и составит:

$$T_{эф} = (365 - 14 - 18) 11 \cdot 2 = 7326 \text{ часов}$$

Часовая производительность позиционного многоэтажного прессы, м^3 , определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = \frac{60nlbhK_{\text{ук}}}{T_{\text{ц}}}; \quad (3.1)$$

где n – число этажей прессы, принимается из технической характеристики прессы;
 l, b, h – размеры чистообрезной шлифованной плиты, м. Размер плиты должен быть меньше размеров плит прессы на 200...300 мм, и должен соответствовать размерам древесностружечных плит, рекомендуемым в ГОСТ 10632-89. Длина плит - 1830, 2040, 2440, 2500, 2600, 2700, 2840, 3500, 3750, 4100, 5200, 5500, 5680; ширина - 1220, 1250, 1500, 1750, 1830, 2440, 2500 мм. На отечественном оборудовании в основном выпускают плиты форматом 3500x1750 мм;

$K_{\text{ук}}$ – коэффициент использования главного конвейера. $K_{\text{ук}} = 0,85$ или принимают по данным предприятия;

$T_{\text{ц}}$ – время цикла прессования, мин.

Время цикла прессования в позиционном прессе определяется по формуле:

$$T_{\text{ц}} = \tau_{\text{уд}} h_{\text{нш}} + \tau_{\text{всп}}; \quad (3.2)$$

где $\tau_{\text{уд}}$ – удельная продолжительность прессования, мин/мм, табл. 3.1.

$h_{\text{нш}}$ – толщина нешлифованной плиты, мм. Припуск на шлифование для плит, производимых в многоэтажных прессах можно принять равным 1,5 мм;

$\tau_{\text{всп}}$ – время вспомогательных операций, мин, $\tau_{\text{всп}} = 1,8 \dots 2,0$ мин.

Удельная продолжительность прессования древесностружечных плит зависит от температуры плит пресса, заданной плотности плит и их структуры. Следует иметь в виду, что применение паровой продувки резко снижает удельную продолжительность прессования до величины примерно 3...5 с/мм.

Таблица 3.1 - Удельная продолжительность прессования древесностружечных плит, мин/мм

Температура, °С, плит пресса	Плотность плиты, кг/м ³			
	650	700	750	800
160	0,35 / 0,39*	0,38 / 0,42	0,42 / 0,47	0,45 / 0,52
170	0,28 / 0,33	0,32 / 0,36	0,34 / 0,39	0,37 / 0,42
180	0,26 / 0,29	0,28 / 0,31	0,30 / 0,33	0,32 / 0,37
190	0,24 / 0,27	0,26 / 0,29	0,28 / 0,31	0,30 / 0,35

Примечание. * в числителе – для плит с обычной поверхностью, в знаменателе - для плит с мелкоструктурной поверхностью.

Производительность одноэтажного пресса рассчитывается по той же формуле, что и для многоэтажного пресса. Следует обратить внимание на то, что размер прессуемой плиты в этом случае существенно больше, чем в многоэтажном прессе (длина прессуемой плиты может достигать до 12 м).

Часовая производительность проходного пресса (например, ленточный, каландровый), м³, определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = 60UbhK_{\text{ик}}; \quad (3.3)$$

где U – скорость подачи, м/мин;

b, h – соответственно, ширина и толщина готовой шлифованной плиты, м;

$K_{\text{ик}}$ – коэффициент использования главного конвейера, $K_{\text{ик}} = 0,90$.

Скорость подачи U , м/мин, в проходном прессе определяется по формуле:

$$U = \frac{L_{\text{раб}}}{\tau_{\text{уд}} h_{\text{ни}}}; \quad (3.4)$$

где $L_{\text{раб}}$ – рабочая длина пресса, м, принимается из характеристики оборудования;

$\tau_{\text{уд}}$ – удельная продолжительность прессования, мин/мм. Для проходного пресса составляет примерно 0,12 мин/мм;

$h_{\text{ни}}$ – толщина нешлифованной плиты, мм. Припуск на шлифование для плит, получаемых в ленточном прессе, принимают по табл. 3.4.

Мощность предприятия равна годовой производительности головного оборудования и определяется по формуле:

$$M = P_{\text{час}} T_{\text{эф}}; \quad (3.5)$$

где $P_{\text{час}}$ – часовая производительность пресса, м³;
 $T_{\text{эф}}$ – годового эффективный фонд времени работы пресса, час.

Мощность предприятия может быть выражена в м³, млн. м² или в кг (тоннах) продукции. В последнем случае объем продукции в м³ следует умножить на плотность плит в кг/м³. Обычно в м² оценивается выпуск тонких твердых ДВП, остальная продукция - в м³. Весовая мера (кг, тонны) необходима для расчета потребности в сырье и материалах, расчете производительности оборудования.

В практике проектирования или реконструкции предприятий обычно не требуется аналитически рассчитывать производительность пресса, так как она задается производителем головного оборудования и определяет мощность всего предприятия.

3.2 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В СЫРЬЕ

Дальнейшие расчеты выполняются с учетом того, что древесностружечная плита является трехслойной, то есть имеет внутренний слой из сравнительно крупной стружки и наружные слои из мелкой стружки с повышенным содержанием связующего. В связи с этим расчеты потребности в древесине приходится выполнять отдельно по слоям. Наиболее рациональным путем организации производства трехслойных древесностружечных плит является использование для наружных слоев плиты технологического сырья (круглых лесоматериалов или крупномерных отходов лесопиления или фанерного производства), а для внутреннего слоя – привозной или собственного производства технологической щепы.

Для практических целей необходимо знать следующие расходные показатели:

- Расход древесины и химикатов на 1 м³ готовой продукции;
- Расход древесины и химикатов на одну плиту заданных размеров;
- Часовой расход древесины и химикатов.

Эти показатели необходимо рассчитывать для технологических участков:

- упаковки плит (для готовой продукции);
- перед шлифовальным станком (для нешлифованной плиты);
- перед форматно-обрезным станком (для необрезной плиты);
- перед холодным прессом (для сформированного ковра);
- перед смесителями (для сухой стружки);
- перед сушилками (для сырой стружки);
- перед стружечными станками (для щепы или технологического сырья).

Древесностружечная плита содержит древесину, влагу и связующее. Плотность плиты $\rho_{пл}$ показывает содержание осмолённой стружки в 1 м³ готовой продукции с влажностью W . При этом трехслойная плита состоит из плотных наружных слоев с повышенным содержанием связующего и внутреннего слоя меньшей плотности с меньшим содержанием клея. Это можно выразить следующей зависимостью:

$$\rho_{пл} = \frac{\rho_{вн} i_{вн}}{100} + \frac{\rho_{нар} i_{нар}}{100}; \quad (3.6)$$

где $\rho_{нар}$, $\rho_{вн}$ – плотность, соответственно, наружных и внутреннего слоёв, кг/м³, определяются по формулам 3.7, 3.8;

$i_{вн}$, $i_{нар}$ – объёмная доля, соответственно внутреннего и наружных слоёв, %, при условии, что $i_{вн} + i_{нар} = 100\%$. Для толщины плиты в 16 мм с припуском на шлифование в 1,5 мм толщина наружных слоев составляет 6,5 мм (37%), а толщина внутреннего слоя – 11 мм (63%). С увеличением толщины трехслойной плиты доля наружных слоев уменьшается.

Если считать, что наружные слои имеют плотность на 18 % выше, чем средняя плотность плиты, то плотность наружных слоев можно определить по формуле:

$$\rho_{нар} = 1,18 \rho_{пл}; \quad (3.7)$$

Таким образом, плотность внутреннего слоя плиты составит:

$$\rho_{вн} = \frac{100 \rho_{пл} - \rho_{нар} i_{нар}}{i_{вн}}; \quad (3.8)$$

Для дальнейших расчетов следует учесть потери древесины на различных операциях технологического процесса. При этом используют понятие «коэффициент потерь», который показывает, насколько увеличивается расход материала в результате неизбежных потерь стружки и/или клея на данной операции.

Масса ковра перед прессом (q_1) складывается из массы осмоленной стружки внутреннего и наружных слоев и увеличивается по сравнению с массой готовой продукции на коэффициенты потерь при шлифовании (k_1) и форматной обрезке плит (k_2). Дополнительно нужно учесть влагу, вносимую вместе с клеем.

С учетом всего вышесказанного имеем следующие зависимости:

$$q_1 = q_{1вн} + q_{1нар}; \quad (3.9)$$

$$q_{1\text{вн}} = \frac{\rho_{\text{вн}} i_{\text{вн}}}{100} \left(1 + \frac{I_{\text{вн}}}{K_{\text{вн}}}\right) k_2, \quad (3.10)$$

$$q_{1\text{нар}} = \frac{\rho_{\text{нар}} i_{\text{нар}}}{100} \left(1 + \frac{I_{\text{нар}}}{K_{\text{нар}}}\right) k_1 k_2; \quad (3.11)$$

где $q_{1\text{вн}}$ – масса осмоленной стружки внутреннего слоя, кг/м³;

$q_{1\text{нар}}$ – масса осмоленной стружки наружных слоев, кг/м³;

$I_{\text{вн}}$ – доля связующего (по сухому остатку) во внутреннем слое плиты, %, табл. 3.2;

$I_{\text{нар}}$ – доля связующего (по сухому остатку) в наружных слоях плиты, %, табл. 3.2;

$K_{\text{вн}}$ – концентрация смолы для внутреннего слоя, можно принять $K_{\text{вн}} = 55$ %;

$K_{\text{нар}}$ – концентрация смолы для наружных слоёв, $K_{\text{нар}} = 50$ %;

k_1 – коэффициент потерь при шлифовании, соответствует уменьшению толщины наружных слоев в ходе шлифования плиты, определяется по формуле 3.12;

k_2 – коэффициент потерь при форматной обрезке плит, равен отношению площади пакета, выходящего из пресса (или после диагональной пилы для проходных прессов) к площади древесностружечной плиты после её обрезки до стандартных размеров. Можно принять $k_2 = 1,05$ – для позиционных прессов, $k_2 = 1,02$ – для проходных прессов.

Доли связующего в наружных и внутренних слоях плиты (табл. 3.2) зависят от средней базисной плотности ($\rho_{\text{баз}}$) используемой породы древесины, кг/м³, (табл. 3.3). Если используется смесь пород, то в технологических расчетах нужно принимать средневзвешенную плотность древесного сырья.

Например, при соотношении объёмов пород сосна : береза : осина = 50 : 30 : 20, искомая величина составит:

$$\rho_{\text{баз. ср}} = 430 \cdot 0,5 + 510 \cdot 0,3 + 380 \cdot 0,2 = 444 \text{ кг/м}^3$$

Таблица 3.2 - Доля связующего (по сухому остатку), %

Базисная плотность древесины, кг/м ³	Доля связующего, % от массы абс. сухой стружки	
	Внутренний слой	Наружный слой
360	11,0	14,5
400	10,6	14,0
440	10,0	13,5
480	9,5	13,0
520	9,2	12,5
560 и более	8,8	12,5

Таблица 3.3 - Базисная плотность древесины, кг/м³, и коэффициент объёмной усушки в зависимости от породы древесины

Порода древесины	Плотность, кг/м ³	К _{об}	Порода древесины	Плотность, кг/м ³	К _{об}
Береза	510	0,62	Липа	370	0,56
Дуб	570	0,53	Ольха	420	0,47
Бук	580	0,48	Осина	380	0,45
Ель	390	0,48	Сосна	430	0,42
Кедр	370	0,40	Тополь	370	0,49
Лиственница	560	0,59	Ясень	570	0,48

Коэффициент потерь при шлифовании определяется по формуле:

$$k_1 = \frac{S_n i_{нар} + \delta}{S_n i_{нар}}; \quad (3.12)$$

где S_n - заданная толщина плиты, мм;

δ - припуск на шлифование, мм. Величина δ для отечественных многоэтажных прессов составляет в среднем 1,5 мм. Для ленточных проходных прессов она существенно меньше и определяется по табл. 3.4.

$i_{нар}$ - объёмная доля наружных слоёв, %.

Таблица 3.4 - Толщина продукции и припуск на шлифование для ленточных прессов ContiRoll (Siempelkamp)

Толщина шлифованной плиты, мм	8,0	9,0	12,0	15,0	18,0	22,0	25,0	30,0	35,0	40,0
Толщина нешлифованной плиты, мм	8,5	9,5	12,5	15,6	18,6	22,7	25,7	30,8	35,8	40,9
Припуск на шлифование, мм	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9

Отходы при обрезке и шлифовании могут направляться в энергетическую установку или возвращаться в бункеры для сухой стружки, расположенные перед смесителями. В этом случае коэффициенты K_1 и K_2 могут быть близкими к 1.

Потребность в сухой стружке перед смесителями (q_2) для наружных и внутренних слоев рассчитывается по формулам:

$$q_{2нар} = q_{1нар} \left(1 - \frac{I_{нар}}{K_{нар}}\right) k_3 k_4 k_5, \quad (3.13)$$

$$q_{2вн} = q_{1вн} \left(1 - \frac{I_{вн}}{K_{вн}}\right) k_3 k_4 k_5; \quad (3.14)$$

где k_3 – коэффициент потерь стружки на главном конвейере, $k_3 = 1,01$;

k_4 - коэффициент потерь при транспортировке стружки, $k_4 = 1,01$;

k_5 - коэффициент потерь стружки в смесителях, $k_5 = 1,02$.

Потребность в сырой стружке для внутреннего и наружных слоев перед сушилками (q_3), кг/м³ зависит от влажности стружки после стружечных станков и определяется по формулам:

$$q_{3_{\text{вн}}} = q_{2_{\text{вн}}} \frac{100 + w_c}{100} k_6, \quad (3.15)$$

$$q_{3_{\text{нар}}} = q_{2_{\text{нар}}} \frac{100 + w_c}{100} k_6; \quad (3.16)$$

где K_6 - коэффициент потерь стружки при ее сушке и сортировке. Можно принять $K_6 = 1,03$ - для наружных слоев, $K_6 = 1,025$ - для внутреннего слоя;
 w_c - влажность стружки после стружечных станков.

Потребность в щепе для получения стружки внутреннего слоя (q_4), кг/м³:

$$q_4 = q_{3_{\text{вн}}} k_7; \quad (3.17)$$

где k_7 - коэффициент потерь древесины при сортировании щепы и ее измельчении в стружку в центробежных стружечных станках, $k_7 = 1,06$. Потери могут быть снижены при дополнительном измельчении крупной фракции щепы в дезинтеграторах.

Потребность в технологическом сырье для получения стружки наружных слоев (q_5), кг/м³:

$$q_5 = q_{3_{\text{нар}}} k_8 k_9; \quad (3.18)$$

где k_8 - коэффициент потерь древесины при ее измельчении в стружку и доизмельчении стружки, $k_8 = 1,06$;
 k_9 - коэффициент потерь древесины при поперечной разделки длинномерного сырья на чураки, $k_9 = 1,01$. В случае измельчения длинномерного сырья этот коэффициент не учитывают.

Указанные коэффициенты потерь древесины отражают практику использования отечественного оборудования. При использовании современных станков и систем сортирования щепы и стружки с возвратом частиц на доизмельчение потери древесины могут быть снижены.

3.3 РАСЧЕТ РАСХОДА СВЯЗУЮЩЕГО

Основным связующим в производстве древесностружечных плит на отечественных заводах является карбамидоформальдегидная смола КФ-НФП с

отвердителем в виде 20%-процентного водного раствора хлористого аммония или сульфата аммония. Для наружных слоев может использоваться смола без отвердителя.

Необходимый расход связующего и других химикатов, кг/м³ определяется отдельно для каждого слоя:

$$q_{6нар} = q_{1нар} - q_{2нар}, \quad (3.19)$$

$$q_{6вн} = q_{1вн} - q_{2вн}; \quad (3.20)$$

Потребность в отвердителе (хлорид или сульфат аммония), аммиачной воде для увеличения времени отверждения связующего в наружных слоях плиты, карбамиде как акцепторе формальдегида, а также парафине для повышения гидрофобных свойств ДСтП находится в соответствии с принятой рецептурой клея.

На 100 массовых частей рабочего раствора связующего рекомендуется добавлять 4...6 массовых частей 20%-ного водного раствора отвердителя для всех слоев плит (1% по сухому остатку). В отвердитель для наружных слоев дополнительно вводится водный аммиак (NH₄OH) 25%-ной концентрации в количестве 25...30 массовых частей (т.е. примерно 4...6 массовых частей на 100 массовых частей связующего по сухому остатку). Расход карбамида и парафина составляют примерно по 1% от массы связующего.

3.4 СОСТАВЛЕНИЕ БАЛАНСА ДРЕВЕСИНЫ

Все расчеты по определению потребности сырья и материалов удобно представить в единой таблице. Наряду с потребностью материалов на 1 м³ продукции на практике важно знать их потребность на годовую программу и часовой расход компонентов для настройки технологического оборудования.

Годовая потребность, кг, в каком-либо компоненте определяется по формуле:

$$Q_{год} = q_i M; \quad (3.21)$$

где q_i – удельный расход компонента, кг /м³ готовой продукции;
 M – годовая программа предприятия, м³.

Часовой расход материалов определяется по формуле:

$$Q_{час} = \frac{Q_{год}}{T_{эф}}; \quad (3.22)$$

где $Q_{год}$ – потребность в соответствующем компоненте, кг;
 $T_{эф}$ – годовой фонд эффективного времени работы оборудования, $T_{эф} = 7326$ часов.

В таблице 3.5 приведен пример составления баланса древесины для варианта, имеющего следующие исходные данные:

Продукция – трехслойная древесностружечная плита с мелкоструктурной поверхностью. Средняя плотность плиты 650 кг/м³. Размеры продукции 3500 х 1750 х 16 мм. Толщина нешлифованной плиты 17,5 мм. Наружные слои составляют 37% от общей толщины нешлифованной плиты. Головное оборудование – 20-и этажный позиционный пресс. Температура прессования - 160 градусов. Сырьё – сосна - 50%, береза - 50%.

Таблица 3.5 - Потребность в материалах на производство древесностружечных плит (пример основан на использовании оборудования отечественного производства)

Материал	На 1 м ³ плит			На программу		Часовой расход	
	Обозначение	кг/м ³	м ³ /м ³	т	м ³	т/час	м ³ /час
1. Готовые шлифованные плиты	$\rho_{пл}$	650	1	53717	82 641	7,364	11,33 (П _{час})
2. Плиты до шлифования		711,1	1,094	58766	90409	8,056	12,40
3. Плиты до форматной обрезки		746,7	1,149	61704	94930	8,459	13,01
4. Ковер перед прессом	q_1	920		76030		10,421	
5. Осмоленная стружка наружных слоев	$q_{1нар}$	469,3	-	38783		5,316	
6. Осмоленная стружка внутреннего слоя	$q_{1вн}$	450,7	-	37246		5,105	
7. Сухая стружка наружных слоев	$q_{2нар}$	372,9	-	30817		4,224	7,78
8. Сухая стружка внутреннего слоя	$q_{2вн}$	379,8	-	31387		4,302	7,92
9. Смола для наружных слоев	$q_{бнар}$	96,4		7967		1,092	-
10. Смола для внутреннего слоя	$q_{бвн}$	70,9		5859		0,803	-
11. Сырая стружка для наружных слоев	$q_{3нар}$	547,7		45260		6,203	9,37
12. Сырая стружка для внутреннего слоя	$q_{3вн}$	545,0		45040		6,173	9,32
13. Щеп для стружки внутреннего слоя	q_4	577,7		47743		6,544	9,88
14. Лесоматериалы для стружки наружных слоев	q_5	586,3		48455		6,641	10,02

Пояснения к заполнению таблицы 3.5:

1. Объём плит до шлифования (строка 2) рассчитан умножением объёма товарной продукции на коэффициент потерь при шлифовании $K_{ш}$, равный отношению толщины нешлифованной плиты к толщине шлифованной плиты $K_{ш} = 17,5/16,0 = 1,094$;

2. Объём плит до форматной обрезки (строка 3) увеличивается по отношению к предыдущей цифре на коэффициент потерь при форматной обрезке $K_{обп} = 1,05$;

3. Часовой расход щепы и лесоматериалов, m^3 , рассчитан делением массы древесины, кг/час, q_4 и q_5 (строки 13, 14) (при соответствующей влажности W_c) на плотность древесины ρ_w при этой же влажности:

$$q_{4w} = \frac{q_4}{\rho_w}, \quad (3.23)$$

$$q_{5w} = \frac{q_5}{\rho_w}, \quad (3.24)$$

$$\rho_w = \frac{(100 + W_c) \rho_{баз} (100 + 30K_{об})}{100(100 + K_{об} W_c)}, \quad (3.25)$$

где W_c - влажность поступающего сырья, можно принять $W_c = 60\%$;

$K_{об}$ - коэффициент объёмной усушки (средневзвешенная величина), табл. 3.3;

$\rho_{баз}$ - базисная плотность древесины данной породы, kg/m^3 , или средневзвешенная плотность поступающего сырья, табл. 3.3.

Приведенные данные позволяют вычислить удельный расход сырья. Он может выражаться в различных единицах. Наиболее показательным является определение расхода в кг абсолютно сухой древесины на 1 кг готовой продукции:

$$q_{уд} = \frac{q_{04} + q_{05}}{\rho_{пл}}, \quad (3.26)$$

где q_{04} , q_{05} - расход, соответственно щепы и технологического сырья, kg/m^3 , приведённый к влажности древесины 0 %;

$\rho_{пл}$ - плотность плиты.

$$q_{04} = q_4 \frac{100}{100 + 30K_{об}}, \quad (3.27)$$

$$q_{05} = q_5 \frac{100}{100 + 30K_{об}}; \quad (3.28)$$

3.5 РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Производительность оборудования может быть найдена по справочным данным или определена аналитически. Режимные параметры рассчитываются для

оборудования, имеющего возможность настройки (порционные весы, клееприготовительное оборудование, главный конвейер и т.п.).

Потребность в оборудовании находится по формуле:

$$n = \frac{Q_{\text{час}}}{P_{\text{час}}}; \quad (3.29)$$

где $Q_{\text{час}}$ - объем работ (часовая потребность), м³/час, (кг/час), станка или машины;
 $P_{\text{час}}$ - часовая производительность оборудования, м³/час, (кг/час).

РАЗДЕЛКА СЫРЬЯ

Перед разделкой сырья необходимо предусмотреть поштучную подачу кряжей на участок раскроя их по длине, для этого применяют специальные разобшители, технические характеристики приведены в табл.3.6.

Таблица 3.6 - Технические характеристики разобшителей кряжей

Показатель	ЛТ 80-А	ДЗЦ 10-А	РБ-100
Вместимость бункера, м ³	-	10	10
Производительность, м ³ /ч	-	40	24...146
Макс. диаметр хлыста, мм	600	600	600
Длина хлыстов, м	4...6,5	1...6,5	1,6...6,5
Макс. масса пучков, т	10	10	-
Скорость движения цепей, м/с	0,4...0,8	0,06...0,13	0,2...0,42
Установленная мощность, кВт	10,5	12	23
Габаритные размеры, м	7,65 x 7,0 x 2,6	14,9 x 6,8 x 3,4	22,8 x 6,4 x 3,8
Масса, т	9,5	26,5	22,7

При разделке сырья на мерные отрезки нужно иметь в виду, что эта операция не требуется при измельчении лесоматериалов в рубительных машинах с горизонтальной загрузкой. Слешерные установки применяют для получения мерных отрезков (обычно длиной 1 м) для дальнейшего измельчения в щепу в рубительных машинах с наклонной подачей (типа МРНП) или для получения стружки в стружечных станках типа ДС-6. Производительность слешерной установки типа ДЦ-10М, как и последующего оборудования, можно принять из технической характеристики станка, табл. 3.7.

Потребность в оборудовании на этом участке определяется по формуле:

$$n_1 = \frac{q_5}{P_{\text{час}}}; \quad (3.30)$$

где q_5 - потребность в технологическом сырье, м³/час, принимается из табл. 3.5;

$P_{\text{час}}$ - производительность данного оборудования, м³/час, принимается из технической характеристики принятого оборудования (разобшителя или слешера).

Таблица 3.7 - Техническая характеристика станка ДЦ-10М
Назначение – поперечный раскрой кряжей на мерные отрезки.

Параметр	Значение
Производительность по сырью, м ³ /час	до 40
Длина перерабатываемого сырья, м	2,0...6,5
Диаметр сырья, см	8 ... 40
Длина получаемых отрезков, м	1,0
Число пил, шт.	6
Диаметр пил, мм	1250
Скорость резания, м/с	63,3
Скорость подачи конвейера, м/мин	6,0
Шаг между упорами, мм	960
Число э/двигателей, шт.	14
Установленная мощность, кВт	141,6
Габаритные размеры, м	11,5x12,4x4,5
Масса станка, т	29,0

РАЗДЕЛКА ТОЛСТОМЕРНОГО СЫРЬЯ

При раскалывании сырья (разделке по толщине) объем чураков диаметром более 80 см для сырья Сибирского и Дальневосточного регионов может составлять в среднем до 15% от всего объема поставки.

Для переработки такого сырья необходимо использовать специальное древокольное оборудование, например КГ-6, КГ-8. Технические характеристики приведены в табл. 3.8.

Таблица 3.8 - Технические характеристики древокольных станков

Показатель	КЦ-7	КЦ-6М	ГК-6	ГК-8А
Производительность, м ³ /час	-	-	12	12
Длина чураков, м	до 1,25	до 1,25	1...1,25	1...1,25
Диаметр чураков, см	до 60	до 70	15...100	15...100
Макс. усилие раскалывания, Н	-	-	3000	3000
Число упоров, шт.	2	3	1	1
Средний цикл раскалывания, с	-	-	12	9
Установленная мощность, кВт	10	10	17	16,5
Габаритные размеры, м	4,37x1,57x 1,38	5,45 x 1,82 x 2,15	5,03 x 1,10 x 1,54	4,6 x 1,00 x 1,54
Масса, т	2,7	3,67	3,5	3,5

Потребность в оборудовании для раскалывания чураков определяется по формуле:

$$n_2 = \frac{0,15q_5}{P_{\text{час}}}; \quad (3.31)$$

где q_5 - потребность в технологическом сырье, м³/час, принимается из табл. 3.5;
 $P_{\text{час}}$ - производительность оборудования, м³/час, принимается из табл. 3.8.

ПОЛУЧЕНИЕ ЩЕПЫ

Технические характеристики рубительных машин и оборудования для подготовки, доизмельчения и сортировки щепы приведены в табл. 3.9 – 3.19.

Потребность в оборудовании для получения щепы определяется по формуле:

$$n_3 = \frac{q_4}{P_{\text{час}}}; \quad (3.32)$$

где q_4 - потребность в технологической щепе, м³/час, принимается из табл. 3.5;
 $P_{\text{час}}$ - производительность рубительной машины, пл. м³/час, принимается из технической характеристики.

Таблица 3.9 - Техническая характеристика установки для очистки щепы марки MHR (Mayer). Назначение – очистка щепы от посторонних включений.

Параметр	Значение
Производительность, м ³ /ч	до 150
Расход воздуха, м ³ /ч	35.000
Площадь сита, м ²	5
Габаритные размеры (L x B x H), м	4,6 x 5,2 x 5,4
Масса, кг	6 000
Установленная мощность, кВт	105

Таблица 3.10 - Технические характеристики рубительных машин HRL (Mayer). Назначение - получение технологической щепы.

Тип машины	Диаметр ротора, мм	Входное отверстие, мм	Число подающих вальцов, шт.	Мощность привода, кВт	Мощность резания, кВт
450/150 x 500 - 2 EW	450	150 x 500	2	18-24	30-45
600/200 x 650 - 2 EW	600	200 x 650	2	30-42	55-75
600/200 x 1000 - 2 EW	600	200 x 1000	2	45-65	90-132
800/250 x 650 - 4 EW	800	250 x 650	4	38-53	75-110
800/250 x 1000 - 4 EW	800	250 x 1000	4	60-80	110-160
1000/350 x 650 - 6 EW	1000	350 x 650	6	55-75	110-160
1000/350 x 1000 - 6 EW	1000	350 x 1000	6	85-115	132-200
1200/450 x 800 - 8 EW	1200	450 x 800	8	85-115	200-315
1200/450 x 1000 - 8 EW	1200	450 x 1000	8	105-145	250-355
1600/600 x 800 - 11 EW	1600	600 x 800	11	115-155	400-500
1600/600 x 1200 - 11 EW	1600	600 x 1200	11	170-230	500-630
2000/850 x 1200 - 15 EW	2000	850 x 1200	15	240-330	800-1200
2000/850 x 1500 - 15 EW	2000	850 x 1500	15	270-410	1000-1200

Таблица 3.11 - Технические характеристики измельчителей вторичного сырья серии MGB (Mayer). Назначение – получение крупных кусков путем измельчения вторичного древесного сырья.

Тип машины	MGB 55	MGB 75	MGB 90	MGB 132/3000	MGB 132/4000
Габаритные размеры, м	3,5x4,5x0,34	3,5x4,5x3,4	3,5x4,5x3,4	3,5x4,5x3,4	3,5x5,5x3,4
Объем загрузочной воронки (м ³)	15	15	15	15	20
Входное сечение, мм	2800 x 3000	2800 x 3000	2800 x 3000	2800 x 3000	2800 x 4000

Продолжение таблицы 3.11

Тип машины	MGB 55	MGB 75	MGB 90	MGB 132/3000	MGB 132/4000
Диаметр ротора, мм	610	610	610	610	610
Длина получаемого материала, мм	100-500	100-500	100-500	100-500	100-500
Мощность привода, кВт	55	75	90	132	132
Производительность, т/ч	5-8	5-10	5-15	5-20	5-25
Масса машины, т	16	16	16	16	20
Число оборотов ротора, 1/мин.	8	12	16	24	24
Вид материала	Ящики, поддоны	Ящики, поддоны, тара		От поддонов до ж/д шпал	

Таблица 3.12 - Технические характеристики рубительных машин серии SRH (Mayer). Назначение – получение технологической щепы из круглых лесоматериалов и отходов лесопиления.

Тип машины	600/200 x 1000	1000/350 x 1000	1200/350 x 1300	1600/600 x 1500
Производительность, т/ч	3...5	5...10	10...25	10...35
Входное отверстие, мм	200 x 1000	350 x 1000	350 x 1300	600 x 1500
Диаметр ротора, мм	600	1000	1200	1600
Частота вращения ротора, 1/мин	1910	1160	955	1048
Число бил на роторе, шт.	35	28	34	28
Толщина бил, мм	29	35	35	50
Установленная мощность, кВт	75-110	110-160	160-250	315-500
Масса, кг	5000	10000	14000	около 32000
Габаритные размеры, м	1,6 x 1,37 x 1,1	2,5 x 1,37 x 1,65	3,46 x 1,7 x 1,75	4,60 x 3,11 x 2,35

Таблица 3.13 - Технические характеристики рубительных машин серии SRV (Mayer)

Тип машины	SRV 1000/700 x 1200	SRV 1200/850 x 1500	SRV 1200/850 x 2000
Производительность, т/ч	6...10	10...15	15...25
Входное отверстие, мм	700 x 1200	850 x 1500	850 x 2000
Диаметр ротора, мм	1000	1200	1200
Частота вращения ротора, 1/мин	1160	1060	1060
Число бил, шт.	64	70	94
Толщина бил, мм	30	35	35
Установленная мощность, кВт	110...160	160...250	250...315
Масса, кг	8000	12000	16000
Габаритные размеры, м	2,60 x 2,60 x 3,10	2,73 x 3,05 x 3,50	2,73 x 3,55 x 3,50

Таблица 3.14 - Характеристика рубительного оборудования завода ГОЗБО (Россия). Назначение - получение технологической щепы.

Параметр	MP2-20	MP2-20Г-Н	MP3	MP5	MPГ-20Б-1	MPH-40-1
Загрузочный патрон, мм	250 x 400	330 x 510	350 x 650	600 x 600	220 x 220	440x440
Расположение загрузочного патрона	Правое	Правое	Левое	Левое	Правое	Левое
Подача	Наклонная	Наклонная	Наклонная	Наклонная	Горизонт.	Наклон.
Выброс щепы	Нижний	Нижний	Нижний	Верхний	Боковой	Верхний
Производительность, м ³ /ч	20...25	20...25	40...50	100...150	20...25	40
Уст. мощность, кВт	75	75	130-160	500	75	160

Таблица 3.15 - Технические характеристики машин серии БРБ фирмы «Агрокон» (Россия). Назначение: получение технологической щепы

Марка	Размер приемного окна, мм	Диаметр барабана, мм	Количество ножей, шт.	Установленная мощность, кВт	Производительность, м ³ /час	Масса, кг	Габаритные размеры, м
Рубительные машины для щепы длиной 4-12 мм							
БРБ 3401К	90x190	350	1x4	11	1,0	650	от 1,0 x 0,60 x 0,90
БРБ 3402К	90x380	350	2x4	18,5	1,5	850	
Рубительные машины для щепы длиной 10-35 мм							
БРБ 3201	90x190	350	1x2	11	1,5	600	до 1,2x 0,9 x 1,3
БРБ 3202	90x380	350	2x2	18,5	2,5	800	

Таблица 3.16 - Технические характеристики магнитных сепараторов. Назначение: обнаружение и удаление металлических включений в сыпучих материалах

Параметр	П-100	П-160
Ширина ленты конвейера, мм	650 ... 1000	1200 ... 1600
Потребляемая мощность, кВт	2,5	3,5
Напряжение сети постоянного тока, В	110	110
Макс. толщина слоя материала на конвейере, мм	180	200
Макс. высота подвески над лентой, мм (h)	160	180
Масса извлекаемых предметов, г	0,5 ... 15	0,5 ... 15
Габаритные размеры, м	0,85 x 0,53 x 0,66	1,2 x 0,55 x 0,74
Масса, кг	900	1 680

Таблица 3.17 - Технические характеристики электромагнитных шкивов. Назначение: обнаружение и удаление металлических включений в сыпучих материалах

Параметр	ШЭ 65-63	ШЭ 100-80	ШЭ 140-100
Диаметр барабана, мм	630	800	1000
Длина барабана, мм	750	1150	1600
Ширина ленты конвейера, мм	650	1000	1400
Частота вращения, 1/мин	60	50	50
Крутящий момент на валу, Нм	3 900	9 000	20 000
Напряжение сети постоянного тока, В	110	110	220
Потребляемая мощность, кВт	2,0	3,5	4,5
Макс. усилие на один подшипник, кН	12	23	42
Примерная толщина слоя щепы на ленте, мм	170	250	300
Масса, кг	760	2 200	3 950

Таблица 3.18 - Характеристики барабанных сортировок ТТ (Homback). Назначение: сортирование технологической щепы для удаления мелкой фракции

Модель	Диаметр барабана, мм	Длина барабана, мм	Макс. число фракций	Уст. мощность, кВт	Масса, кг
ТТ 6 x 15	1830	4680	3	7,5	8300
ТТ 8 x 20	2440	6180	3	11	15000
ТТ 10 x 30	3050	9180	3	11	21700
ТТ 12 x 30	3660	9180	3	15	28000
ТТ 14 x 30	4270	9180	3	15	30000
ТТ 14 x 35	4270	10710	3	18,5	32000

Таблица 3.19 - Технические характеристики дезинтеграторов ДЗН завода ГОЗБО (Россия). Назначение: доизмельчение крупной фракции щепы.

Параметры	ДЗН-03	ДЗН-04
Производительность, пл. м ³ /ч	3...6	25...30
Длина щепы, мм	15...25	25...30
Размер загрузочного окна, мм	450 x 400	500 x 950
Макс. размеры сырья, мм	250 x 50 x 1000	100x 250x 500
Диаметр барабана, мм	600	1000
Установленная мощность, кВт	30	132
Габаритные размеры, м	1,76 x 1,14 x 1,85	2,91 x 1,94 x 2,1
Масса, кг	2680	9790

ПОЛУЧЕНИЕ СЫРОЙ СТРУЖКИ

В рассматриваемом примере технологический процесс производства ДСтП разделен на два потока. Наружные и внутренний слои существуют отдельно, начиная от измельчения древесины до формирования ковра, поэтому при выборе оборудования следует обращать внимание на технологические особенности производства каждого потока.

При расчете потребности в станках для получения стружки и их загрузки можно пользоваться паспортными данными для выбранной марки оборудования. Толщина стружки для наружных слоев должна быть не более 0,2 мм, толщина стружки для внутреннего слоя - максимально до 0,6 мм. Технические характеристики приведены в табл. 3.20 - 3.24.

Потребность в стружечных станках для получения стружки наружного и внутреннего слоя определяется по формуле:

$$n_4 = \frac{Q_{\text{час}}}{P_{\text{час}}}; \quad (3.33)$$

где $Q_{\text{час}}$ – часовая потребность в стружке для наружного (внутреннего) слоя, кг, приведенная к абсолютно сухой стружке, определяются по формулам 3.33, 3.34; $P_{\text{час}}$ - производительность стружечного станка, кг/час (по абс. сухой стружке), принимается из технической характеристики станка.

$$q_{\text{знар}} = \frac{q_{\text{знар}} 100}{(100 + 30K_{\text{об}})}, \quad (3.34)$$

$$q_{\text{звн}} = \frac{q_{\text{звн}} 100}{(100 + 30K_{\text{об}})}; \quad (3.35)$$

где $q_{\text{знар}}$, $q_{\text{звн}}$ - потребность в сырой стружке соответственно для наружных и внутренних слоев плиты, кг, принимается из табл. 3.5;

$K_{об}$ - коэффициент объемной усушки древесины (или средневзвешенная величина при условии смеси пород). Принимается из табл. 3.3.

Таблица 3.20 - Техническая характеристика центробежного стружечного станка ДС-7А (Новозыбковский станкозавод). Назначение: получение стружки из технологической щепы.

Параметр	Значение	Параметр	Значение
Размеры щепы, мм	(10-60) x 30	Установленная мощность, кВт	265
Внутренний диаметр ножевого барабана, мм	1200	Частота вращения крыльчатки/ножевого барабана, 1/мин	990 / 35
Число ножей, шт.	42	Расход воздуха станком, кг/м ³	3200
Число лопастей крыльчатки, шт.	18	Масса, кг	10 500
Габаритные размеры, м	3,84 x 1,97 x 1,95		

Таблица 3.21 - Технические характеристики стружечных станков серии MSZ (Mayer). Предназначены для получения стружки из технологической щепы.

Тип машины	MSZ 600/650	MSZ 1000/1200	MSZ / MSZ h 1200/2000	MSZ / MSZ h 1600/2500
Диаметр ротора, мм	600	1000	1200	1600
Входное отверстие, мм	300 x 650	390 x 1200	450 x 2000	600 x 2500
Частота вращения крыльчатки, 1/мин	2200	1300	1100	850
Установленная мощность, кВт	30 - 90	90 - 160	200 - 315	315 - 500
Производительность*, т/ч (по абс. сухой стружке)	1 - 3	3 - 4,5	6 - 8	9 - 12
Расход воздуха, м ³ /ч	1800	3000	6000	9000
Масса, т	3,0	4,5	10,0	15,0
Габаритные размеры, м	2,0 x 1,2 x 2,0	2,5 x 2,2 x 2,5	2,7 x 2,5 x 2,7	3,2 x 2,8 x 3,0

Примечание. * в зависимости от вида сырья, его влажности и степени измельчения.

Таблица 3.22 - Технические характеристики стружечных станков серии MR (Mayer). Предназначены для получения стружки из технологической щепы.

Модель станка	MR 42	MR 50	MR 48	MR 60
Диаметр ротора, мм	1200	1200	1400	1400
Число ножей, шт.	42	50	48	60
Длина ножей, мм	333	333	463	463
Средняя потребляемая мощность, кВт	100	100	200	180
Рекомендуемая мощность, кВт	160	160	315	250
Расход воздуха, м ³ /ч	8000	8000	12000	12000

Таблица 3.23 - Технические характеристики стружечных станков с ножевым валом (Новозыбковский завод). Предназначены для получения стружки из круглых лесоматериалов (чураков) и крупных отходов лесопильного производства.

Показатель	ДС-6	ДС-8
Производительность, т/час,	2,5 / 5,0*	3,25 / 6,5*
Длина перерабатываемого сырья, м	0,65...1,0	0,45...1,08
Диаметр сырья, мм	40 ... 400	25 ... 400
Длина стружки, мм	25	25
Толщина стружки, мм	0,15 ...0,6	0,15 ...0,6
Длина ножевого вала, мм	1100	1100

Продолжение таблицы 3.23

Показатель	ДС-6	ДС-8
Диаметр ножевого вала, мм	565	565
Частота вращения ножевого вала, 1/мин	975	985
Установленная мощность, кВт	204	204
Габаритные размеры, м	3,5 x 3,6 x 2,8	3,5 x 3,6 x 3,01
Масса станка, т	12,3	14,2

Примечание. * в верхней строчке - для абсолютно сухой стружки толщиной 0,2 мм; в нижней - для стружки толщиной 0,4 мм.

Таблица 3.24 - Техническая характеристика станка ДМ-8А (Новозыбковский завод). Назначение: получение мелкой фракции стружки.

Производительность для абсолютно сухой стружки при переработке частиц средней толщиной 0,5 мм и влажностью не более 10 %, т/ч на ситах с размером ячеек диаметром 8 мм на ситах с размером ячеек 14 x 14 мм	13 16
Тоже при переработке технологической щепы влажностью более 40 % (сито 14 x 14)	5
Тоже при переработке частиц ср. толщиной 0,5 мм и влажностью более 40 % (сито 14 x 14)	9
Размеры перерабатываемого сырья, мм длина ширина (не более)	10 - 60 30
Внутренние размеры барабана, мм диаметр ширина	1200 525
Частота вращения, об/мин крыльчатки барабана	990 35
Масса дробилки, кг	5700
Расход воздуха, м ³ /ч,	до 9000
Установленная мощность, кВт	265
Масса отдельных агрегатов, съёмных приспособлений и электрооборудования, кг	3400
Габаритные размеры, м	2,59 x 1,97 x 1,95

СУШКА И СОРТИРОВКА СТРУЖКИ

Потребность в сушилках необходимо рассчитывать отдельно для каждого потока (по наружным и внутреннему слою), принимая во внимание паспортную производительность сушилок по сухой древесине (кг/час). Технические характеристики приведены в табл. 3.25 – 3.28.

Потребность в оборудовании на этом участке (сушильных агрегатах и установках для сортировки стружки) определяется по формуле:

$$n_5 = \frac{Q_{\text{час}}}{P_{\text{час}}}; \quad (3.36)$$

где $Q_{\text{час}}$ – часовая потребность в сухой стружке, кг, принимается из табл. 3.5. Для наружных слоев - $q_{2\text{нар}}$, для внутреннего слоя - $q_{2\text{вн}}$;

$P_{\text{час}}$ - производительность станка, кг/час (по сухой стружке), принимается из технической характеристики станка.

Таблица 3.25 - Техническая характеристика барабанной сушилки Н-167-66. Предназначена для сушки стружки в производстве древесностружечных плит

Параметр	Значение
Рабочий объём барабана, м ³	38
Производительность по сухой стружке, м ³ /ч	4500
Длина / внутренний диаметр барабана, мм	10 000 / 2 000
Частота вращения барабана, 1/мин	3,15; 4; 5; 6; 9
Температура на входе в сушилку, град.	230 - 550
Температура на выходе из сушилки, град.	90 - 120
Объём газовой смеси, проходящей через барабан, т.м ³ /ч	25 - 30
Скорость движения сушильного агента в барабане, м/с	1,8 - 2,0
Установленная мощность, кВт (привод барабана + привод вентилятора)	14 + 48
Уд. расход энергии на 1 т сухой стружки, кВт.ч	20 - 30
Уд. расход условного топлива на 1 т сухих стружек, кг	100
Габаритные размеры установки, м	14,0 x 4,0 x 3,5
Масса установки, т	32,5

Таблица 3.26 - Технические характеристика агрегатов комбинированной сушилки конструкции Гипродревпрома

Показатель	АКС - 5	АКС - 8
Производительность, т/ч, по сухой стружке	5	8
по испаряемой влаге	4	7,5
Кол-во циркулир. топочных газов, т/час	30	47,5
Температура, °С, на входе в приставку	600...800	600...700
на входе в барабан	200...300	200...300
на выходе из барабана	90... 120	100...120
Размеры приставки, м: внеш. диаметр	3,0	3,2
внутренний диаметр	1,8	1,8
высота	4,0	4,5
сечение трубы	0,6x0,6	0,7x0,75
Размеры сушильного барабана, м: длина	10	14
диаметр	2,2	2,8
Расход теплоты, кдж/час	20,6 * 106	34 * 106
Расход теплоты, кдж/ 1 кг влаги	4180	4280
Расход мазута, кг/ 1 т стружки	-	108
Расход э/энергии, кВтч/ 1 т стружки	-	29
Установленная мощность, кВт	-	335
Потребляемая мощность, кВт	-	205
Габаритные размеры, м, длина	-	80
ширина	-	15,4
высота	-	9,0 / 24,6
Масса комплекта, т	-	110

Таблица 3.27 - Технические характеристики механических сортировок для стружки.

Параметр	ДРС-1	ДРС-2
Производительность по сухой стружке, кг/ч	2800	10 000
Общая площадь сит, м ²	-	16,4
Размеры ячеек в комплекте сит, мм	-	5x5; 1x1; 0,5x0,5
Макс. размеры просеиваемых частиц, мм	50 x 15 x 1	-
Угол наклона сит, град.	1; 1,5; 2,0	4
Частота колебаний сит, 1/мин	200	150-180
Амплитуда колебаний, мм	100	50
Установленная мощность, кВт	2,2	4,0
Габаритные размеры, м	2,7 x 2,7 x 2,7	5,3 x 2,67 x 3,1

Масса, кг	856	4500
-----------	-----	------

Таблица 3.28 - Технические характеристики пневматических сепараторов.

Параметр	Келлер-6	2-х ступенчатый
Производительность по сухой стружке, кг/ч	8 000	8 000
Диаметр камеры, мм	2400	2500
Скорость воздуха в верхней камере, м/с	0 ... 3	До 1,5
Скорость воздуха в нижней камере, м/с	-	>3,0
Толщина частиц из верхней камеры, мм	-	0,15 – 0,25
Толщина частиц из нижней камеры, мм	-	0,35 – 0,45
Диаметр ячеек сит, мм	1,8	2,0
Степень извлечения фракций из верхней камеры, %	-	30 – 40
Тоже из нижней камеры, %	-	40 – 50
Частота вращения ворошителя, 1/мин	10	18
Установленная мощность, кВт	57,7	175,5
Габаритные размеры, м	3,48 x 2,4 x 6,05	5,9 x 3,2 x 9,8

ПРИГОТОВЛЕНИЕ И ДОЗИРОВАНИЕ СВЯЗУЮЩЕГО

Оборудование для приготовления и дозирования связующего представляет собой комплексные установки для хранения, дозирования и смешивания компонентов клея. Насосы-дозаторы для клея имеют широкий диапазон регулирования, и для технолога важно правильно настроить дозирующие агрегаты (например, плунжерные насосы) на производительность, равную расходу клея в потоках наружных и внутреннего слоя. Техническая характеристика установок для приготовления связующего приведена в табл. 3.29.

Таблица 3.29 – Техническая характеристика установок для смешивания компонентов связующего

Марка установки	ДКС-1	ДКС-2
Производительность насосов-дозаторов, л/мин: для смолы для отвердителя	3...10 -	До 41 2,7
Вязкость по визкозиметру ВЗ-4, с, не более: смолы отвердителя	30 15	30 15
Рабочий диапазон регулирования хода плунжеров насоса, мм	-	12...60
Число двойных ходов плунжеров насосов в 1 мин (регулируется бесступенчато)	-	35...150
Мощность электродвигателей насосов, кВт	2,5	5,5
Габаритные размеры (длинаxширинаxвысота), мм	550x450x1260	1533x1400
Масса, т	0,285	0,9

Производительность насоса для подачи смолы (отдельно по внутреннему и наружным слоям), л/мин, может быть рассчитана по формулам:

$$P_{\text{вн}} = \frac{q_{\text{бвн}} \rho_{\text{см}}}{60}, \quad (3.37)$$

$$P_{нар} = \frac{q_{бнар} \rho_{см}}{60}; \quad (3.38)$$

где $q_{бвн}$, $q_{бнар}$ - расход смолы, соответственно для внутреннего и наружных слоёв, кг/час, принимается из табл. 3.5;

$\rho_{см}$ – плотность смолы, в среднем составляет 1,25 кг/литр.

ХРАНЕНИЕ ЗАПАСОВ ЩЕПЫ И СТРУЖКИ

Хранение запасов щепы и стружки производится в вертикальных бункерах, которые выполняют одновременно роль объёмных дозаторов сыпучего материала для последующих технологических операций. Бункеры устанавливают непосредственно перед:

- центробежными стружечными станками для щепы;
- перед сушильными агрегатами для сырой стружки. При разделенных потоках требуется установить отдельные бункеры для сырой стружки внутреннего и наружных слоев;
- перед смесителями для сухой стружки (отдельно по слоям).

Производительность бункеров следует оценивать по пропускной способности дозирующих устройств, например, винтовых конвейеров, в м³/час. Объём работ для бункера равен потребности в соответствующем компоненте, выраженном в м³ при данной влажности сырья.

Кроме расчета потребности в бункерах и степени их загрузки важно оценить период, в течение которого бункер способен обеспечить бесперебойную работу последующего оборудования при прекращении подачи в бункер материала, т.е. определить оперативное время. Такая ситуация часто возникает на предприятиях в связи с поломкой оборудования, настройкой машин, при перебоях в поставке сырья в выходные дни. Технические характеристики оборудования приведены в табл. 3.31 – 3.32.

Оперативное время работы бункеров для щепы, час, составит:

$$T_{он} = \frac{V_б K_{зан} K_{н.д.}}{q_4}; \quad (3.39)$$

где $V_б$ - объём бункера, насыпные м³;

$K_{зан}$ - коэффициент заполнения бункера, в среднем можно принять $K_{зан} = 0,95$;

q_4 – потребность в щепе, м³/час;

$K_{н.д.}$ - коэффициент полнодревесности щепы, в среднем можно принять $K_{н.д.} = 0,4$.

Оперативное время работы бункеров для стружки и пыли, час, составит:

$$T_{on} = \frac{V_6 K_{зан} \rho_{нас}}{q_i}; \quad (3.40)$$

где q_i - потребность в материале, кг/час. Для бункеров, предназначенных для сырой стружки – это $q_{звн}$ и $q_{знар}$, для бункеров, предназначенных для сухой стружки – $q_{2вн}$ и $q_{2нар}$. Принимаются из табл. 3.5;

$\rho_{нас}$ – насыпная плотность материала, кг/м³, принимается из табл. 3.30.

Таблица 3.30 - Насыпная плотность сыпучих материалов, кг/м³

Материал	Влажность, %	Порода древесины и её средняя базисная плотность, кг/м ³						
		Ель, пихта	Сосна	Лиственница	Осина, тополь	Береза	Бук	Дуб
		420	490	550	400	510	690	650
Опилки	50	185	215	235	180	260	290	275
Опилки	12	150	170	195	140	215	245	225
Стружка	30	100	115	125	90	135	155	150
Стружка	12	90	105	115	85	130	145	135

На многих предприятиях шлифовальную и производственную пыль собирают в специальный бункер для использования ее в наружных слоях плит или для дозированной выдачи пыли в топку энергетической установки, табл. 3.32.

По данным ВНИИДРЕВа насыпная плотность пыли при среднем размере частиц 200 мкм составляет 100 кг/м³, при размере частиц 40 мкм - 250 кг/м³. Объём шлифовальной пыли в пл. м³/час равен разности в объёмах нешлифованных и шлифованных плит.

Таблица 3.31 - Техническая характеристика бункера ДБО-80 для промежуточного хранения и объёмного дозирования щепы

Параметр	Значение	Параметр	Значение
Вместимость бункера, м ³	80	Установленная мощность, кВт	30
Производительность винтового конвейера, м ³ /час	До 120	Производительность резервного конвейера, м ³ /час	240
Насыпная плотность сырья, кг/м ³	80-300	Габаритные размеры бункера, м	7,6 x 6,25 x 11,8
Насыпная плотность сырья, кг/м ³	80-300	Внутренний диаметр корпуса, м	4,2
Влажность сырья, %	2-100	Масса, кг	18000

Таблица 3.32 - Техническая характеристика бункеров ДБО для буферного хранения и объёмного дозирования стружки и пыли

Параметры	ДБОС* - 60	ДБОП* - 60
Вместимость бункера, м ³	60	60
Число разгрузочных конвейеров, шт.	3	3
Производительность, м ³ /ч	5...240	5...60
Габаритные размеры (LxVxH), м:	8,24x6,27x11,75	8,24x6,27x11,75
Установленная мощность, кВт	39	25
Масса, кг	18450	18450

Примечание. * С – для стружки, П - для пыли

ДОЗИРОВАНИЕ СТРУЖКИ

Дозирование стружки перед смесителями должно быть весовым (по массе) с точностью не ниже 4...5% и объемным. Порционные весы должны настраиваться на массу отвешиваемой порции и продолжительность одного цикла. Сначала выполняют дозирование по массе, затем по объему.

Расчетное время цикла порционных весов, в секундах, определяется по формуле:

$$t_u = \frac{3600m}{q_i}; \quad (3.41)$$

где m - масса отвешиваемой порции, $m = 70...75$ кг;

q_i – потребность в сухой стружке соответствующего слоя кг/час. Для внутреннего слоя - $q_{2вн}$, для наружных слоев - $q_{2нар}$.

Так как весы имеют фиксированные значения продолжительности цикла, то из технической характеристики оборудования, табл. 3.33. следует выбрать фиксированную величину t_u , близкую к расчетной, а затем уточнить массу отвешиваемой порции, кг по формуле:

$$m = \frac{t_u q_i}{3600}; \quad (3.42)$$

В современных установках используют непрерывное автоматическое дозирование стружки и связующего перед их вводом в смеситель. Такая система настраивается не только на точное весовое дозирование стружки и клея, но и на соотношение этих показателей, табл. 3.34 – 3.35.

Таблица 3.33 – Техническая характеристика весов ОДК 4-200А

Масса отвешиваемой порции, кг	20...140
Вместимость ковша, м ³	0,69
Продолжительность цикла работы весов, с	15; 20; 30; 45; 60
Число тактов работы весов в 1 мин	1; 1,34; 2,3; 4
Точность соблюдения продолжительности цикла, %	2,5
Давление сжатого воздуха в пневмосистеме весов, МПа	0,36...0,44
Расход сжатого воздуха, м ³ /час	1,0

Таблица 3.34 – Техническая характеристика выравнивающего бункера-питателя

Производительность по количеству выдаваемой стружки, кг/час	до 8000
Вместимость камеры, м ³	18
Скорость движения данного конвейера (регулируется), м/мин	0,1...1,98
Установленная мощность двигателей, кВт	6,6
Габаритные размеры (длинахширинахвысота), м	6,23x2,9x2,476
Масса, т	6,88

Таблица 3.35 - Технические характеристики бункеров для дозированной подачи сухой стружки в смесители фирмы «Metso»

Тип	Число конвейеров, шт.	Производительность разгрузки, м ³ /час	Ширина разгрузки, мм	Ширина бункера, мм	Длина бункера, мм	Высота бункера, мм
SBW-R3-500	1	20	500	1400	4900	1700
SBW-R4-900	1	55	900	1800	5400	1700
SBW-R4-1600	1	100	1600	2500	5400	1900
SBW-R7-1600	2	130	1600	2640	7950	2360
SBW-R11-2000	2	330	2000	3040	9800	2560
SBW-R15-2000	2	330	2000	3040	11800	2560

СМЕШИВАНИЕ СТРУЖКИ СО СВЯЗУЮЩИМ

При смешивании стружки со связующим объем материала, проходящего через смеситель, равен объёму осмоленной стружки соответствующего слоя.

Потребность в высокооборотных смесителях (отдельно по каждому потоку) определяется по формуле:

$$n_6 = \frac{Q_{час}}{P_{час}}; \quad (3.43)$$

где $Q_{час}$ – часовая потребность в осмоленной стружке, кг, принимается из табл. 3.5.

Для наружных слоев – $q_{1нар}$, для внутреннего слоя – $q_{1вн}$;

$P_{час}$ - производительность смесителя, кг/час, принимается из технической характеристики станка, табл. 3.36 -3.37.

Таблица 3.36 - Технические характеристики высокооборотных смесителей Новозыбковского завода. Предназначены для смешивания стружки со связующим и другими химическими добавками в производстве стружечных плит.

Параметры	ДСМ-5	ДСМ-7
Производительность, т/час	1,8	2...16
Длина камеры, мм	2000	2500
Диаметр камеры, мм	500	600
Вместимость камеры, м ³	0,4	0,68
Частота вращения вала, 1/ мин	770; 980; 1220	875
Число лопастей	10	36
Число сопел распыления	24	12
Установленная мощность, кВт	40	55
Габаритные размеры, м	3,74 x 2,8 x 1,5	4,0 x 1,3 x 2,74
Масса, т	2,5	3,7

Таблица 3.37 - Технические характеристики смесителей стружки со связующим фирмы «Metso»

Тип	Размеры камеры, мм	Макс. мощность, кВт	Производительность, т/ч	Мощность охладителя, кВт
Для внутреннего слоя				
60CL/26	600x1200	55	4,0	85
70CL/35	700x3500	75	8,0	115
90CL/47	900x4700	110	18,0	165
100CL/59	1000x5900	160	29,0	240
110CL/65	1100x6500	200	39,0	300
Для наружного слоя				
35SL/14	350x1400	19	1,0	28
53SL/22	530x2200	37	4,0	56
70SL/29	700x2900	75	9,0	115
80SL/41	800x4100	110	17,0	165
90SL/47	900x4700	132	24,0	200
90SL/65	900x6500	160	34,0	240

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГЛАВНОГО КОНВЕЙЕРА

Технологический расчет главного конвейера заключается в определении его ритма и скорости формирующего конвейера. Ритм главного конвейера показывает время, в течение которого с конвейера сходит одна древесностружечная плита.

Для линий с прессами периодического действия ритм конвейера, с, определяется по формуле:

$$R_k = \frac{60 \cdot T_u}{n}; \quad (3.44)$$

где T_u - продолжительность цикла прессования в горячем прессе, мин, рассчитывается по формуле 3.2;

n - число этажей пресса.

Ритм конвейера, с, можно рассчитать также, исходя из годовой программы предприятия по следующей формуле:

$$R_k = \frac{3600 T_{эф} V_{пл} K_{ик}}{M}; \quad (3.45)$$

где $T_{эф}$ - годовой эффективный фонд времени работы оборудования, час;

$V_{пл}$ - объём обрезной плиты, м³;

$K_{ик}$ - коэффициент использования главного конвейера, $K_{ик} = 0,85$;

M - годовая программа предприятия, м³.

Скорость формирующего конвейера, м/мин, определяется по формуле:

$$U_{\text{фк}} = \frac{n \cdot l_k}{T_u}; \quad (3.46)$$

где l_k – расстояние между рассекателями при поддонном прессовании или длина пакета при бесподдонном прессовании, м.

Производительность линий, оснащенных проходными прессами, определяется скоростью подачи материала, которая должна быть постоянной на всем протяжении от формирующих машин до выхода горячей стружечной плиты из пресса.

Требуемая скорость подачи линии, м/мин, может быть определена по следующей формуле:

$$U = \frac{P_{\text{час}}}{60 \cdot b \cdot h \cdot \rho_{\text{пл}}}; \quad (3.47)$$

где b, h – ширина и толщина необрезной, нешлифованной плиты, м;

$\rho_{\text{пл}}$ – заданная плотность плиты, кг/м³;

$P_{\text{час}}$ – суммарная производительность всех формирующих машин (расход осмоленной стружки), кг/час.

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУЖЕЧНОГО КОВРА

Для трехслойных стружечных плит число формирующих машин обычно равно 4 (две - формируют наружные слои и еще две машины - внутренний слой). Для 5-слойных плит число машин увеличивается до 6, а в линии «Валмет» с годовой производительностью 250 тыс. м³ число формирующих машин составляет 12. В зависимости от требуемой производительности у формирующих машин настраивается требуемая масса на плечах весового механизма и число тактов срабатывания весов. Режим работы машины ДФ-6 приведен в табл. 3.38.

Таблица 3.38 - Режим работы формирующей машины ДФ-6

Параметры	Требуемая производительность, кг/мин				
	4-16	16-30	30-45	45-58	68-90
Число тактов весов в минуту	1-2	2-3	3-4	5-6	6-7
Масса отвешиваемой порции, кг	4-8	8-10	10-12	9-12	12-15
Скорость наклонного конвейера при заполнении, м/мин	1,2	4,8	9,6	18	36
Скорость наклонного конвейера при досыпке, м/мин	1,2	1,2	2,4	4,5	9,0
Толщина стружечного ковра на донном конвейере, мм	300-400	450-500	500-550	550-600	600-650

Масса отвешиваемой порции, кг, на каждой формирующей машине определяется по формуле:

$$m = \frac{60}{n} \frac{q_{1i}}{3600N_{фм}}; \quad (3.48)$$

где n – число тактов срабатывания весов в минуту, выбирается целое число из табл. 3.38;

q_{1i} – часовой расход осмоленной стружки для каждого слоя, кг. Для наружных слоев – $q_{1нар}$, для внутреннего слоя – $q_{1вн}$, принимаются из табл. 3.5;

$N_{фм}$ – число формирующих машин для конкретного слоя, шт.

Таблица 3.39 - Техническая характеристика формирующей машины ДФ-6.
Предназначена для формирования стружечного ковра на металлическом поддоне

Параметр	Значение
Производительность, кг/ч	240-5400
Рабочий объём бункера м ³	1,7
Ширина формируемого ковра, мм	1800, 1860
Скорость наклонного транспортера, м/мин	1,2 - 36
Толщина слоя материала на наклонном транспортере, мм	30- 55
Скорость донного транспортера, м/мин	0,032 - 1,6
Макс. толщина слоя на донном транспортере, мм	600
Габаритные размеры, м	3,46 x 3,37 x 3,10
Число электродвигателей, шт.	4
Установленная мощность, кВт	9,1
Масса, кг	5 375

Потребность в оборудовании на участке формирования стружечного ковра (отдельно по потокам) определяется по формуле:

$$n_7 = \frac{Q_{час}}{P_{час}}; \quad (3.49)$$

где $Q_{час}$ – часовая потребность в осмоленной стружке, кг, принимается из табл. 3.5.

Для наружных слоев – $q_{1нар}$, для внутреннего слоя – $q_{1вн}$;

$P_{час}$ – производительность формирующей машины, кг/час, принимается из технической характеристики станка, табл. 3.39.

КОНТРОЛЬ МАССЫ ПАКЕТА

Контроль массы пакета является важным этапом технологического процесса, и заключается в поддержании стабильной плотности, получаемой продукции.

Масса пакета должна быть выдержана с точностью не более $\pm 3\%$ от расчетной величины:

$$m = lbh\rho_{nl} \frac{100 + W_n}{100 + W_{nl}}; \quad (3.50)$$

где l, b – длина и ширина формируемого пакета, м;

h – толщина нешлифованной плиты, м;

W_n - влажность пакета (осмоленной стружки), можно принять в среднем 12%;

W_{nl} - влажность готовой плиты. $W_{nl} = 8\%$.

Время цикла взвешивания должно быть существенно меньше ритма главного конвейера. На практике время цикла составляет 3-5 с.

ХОЛОДНАЯ ПОДПРЕССОВКА

Производительность периодического холодного пресса для подпрессовки не требует расчета, так как его ритм работы должен быть на 2-3 секунды меньше ритма главного конвейера.

Скорость движения подвижного подпрессовочного пресса (с возвратно-поступательным движением) должна быть не менее, м/мин:

$$U = \frac{P_{час}}{60bh}; \quad (3.51)$$

где $P_{час}$ - часовая производительность холодного пресса, м³;

b, h – ширина и толщина обрезной нешлифованной плиты, м.

Таблица 3.40 - Технические характеристики прессов для подпрессовки стружечного ковра

Параметры	ПР-5М	Д-4045	Д-4046
Принцип действия	Позиционный	Шагающий	
Максимальное усилие пресса, кН	176	310	392
Размер плит пресса, мм	3700 x 2000	4000 x 1875	5700 x 1875
Высота рабочего промежутка, мм	400	250	250
Размер подпрессовываемого пакета, мм	3700 x 1850	3700 x 1880	3700 x 1880
Цикл работы пресса, с	24	29-120	23-88
Максимальное давление на пакет, МПа	2,45	4,0	3,9
Шаг горизонтального перемещения, мм	-	1740	-
Установленная мощность, кВт	267	37,2	-
Габаритные размеры, м	3,83 x 2,76 x 5,08	9,0 x 7,6 x 4,6	7,85x7,0x4,7
Масса пресса, т	70	195	155

Таблица 3.41 - Техническая характеристика подпрессовщика непрерывного действия фирмы Siempelkamp (тип MDF V5x800). Предназначен для предварительной подпрессовки стружечного или волокнистого ковра.

Параметр	Значение
Общая длина, мм	13 840
Рабочая ширина, мм	2 700
Допустимая максимальная высота ковра, мм	1 500
Раствор пресса, мм, не более	250
Длина секции деаэрации, мм	6 500
Количество пар уплотняющих роликов	5
Среднее линейное давление каждой пары уплотняющих роликов, Н/см	800
Полное давление, кН	1 080
Полная установленная мощность, кВт	90
Гидравлическая среда	масло
Рабочее давление в гидросистеме, бар	300
Установленная мощность, кВт	25

ГОРЯЧЕЕ ПРЕССОВАНИЕ

Горячий пресс загружен на 100% по условиям расчета, так как его годовая производительность равна программе предприятия, а часовая производительность равна часовой потребности в готовых плитах.

Необходимое давление в гидросистеме пресса, фиксируемое по манометру в МПа, должно составлять:

$$P = \frac{4 p_{yd} l b}{\pi d_{nl}^2 n_{nl} \eta}; \quad (3.52)$$

где p_{yd} - удельное давление прессования стружечных плит в горячем прессе, $p_{yd}=1,8 \dots 2,2$ МПа;

l, b - длина и ширина прессуемого пакета, мм. Обычно размеры пакета на 30...50 мм больше размеров чистообрезных плит;

d_{nl} - диаметр плунжера гидравлического пресса, мм;

n_{nl} - число плунжеров, шт. Принимается из технической характеристики пресса;

η - коэффициент полезного действия гидросистемы пресса, ориентировочно $\eta = 0,9$.

Таблица 3.42 - Технические характеристики горячих гидравлических многоэтажных прессов отечественного производства. Предназначены для горячего прессования древесностружечных и волокнистых плит

Параметры	ПР-6Б	Д 4743Б	Д 4744
Максимальное усилие пресса, кН	196	196	245
Максимальное давление на пакет, МПа	2,9	2,7	3,4
Формат плит пресса, мм	3700 x 2000	3700 x 2000	3800 x 2100
Толщина плит пресса, мм	120	140	140
Число рабочих промежутков	20	16	20

Продолжение таблицы 3.42

Параметры	ПР-6Б	Д 4743Б	Д 4744
Расстояние между плитами пресса, мм	85	110	120
Число рабочих цилиндров, шт.	6	6	6
Диаметр рабочих цилиндров, мм	480	500	-
Максимальное давление в гидросистеме, МПа	19,6	19,8	31,5
Скорость смыкания плит, мм/с	150	160	160
Рабочая жидкость	Масло индустриальное	Водная эмульсия	Минеральное масло
Установленная мощность, кВт	295	202,5	240
Высота над уровнем пола, мм	6550	10300	9500

Таблица 3.43 – Технические характеристики малоэтажных гидравлических прессов завода "Днепропресс".

Параметры	ДБ 0842	Д 0842	ДА 0844	Д 0844
Номинальное усилие пресса, кН	16000	16000	25000	25000
Размеры греющих плит, мм	2900 x 1500	2900 x 1500	3800 x 2100	3800 x 2100
Высота межплитного промежутка, мм	280	150	180	150
Количество рабочих промежутков, шт.	1	4	5	2
Наибольшая температура нагрева плит, °С	180	180	180	150
Перепад температуры на поверхности плиты, °С	+/- 5	+/- 5	+/- 5	+/- 5
Привод	Насосный безаккумуляторный			
Рабочая жидкость	Минеральное масло			
Рабочее давление жидкости, МПа	32	32	32	32
Высота пресса над уровнем пола, мм	2675	4690	5200	3100
Габариты пресса в плане, мм	9415 x 6400	15450 x 4040	18300 x 4900	8000 x 9400
Масса пресса, кг	45 000	95 000	175 500	12 000

ОХЛАЖДЕНИЕ ПЛИТ

Охлаждение плит выполняется в веерных охладителях сразу после горячего пресса с целью кондиционирования плит, т.е. приведения плит к температурно-влажностным условиям цеха и частичной рекуперации тепла.

Ритм работы охладителя должен быть не более ритма работы главного конвейера. Техническая характеристика приведена в табл. 3.44.

Таблица 3.44 – Техническая характеристика веерного охладителя фирмы «Зимпелькамп».

Параметр	Значение
Угол эффективного поворота, градус	180°
Общее количество карманов для плит по окружности	48
Эффективное количество карманов для плит	24
Загрузка охладителя	1 плита на карман
Длина кантователя, мм	2 000
Установленная мощность, кВт	5,0

ФОРМАТНАЯ ОБРЕЗКА ПЛИТ

Объём работ для форматно-обрезного станка равен часовой производительности головного оборудования. Ритм работы станка должен быть не более ритма работы главного конвейера.

Производительность 4-х пильного агрегата типа ДЦ-8, ДЦ-11, м³/час, определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = \frac{3600lbhK_p K_m}{t_{\text{ц}}}; \quad (3.53)$$

где l, b, h – размеры чистообрезной плиты, м;

K_m - коэффициент использования машинного времени, $K_m = 0,85$;

$t_{\text{ц}}$ – время цикла форматной обрезки одной плиты, с. Принимается из технической характеристики станка табл. 3.45 -3.46.

Таблица 3.45 - Технические характеристики пильных агрегатов фирмы «Siempelkamp». Предназначены для поперечного раскроя непрерывного стружечного (волокистого) ковра

Параметры	С косой балкой	ES-130	ES-190	ES-165
Ширина раскраиваемого ковра, мм	1880	1300	1900	2650
Высота расположения формирующей ленты, мм	1685	860	860	860
Длина хода каретки с пилой, мм	-	2000	2600	3300
Ширина удаляемой полосы, мм	10...12	200	200	200
Число пил	1	2	2	2
Диаметр пилы, мм	400	710	710	710
Частота вращения пил, 1/мин	-	800	800	800
Скорость перемещения каретки, м / с	0,46	-	-	-
Установленная мощность, кВт	3,0	3,5	3,5	3,5
Габаритные размеры, м	4,05 x 5,15	4,0 x 2,0	4,0 x 2,0	4,1 x 2,1
Масса, т	1,0	-	-	-

Таблица 3.46 - Технические характеристики форматно-обрезных станков.

Предназначены для обрезки стружечных плит по длине и ширине до стандартных размеров

Параметры	ДЦ-3М	ДЦ-8	ДЦ-11
Длина плит (после обрезки), мм	2000...3750	3500, 3660	3500 ... 3680
Ширина плит, мм	1200 ... 1800	1750, 1830	1750 ... 1850
Толщина плит, мм	10 ... 60	10 ... 25	10 ... 30
Число пил, шт.	4	4	4
Диаметр пил, мм	320	320	320
Частота вращения пил, 1/мин	2930	2930	2930
Скорость подачи, м/мин	-	6,7; 8,8; 10,2	11,8; 18,2
Минимальный ритм, с	25	25	14,7
Установленная мощность, кВт	19,0	27,2	27,2
Занимаемая площадь, м	9,0 x 7,15	11,2 x 5,67	-
Масса станка, т	6,5	9,8	-

ШЛИФОВАНИЕ И СОРТИРОВКА ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Производительность линии шлифования и сортирования стружечных плит определяется скоростью подачи плит в шлифовальный станок. Техническая характеристика приведена в табл. 3.47.

Скорость подачи плит может быть определена по формуле и должна быть не менее, м/мин;

$$U = \frac{P_{\text{час}}}{60K_p K_m b h}; \quad (3.54)$$

где $P_{\text{час}}$ - часовая производительность горячего пресса, м³;

k_p - коэффициент использования рабочего времени, $k_p = 0,85 \dots 0,9$;

k_m - коэффициент использования машинного времени, $k_m = 0,85$;

b, h - ширина и толщина готовой продукции, м.

Таблица 3.47 - Техническая характеристика широколенточных калибровально-шлифовальных станков

Параметр	С двумя шлифовальными агрегатами					
	ДКШ-1	«Бизон» (ФРГ), тип В М-2				
		130	160	190	220	260
Максимальная ширина шлифования, мм	1830	1300	1600	1900	2200	2600
Толщина шлифуемого материала, мм	3...200	3...200				
Максимальная толщина снимаемого слоя, мм	1,2	-				
Скорость подачи, м/мин	до 21	0...30				
Число шлифовальных лент, шт.	2	2				
Размеры шлифовальной ленты, м:						
ширина	1,92	1,35	1,65	1,95	2,25	2,65
длина (замкнутая)	2,62	1,81	3,81	3,81	3,81	3,81
Скорость шлифовальной ленты, м/с	25	-	-	26	26	26
Потребность в сжатом воздухе, м ³ /час	-	45				
Давление в пневмосистеме, Па 10 ⁵	6	5				
Установленная мощность, кВт	213,5	167	197	197	197	240
Габаритные размеры, мм						
длина	3170	3300	3300	3300	3300	3300
ширина	3700	2450	2750	3050	3350	3950
высота	2700	2700	2700	2700	2700	2700
Масса, т	19,2	26	29	33	36	41

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ЗАГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Расчеты оборудования для производства древесностружечных плит удобно представить в единой сводной таблице загрузки оборудования. В табл. 3.48 приведен пример заполнения этой таблицы, основанный на использовании только отечественного оборудования при производстве древесностружечных плит.

Таблица 3.48 - Сводная таблица загрузки оборудования

Операция	Оборудование	Производительность		Объем работ		Кол-во оборудования, п, шт.	Загрузка оборудования, %
		м ³ /ч	т/ч	м ³ /ч	т/ч		
Разделка по длине	ДЦ-10М	20,0		10,02		1	50
Раскальвание	КГ-8А	12,0		1,5		1	12,5
Получение щепы	МР2-20	20,0		9,88		1	49,4
Хранение запасов щепы	ДБО-80	120,0		9,88		1	8,2
Получение стружки внутреннего слоя	ДС-7А		7,0		6,173	1	88,2
Хранение запасов сырой стружки внутреннего слоя	ДБО-80	120,0		9,32		1	7,7
Получение стружки наружных слоев	ДС-8		3,25		6,203	2	95,0
Хранение запасов сырой стружки наружных слоев	ДБО-60	120,0		9,37		1	7,8
Сушка стружки внутреннего слоя	АКС-5		5,0		4,302	1	86,0
Сушка стружки наружных слоев	АКС-5		5,0		4,224	1	84,5
Хранение сухой стружки внутреннего слоя	ДБОС-60	120,0		7,78		1	6,5
Хранение запасов сухой стружки наружных слоев	ДБОС-60	120,0		7,92		1	6,6
Сортирование стружки внутреннего слоя	ДРС-4		10,0		4,302	1	43,0
Сортирование стружки наружных слоев	ДРС-4		10,0		4,224	1	42,2
Доизмельчение стружки наружных слоев	ДМ-8А		16,0		4,224	1	26,4
Приготовление клея для наружных слоев	ДКС-2		41 л/мин		22,75 л/мин	1	55,5
Приготовление клея внутреннего слоя	ДКС-2		41 л/мин		16,7 л/мин	1	40,7
Дозирование стружки внутреннего слоя	ОДК 4-200А Бункер-питатель		4,302		4,302	1	100
Дозирование стружки наружных слоев	ОДК 4-200А Бункер-питатель		4,224		4,224	1	100
Смешивание компонентов внутреннего слоя	ДСМ-7		16,0		5,105	1	31,9
Смешивание компонентов наружных слоев	ДСМ-7		16,0		4,224	1	26,4
Формирование внутреннего слоя ковра	ДФ-6		2,550		5,105	2	100
Формирование наружных слоев ковра	ДФ-6		2,112		4,224	2	100
Холодная подпрессовка	ПР-5	13,01		13,01		1	100
Горячее прессование	ПР-6М	11,33		11,33		1	100
Охлаждение плит	ДЛКО 100	11,33		11,33		1	100
Форматная обрезка	ДЦ-11	13,46		11,33		1	84,2
Шлифование плит	ДКШ-1	11,33		11,33		1	100

Примечания:

1. Показанная в этой главе методика расчетов может быть применена и к технологии производства волокнистых плит средней плотности (МДФ) при выборе соответствующего оборудования.

2. Приведенный пример расчетов не в полной мере отражает всю сложность реального технологического процесса. В нем не учтен ряд факторов, в частности, возврат шлифовальной пыли в бункер сухой стружки, потери древесины при ее сортировке и другие позиции по причине отсутствия необходимых справочных данных. Для конкретного производства необходимо иметь данные по всем параметрам имеющегося оборудования.

ГЛАВА 4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

4.1 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГОЛОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Часовая производительность, м^2 , многоэтажного пресса для производства твердых ДВП определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = \frac{60nlbK_{\text{пр}}}{T_{\text{ц}}}; \quad (4.1)$$

где n - число этажей пресса, принимается из технической характеристики пресса табл. 4.9 – 4.12;

l, b - длина и ширина обрезного листа ДВП, м;

$K_{\text{пр}}$ - коэффициент использования пресса, $K_{\text{пр}}=0,915$ – для плит мокрого способа производства, $K_{\text{пр}}=0,825$ - для плит сухого способа производства;

$T_{\text{ц}}$ - время цикла прессования, мин, определяется по формуле 4.2, или по табл. 4.1 - для плит сухого способа производства.

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{тц}} + T_{\text{всп}}; \quad (4.2)$$

где $T_{\text{тц}}$ - время теплового цикла, мин;

$T_{\text{всп}}$ – время вспомогательных операций, мин.

Таблица 4.1 - Продолжительность цикла прессования твердых и полутвердых ДВП сухого способа производства в 22-этажном прессе при температуре 220 °С

Толщина готовой плиты, мм	3,2	5	6	8	10	12
Общее время цикла, мин	3,3	5,0	5,73	7,12	8,54	10,0

Производственная мощность предприятия, кг (тоннах) по выпуску древесноволокнистых плит определяется по формуле:

$$M = P_{\text{час}} T_{\text{эф}} h \rho; \quad (4.3)$$

где $P_{\text{час}}$ – часовая производительность пресса, м^2 ;

$T_{\text{эф}}$ - годовой эффективный фонд времени работы пресса (сушилки), час;

h – толщина плиты, м;

ρ – плотность плиты, кг (т).

Для прессов:

$$T_{эф} = 304 \cdot 3 \cdot 8 = 7296 \text{ часов}$$

где 304 - число рабочих дней в году, 3 - число рабочих смен в сутки, 8 - продолжительность смены, час.

Для сушилок:

$$T_{эф} = 325 \cdot 3 \cdot 8 = 7800 \text{ часов}$$

где 325 - число рабочих дней в году, 3 - число рабочих смен в сутки, 8 - продолжительность смены, час.

Для проектных организаций в 80-х годах в СССР было введено понятие «эталонного предприятия» с головными агрегатами наибольшей производительности. Головными агрегатами были приняты:

- для заводов выпускающих твердые ДВП мокрого способа производства 30-этажный пресс ПНП 7400/30 с полным циклом прессования 10,32 мин и коэффициентом использования пресса 0,915;

- для заводов, выпускающих твердые ДВП сухим способом – 22-этажный пресс «Диффенбахер» с циклом прессования 3,3 мин и коэффициентом использования пресса 0,825.

- для заводов, выпускающих мягкие ДВП - 12-этажная роликовая сушилка «Дефибратор» с циклом работы 122 мин и коэффициентом использования 0,915.

Часовая производительность, m^2 , и мощность предприятия тыс.т, составит:

Для твердых древесноволокнистых плит мокрого способа производства.
Исходные данные к расчету: Пресс ПНП 7400/30; толщина плиты 3,2 мм; размеры обрезной плиты: длина 6,1 м, ширина - 2,14 м; плотность плиты 1 т/м^3 .

$$P_{\text{час}} = \frac{60 \cdot 30 \cdot 0,915 \cdot 6,1 \cdot 2,14}{10,32} = 2083 \text{ м}^2$$

$$M = 2083 \cdot 7296 \cdot 0,0032 \cdot 1 = 48632 \text{ т} = 48,632 \text{ тыс. т}$$

Для твердых древесноволокнистых плит сухого способа производства.
Исходные данные к расчету: пресс «Диффенбахер»; толщина плиты 3,2 мм; размеры обрезной плиты: длина 5,5 м, ширина - 1,83 м; плотность плиты 1 т/м^3 .

$$P_{\text{час}} = \frac{60 \cdot 22 \cdot 0,825 \cdot 5,5 \cdot 1,83}{3,3} = 3321 \text{ м}^2$$

$$M = 3321 \cdot 7296 \cdot 0,0032 \cdot 1 = 80000t = 80,0 \text{ тыс. т}$$

Для мягких древесноволокнистых плит.

Исходные данные к расчету: сушилка «Дефибратор»; толщина плиты 12 мм; размеры обрезной плиты: длина $54 \cdot 0,969 = 52,32$ м, ширина - 2,44 м; плотность плиты $0,25 \text{ т/м}^3$.

$$P_{\text{час}} = \frac{60 \cdot 12 \cdot 0,915 \cdot 52,32 \cdot 2,44}{122} = 690 \text{ м}^2$$

$$M = 690 \cdot 7800 \cdot 0,012 \cdot 0,25 = 16200t = 16,2 \text{ тыс. т}$$

4.2 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В МАТЕРИАЛАХ

В производстве древесноволокнистых плит определяют чистый расход древесного волокна, в составе готовых плит, а также отходы и потери на разных стадиях технологического процесса. Эти отходы и потери подразделяют:

а) технологические отходы (опилки и кусковые отходы при разделке сырья; отсев при сортировании щепы; волокно, уходящее со сточными водами; отходы при форматной обрезке плит);

б) технологические потери (пыль при рубке щепы, газообразные продукты при пропарке, горячем прессовании и термообработке, растворимые в воде вещества);

в) организационно-технические отходы (отбор проб для испытаний, отходы при отладке оборудования).

Чистый расход абсолютно сухого волокна, кг/м^2 готовой плиты определяют по формуле:

$$q_{\text{уд}} = S_n \rho_n \frac{100}{100 + W_n} \frac{100}{100 + K}; \quad (4.4)$$

где S_n – толщина плиты, м;

ρ_n – плотность плиты, кг/м^3 ;

W_n – влажность готовой плиты, в среднем $W_n = 8 \%$;

K – коэффициент удержания химических добавок, принимается при мокром способе производства $K = 0,7\%$.

Для твердых ДВП толщиной 3,2 мм и плотностью 1 т/м^3 получим:

$$q_{\text{уд}} = 0,0032 \cdot 1000 \frac{100}{100 + 8} \cdot \frac{100}{100 + 0,7} = 2,94 \text{ кг / м}^2 \quad (4.4)$$

Потребность в абсолютно сухом волокне, кг/ м², с учетом потерь составит:

$$q_6 = q_{y0} K_1 K_2 K_3 ; \quad (4.5)$$

где K_1 - коэффициент потерь при форматной резке плит, для твердых и полутвердых плит при наличии вторичной переработки – $K_1=1,029$; тоже при отсутствии вторичной переработки – $K_1=1,054$; для сверхтвердых плит – $K_1=1,068$; для мягких плит – $K_1=1,012$;

K_2 - коэффициент потерь на физико-механические испытания плит, $K_2=1,01$;

K_3 - коэффициент потерь волокна со сточными водами, для твердых плит из древесины хвойных пород – $K_3=1,016$; для твердых плит из древесины лиственных пород – $K_3=1,02$; для твердых плит из отходов лесозаготовок – $K_3=1,025$; для мягких плит – $K_3=1,012$.

Потребность в абсолютно сухой щепе, кг/м², определяется по формуле:

$$q_{щ} = q_6 K_4 ; \quad (4.6)$$

где K_4 - коэффициент потерь материала при сортировке щепы, из технологического сырья 1 сорта – $K_4=1,064$; тоже из 2 сорта – $K_4=1,087$; тоже из 3 сорта – $K_4=1,162$; из кусковых отходов лесопиления и деревообработки – $K_4=1,099$; из лесоматериалов от рубок ухода – $K_4=1,087$; из шпона-рванины – $K_4=1,250$; из сучьев – $K_4=1,428$; из дров – $K_4=1,205$.

Потребность в щепе на годовую программу предприятия, м³, составит:

$$Q_{щ} = \frac{q_{щ} M}{h \rho_w \rho_n} ; \quad (4.7)$$

где M – программа предприятия, т;

h – толщина плиты, м;

ρ_w - плотность древесины при данной влажности, кг/м³. Начальная влажность щепы принимается равной 80%;

ρ_n - плотность плиты, т/м³.

Добавка химических веществ при производстве твердых ДВП мокрым способом составляет (в % от массы абсолютно сухого волокна):

Парафин (гидрофобизатор) – 0,8...1,1

Серная кислота (осадитель) – 0,6...0,8

Фенолоформальдегидная смола (упрочняющая добавка) – 0,8...1,4

Точная дозировка зависит от марки плиты, породного состава сырья, режимов производства и других факторов. Увеличение доли хвойных пород ведет к снижению химических добавок, вплоть до отказа от упрочняющих добавок при доле хвойных пород не менее 70%. В качестве заменителей можно использовать гач вместо парафина, сернокислый глинозем (квасцы) вместо серной кислоты и альбуминовый клей вместо смолы СФЖ.

Часовой расход воды на приготовление волокнистой массы может быть определен по формуле:

$$q_{\text{воды}} = \frac{P_{\text{час}} q_{\text{в}}}{K} 100 \quad (4.8)$$

где K - концентрация волокнистой массы (обычно составляет не более 1%).

Для выполнения последующих расчетов целесообразно составить таблицу потребности в сырье и материалах, табл. 4.2. Пример расчета приведен для плиты толщиной 3,2 мм, плотность - 1 т/м³.

Таблица 4.2 - Потребность в сырье и материалах на производство твердой ДВП мокрого способа производства.

Материал	Потребность, час	Потребность, сутки	Потребность, год
Готовая продукция, м ²	2 083	49 992	15 197 568
м ³	6,66	159,84	48 591
кг	6 665	160 000	48 632 000
Волокно перед прессом, кг	7 025	168 597	51 253 743
Волокно с учетом потерь, кг	7 208	173 010	52 595 213
Вода, м ³	662,4	15 897	4 832 688
Парафин, кг (0,8%)	53,3	1 280	389 022
Серная кислота, кг (0,7%)	46,6	1 118	339 872
Смола СФЖ-3024, кг*	-	-	-
Щепа, м ³	10,9	261	79 534

Примечание. * - в примере используется только сырье хвойных пород и введение упрочняющей добавки не требуется.

4.3 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В ОБОРУДОВАНИИ

Необходимое число единиц оборудования для производства древесноволокнистых плит определяется так же, как и при производстве древесностружечных плит – отношением объема работ к производительности оборудования.

Производительность размольного оборудования, как правило, указывается в тоннах абсолютно сухого волокна в сутки. Скорость движения рабочей сетки на отливной машине определяется по формуле:

$$U = \frac{П_{\text{час}}}{bK_{\text{ход}} 60}; \quad (4.9)$$

где $П_{\text{час}}$ - производительность головного оборудования, м²/час;

b – ширина ковра после обрезки, м;

$K_{\text{ход}}$ – коэффициент холостого хода, $K_{\text{ход}} = 0,8 \dots 0,85$;

Производительность камеры термообработки, м²/час, определяется по формуле:

$$П_{\text{час}} = \frac{60lbn}{T_{\text{ц}}}; \quad (4.10)$$

где l, b – длина и ширина готовой плиты, м;

n – число одновременно загружаемых плит в камеру, шт. (обычно в камеру загружается одна 100-этажная этажерка);

$T_{\text{ц}}$ – время цикла термообработки, $T_{\text{ц}} = 3 \dots 6$ час.

Для повышения влажности плит после их термообработки можно применять камеры, по конструкции аналогичные камерам термообработки, но без системы нагрева воздуха, или увлажнительные машины, после которых плиты хранятся в плотных стопах для равномерного распределения влажности по толщине продукции.

Скорость подачи в увлажнительной машине должна быть не менее, м/мин:

$$U = \frac{П_{\text{час}}}{60K_p K_m b}; \quad (4.11)$$

где b – ширина готовой плиты, м;

K_p – коэффициент использования рабочего времени, $K_p = 0,94$;

K_m – коэффициент использования машинного времени, $K_m = 0,9$;

Расход воды на увлажнение плит, л/мин (без учета потерь) определяется по формуле:

$$q_{\text{увл}} = Ubh\rho_n \frac{W_n}{100} \quad (4.12)$$

где ρ_n - плотность плиты, кг/м³;

W_n – влажность готовой плиты, в среднем $W_n = 8 \%$;

b – ширина готовой плиты, м;

h – толщина готовой плиты, м.

Форматно-обрезная установка предназначена для окончательной обрезки и раскроя плит. Такая установка должна иметь скорость подачи не менее, чем скорость в увлажнительной машине.

На основании данных, полученных в ходе проведения расчетов, можно составить сводную таблицу по загрузке оборудования при производстве твердой ДВП, табл. 4.3.

Таблица 4.3 - Сводная таблица загрузки оборудования для производства твердой ДВП (пример расчета)

Операция	Оборудование	Производительность оборудования	Объём работ	Число станков, шт.	Загрузка оборудования, %
Размол щепы на волокно	Дефибратор RT-70 (ПНР)	60 т/сутки	173 т/сутки	3	96,1
Вторичный размол волокна	Рафинактор RP-70 (ПНР)	70 т/сутки	173 т /сутки	3	82,4
Формирование ковра	Отливная машина ХВ-2200	170 т/сутки	169 т/сутки	1	99,4
Прессование плит	Горячий пресс Диффенбахер	2083 м ² /ч	2083 м ² /час	1	100
Термообработка плит	Камера термообработки Н1-23	323,3 м ² /ч	2083 м ² /час	7	92,0
Кондиционирование плит	Увлажнительная машина	20 м/мин	15,6 м/мин	1	78
Раскрой плит	Пильная установка	20 м/мин	15,6 м/мин	1	78

Технические характеристики оборудования, применяемого при производстве древесноволокнистых плит, приведены в табл. 4.4-4.14. Частично при производстве ДВП может быть использовано оборудование, которое применяется и при производстве древесностружечных плит, технические характеристики этого оборудования приведены в главе 3.

Таблица 4.4 - Техническая характеристика станка DF-14 (Pallmann). Станок предназначен для получения волокнистого материала.

Параметр	Значение
Диаметр ротора, мм	1400
Число бил, шт.	60
Частота вращения ротора, 1/мин	850-1050
Производительность, т/ч	0,8-3,5
Мощность привода, кВт	250
Масса станка, кг	2900

Таблица 4.5 - Техническая характеристика мельниц МД завода ГОЗБО. Предназначены для получения древесного волокна

Параметры	МД-02-2	МД-14-2
Производительность*, т/сутки	10-35	20-65
Степень помола от 15-25 ШР ⁰	2-30	2-24
Диаметр размольной поверхности, мм	500	630
Установленная мощность, кВт	90-110	132-160
Частота вращения, 1/мин	750-1000	600-750
Масса мельницы общая, кг	3575	4450

Примечание. * При размоле волокнистого полуфабриката с расчетной влажностью 12%, концентрацией 20-25 г/л.

Таблица 4.6 - Техническая характеристика пульсационных машин МП завода ГОЗБО. Предназначены для выравнивания волокнистых полуфабрикатов.

Параметры	МП-00-1	МП-03-2	МП-04-1
Массовая производительность, т/сутки*	10-35	35-110	60-190
Степень роспуска, %	65-96	65-96	65-96
Макс. диаметр ротора, мм	190	375	400
Миним. давление массы на входе, МПа	0,05	0,05	0,05
Макс. давление массы на выходе, МПа	0,4	0,4	0,4
Установленная мощность, кВт	22	75	110
Частота вращения, 1/мин	3000	1500	1500
Габаритные размеры, м	1,66 x 0,41 x 0,58	2,25 x 0,61 x 0,825	2,53 x 0,86 x 0,856
Масса мельницы, кг	640	1930	2290

Таблица 4.7 - Техническая характеристика рафинаторных установок серии PR (Pallmann). Предназначены для получения волокна из предварительно прогретой щепы.

Тип установки	Диаметр диска, мм	Мощность привода, кВт	Диаметр шнека, мм	Объем пропарки, м ³	Производительность, т/час
PR 32	800	240-400	230	1,25	0,9 - 1,5
PR 36	900	540-900	345	1,75	2,0-3,5
PR 42	1070	1000-1750	345	2,50	4,0-7,0
PR 44	1120	1750-2500	345	2,50	7,0-9,5
PR 46	1170	2500-3150	345	3,50	9,5-12,0
PR 48	1220	3150-3750	410	4,50	12,0-15,0
PR 50	1270	3750-4500	410	5,50	15,0-18,0
PR 54	1370	4500-6000	410	6,50	18,0-24,0
PR 60	1525	6000-8000	460	7,50	24,0-32,0

Таблица 4.8 - Техническая характеристика подпрессовщика непрерывного действия фирмы «Siempelkamp» (тип MDF V5x800). Предназначен для предварительной подпрессовки стружечного или волокнистого ковра.

Параметр	Значение
Общая длина, мм	13 840
Рабочая ширина, мм	2 700
Допустимая максимальная высота ковра, мм	1 500
Раствор пресса, мм, не более	250
Длина секции деаэрации, мм	6 500
Количество пар уплотняющих роликов	5
Среднее линейное давление каждой пары уплотняющих роликов, Н/см	800
Полное давление, кН	1 080

Продолжение таблицы 4.8

Параметр	Значение
Полная установленная мощность, кВт	90
Гидравлическая среда	масло
Рабочее давление в гидросистеме, бар	300
Установленная мощность, кВт	25

Таблица 4.9 - Характеристики горячих гидравлических многоэтажных прессов отечественного производства. Предназначены для горячего прессования стружечных и волокнистых плит

Параметры	ПР-6Б	Д 4743Б	Д 4744
Максимальное усилие пресса, кН	196	196	245
Максимальное давление на пакет, МПа	2,9	2,7	3,4
Формат плит пресса, мм	3700 x 2000	3700 x 2000	3800 x 2100
Толщина плит пресса, мм	120	140	140
Число рабочих промежутков	20	16	20
Расстояние между плитами пресса, мм	85	110	120
Число рабочих цилиндров, шт.	6	6	6
Диаметр рабочих цилиндров, мм	480	500	-
Максимальное давление в гидросистеме, МПа	19,6	19,8	31,5
Скорость смыкания плит, мм/с	150	160	160
Рабочая жидкость	Масло индустриальное	Водная эмульсия	Минеральное масло
Установленная мощность, кВт	295	202,5	240
Высота над уровнем пола, мм	6550	10300	9500

Таблица 4.10 - Характеристики малоэтажных гидравлических прессов завода "Днепропресс". Предназначены для горячего прессования стружечных и других древесных плит.

Параметры	ДБ 0842	Д 0842	ДА 0844	Д 0844
Номинальное усилие пресса, кН	16000	16000	25000	25000
Размеры греющих плит, мм	2900 x 1500	2900 x 1500	3800 x 2100	3800 x 2100
Высота межплитного промежутка, мм	280	150	180	150
Количество рабочих промежутков, шт.	1	4	5	2
Наибольшая температура нагрева плит, °С	180	180	180	150
Перепад температуры на поверхности плиты, °С	+/- 5	+/- 5	+/- 5	+/- 5
Привод	Насосный безаккумуляторный			
Рабочая жидкость	Минеральное масло			
Рабочее давление жидкости, МПа	32	32	32	32
Высота пресса над уровнем пола, мм	2675	4690	5200	3100
Габариты пресса в плане, мм	9415 x 6400	15450 x 4040	18300 x 4900	8000 x 9400
Масса пресса, кг	45 000	95 000	175 500	12 000

Таблица 4.11 - Технические характеристики одно- и двухэтажных прессов завода Днепропресс. Предназначены для горячего прессования стружечных или волокнистых плит (сухого способа производства)

Параметры	Д 0850	ДА 0850
Номинальное усилие пресса, кН	100 000	100 000
Размеры греющих плит, мм	11 165x2 610	12 990x2 610
Высота межплитного промежутка, мм	300	300
Количество рабочих промежутков, шт.	1	2
Наибольшая температура греющих плит, °С	220	220
Рабочее давление жидкости, МПа	25	25
Привод пресса	Насосно-аккумуляторный	
Рабочая жидкость	Водная эмульсия	
Производительность для плиты толщиной 16 мм, м ³ /год	30 000	110 000
Высота пресса над уровнем пола, мм	6 600	8 400
Габариты в плане (без гидроагрегата), м	11,74 x 5,40	44, 8 x 8,2
Масса пресса, т	550	850
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	150	270

Таблица 4.12 - Техническая характеристика пресса ContiRoll (Зимпелькамп)

Параметр	Значение
Номинальная длина зоны прессования	10,5 м
Ширина прессования:	2 550 мм
Нагревательная среда	термомасло
Кол-во рамных блоков:	13
1-ая зона прессования с макс. давлением	450 Н/см ²
2-ая зона прессования с макс. давлением:	300 Н/см ²
Зона калибрования с макс. давлением	150 Н/см ²
Выходная зона пресса с 1 рамным блоком	
Толщина верхних и нижних греющих плит	60/100 мм
Диаметр стержня (ролика)	18 мм
Шаг	20 мм
Длина стальной ленты (2 шт.)	41 000 мм
Толщина номинальная	2,3 мм
Диаметр барабана с входной стороны (2 шт.):	1 860 мм
Диаметр барабана с выходной стороны (2 шт.)	2 250 мм
Температура потока в первичном контуре	280 °С + 10 °С
Температурный градиент между подачей и отводом первичного контура	мин. 30 К
Перепад давления между системами трубопроводов подачи и отвода	1,0 - 1,2 бар
Макс. допустимая температура греющих плит:	240 °С
Макс. допустимая температура слоя /пленки	≥ 340 °С
Гидравлическое рабочее давление	300 бар
Просвет пресса:	макс. 100 мм
Диапазон скорости подачи	20 - 550 мм/с
Полная установленная мощность	135 кВт

Таблица 4.13 - Технические характеристики пильных агрегатов фирмы Siempelkamp. Предназначены для поперечного раскроя непрерывного стружечного или волокнистого ковра.

Параметры	С косой балкой	ES-130	ES-190	ES-165
Ширина раскраиваемого ковра, мм	1880	1300	1900	2650
Высота расположения формирующей ленты, мм	1685	860	860	860
Длина хода каретки с пилой, мм	-	2000	2600	3300

Ширина удаляемой полосы, мм	10...12	200	200	200
-----------------------------	---------	-----	-----	-----

Продолжение таблицы 4.13

Параметры	С косой балкой	ES-130	ES-190	ES-165
Число пил	1	2	2	2
Диаметр пилы, мм	400	710	710	710
Частота вращения пил, 1/мин	-	800	800	800
Скорость перемещения каретки, м / с	0,46	-	-	-
Установленная мощность, кВт	3,0	3,5	3,5	3,5
Габаритные размеры, м	4,05 x 5,15	4,0 x 2,0	4,0 x 2,0	4,1 x 2,1
Масса, т	1,0	-	-	-

Таблица 4.14 - Характеристика веерного охладителя фирмы «Зимпелькамп». Предназначен для охлаждения древесных плит после горячего пресса

Параметр	Значение
Угол эффективного поворота:	180°
Общее кол-во карманов для плит по окружности	48
Эффективное кол-во карманов для плит	24
Загрузка охладителя	1 плита на карман
Длина кантователя	2 000 мм
Установленная мощность	5,0 кВт

ГЛАВА 5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЛЕЕНЫХ ЩИТОВ ИЗ МАССИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

5.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ ЦЕХА

Программа производства обычно определяется по производительности головного оборудования, под которым в цехах клееной продукции понимается клеильный пресс, как наиболее сложное и дорогостоящее оборудование, под которое подстраивается вся технологическая цепочка в цехе.

Производительность позиционного прессы зависит главным образом от цикла его работы и определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = \frac{60K_p l b h n}{T_{\text{ц}}}; \quad (5.1)$$

где l , b , h - чистовые размеры продукции, м (хотя из прессы выходят необрезные щиты, расчет выполняют с учетом чистовых размеров, так как программа цеха выражается в размерах товарной продукции);

n - число щитов в одной запрессовке, шт.;

K_p - коэффициент использования рабочего времени, $K_p = 0,94 \dots 0,95$;

$T_{\text{ц}}$ - время цикла одной запрессовки, мин.

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{скл}} + T_{\text{всп}}; \quad (5.2)$$

$T_{\text{скл}}$ - время склеивания, мин., зависит главным образом от вида клея и температуры плит прессы. Ориентировочно можно принять следующие значения: холодное склеивание карбамидными клеями – 4 часа; горячее склеивание карбамидными клеями – 5...10 мин; холодное склеивание ПВА- клеями - 15...30 мин; теплое склеивание ПВА-клеями - 5 мин; склеивание в поле ТВЧ – 1 мин.

$t_{\text{всп}}$ - время вспомогательных операций, мин, включает в себя время загрузки реек и время выгрузки щитов; время подъема и снятия давления. Зависит от уровня механизации работ: в автоматическом режиме - 2...4 мин, при ручной загрузке выгрузке 4...5 мин на один щит.

Для прессы проходного типа часовая производительность, м³, определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = 60 U l h K_p K_m; \quad (5.3)$$

где U - скорость подачи, м/мин;

l, h – длина и толщина щита, м;

K_p - коэффициент использования рабочего времени, $K_p = 0,94 \dots 0,95$;

K_m - коэффициент использования машинного времени (учитывает потери рабочего времени на настройку станка, межторцовые разрывы и пр.).

Годовая производительность прессы, m^3 , зависит от режима работы предприятия, т.е. сменности работы оборудования:

$$P_{год} = P_{час} T_{эф}; \quad (5.4)$$

где $T_{эф}$ - эффективный фонд времени работы оборудования в год, час. Можно принять при односменной работе - 2000 часов, при двухсменной - 4000 и трехсменной - 6000 часов.

5.2 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В ПИЛОМАТЕРИАЛАХ.

Наиболее простым и наглядным методом расчета потребности в пиломатериалах является *метод определения коэффициентов пооперационных потерь*. Он заключается в том, что потери древесины рассчитываются для каждой технологической операции, где происходит механическая обработка древесины, по припускам, закладываемым на последующую обработку.

ТОРЦЕВАНИЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ЗАДАННУЮ ДЛИНУ

Отходы на этой операции зависят от характеристик используемого сырья (пиломатериалов), таких как сорт, длина, размеры сечения, а также от кратности заготовок по длине и схемы раскроя. Поперечно - продольно - поперечная схема раскроя является оптимальной для продукции, склеиваемой из делянок. При этой схеме первичная торцовка ведется без вырезки дефектов, а задается только необходимая длина (или несколько длин).

Коэффициент выхода черновых заготовок из пиломатериалова определяется по формуле:

$$P_1 = \frac{\sum (l + \Delta l)_i n_i}{L_{cp}}; \quad (5.5)$$

где l - заданная длина щита, мм;

Δl - припуск по длине, мм, принимается по табл.5.1;

n - целое число заготовок (отрезков) по длине доски.

$$n = \frac{L_{cp} K_d}{(l + \Delta l)}; \quad (5.6)$$

где K_0 - коэффициент использования длины доски, учитывающий потери на пропилы и опилование торцев, $K_0 = 0,98$.

Таблица 5.1 - Припуски на обработку по длине дялянок дощатого щита

Длина щита, м	Ширина щита, мм	Припуск по длине, мм
До 800	До 300	20
	300 - 600	25
	600 - 800	30
801 - 1600	До 400	25
	Более 400	30
1601 - 2400	До 800	30
	Более 800	35

Предположим, предприятие выпускает щиты двух типоразмеров - 800 x 250 и 2000 x 600 мм. Следовательно, длина заготовок составит соответственно 820 и 2030 мм. При длине пиломатериала 6 м и заданных длинах заготовок 0,82 и 2,03 м можно выкроить:

$$n_1 = (6 \cdot 0,98) / 0,82 = 7,17 = 7 \text{ шт.};$$

$$n_2 = (6 \cdot 0,98) / 2,03 = 2,89 = 2 \text{ шт.}$$

Следовательно, при раскросе на короткие заготовки полезный выход составит $7 \cdot 0,82 / 6 = 0,956$, то есть потери составят 4,4%. При раскросе на длинные заготовки возможно выпиливание только двух заготовок с остатком 1,82 м, который распиливается на две короткие заготовки. Суммарный полезный выход составит:

$$P_1 = (2 \cdot 2,03 + 2 \cdot 0,82) / 6 = 0,95$$

ПРОДОЛЬНЫЙ РАСКРОЙ ЗАГОТОВОК. СТРОГАНИЕ ДЕЛЯНОК

Выбор схемы получения дялянок зависит от толщины пиломатериала, рис. 5.1.

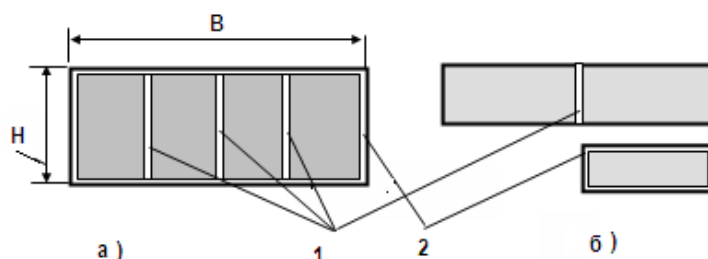


Рисунок 5.1 - Схемы получения чистовых заготовок (дялянок) из черновых заготовок: а) для толстых досок; б) для тонких досок; 1 - пропилы; 2 - припуски на фрезерование; Н, В – толщина и ширина пиломатериала.

Размеры дялянок при известных размерах поперечного сечения пиломатериала можно рассчитать по формулам:

при раскрое по схеме (а)

$$b = H - \Delta h, \quad (5.7)$$

$$h = \frac{B - \Delta b - (n - 1) \cdot \theta}{n}; \quad (5.8)$$

при раскрое по схеме (б)

$$b = \frac{B - (n - 1)\theta}{n} - \Delta b, \quad (5.9)$$

$$h = H - \Delta h; \quad (5.10)$$

где B, H - ширина и толщина доски, мм;

b, h - ширина и толщина деланки, мм;

n - число деланок, получаемых из доски с учетом кратности;

θ - ширина пропила, мм;

$\Delta b, \Delta h$ - припуски на двухстороннее фрезерование, соответственно по ширине и толщине заготовки, мм, принимается по табл. 5.2, 5.3.

При отдельных операциях продольного раскроя и фрезерования коэффициент выхода нестроганных деланок из черновых заготовок P_2 составит:

$$P_2 = \frac{B - (n - 1)\theta}{B}; \quad (5.11)$$

Коэффициент выхода фрезерованных деланок из нестроганных определяется по формуле:

$$P_3 = \frac{bh}{(b + \Delta b)(h + \Delta h)}; \quad (5.12)$$

При работе с толстыми досками ($H > 40$ мм) операции фрезерования и продольного раскроя совмещаются в одном станке (например, четырехстороннем продольно-фрезерном станке), поэтому формулу можно записать следующим образом:

$$P_2 P_3 = \frac{nbh}{BH}; \quad (5.13)$$

Таблица 5.2 - Припуски на двухстороннее фрезерование по ширине деталей без предварительного фугования (ГОСТ 7307-75), мм

Порода древесины	Номинальная толщина деталей					
	до 30			31-95		
	Номинальная ширина деталей					
	до 55	56-95	96-195	до 55	56-95	96-195
Припуски без непрофрезерования						
Сосна, ель, пихта, кедр	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	5,5
Лиственница	4,5	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0
Твердолиственные	4,5	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0
Мягколиственные	4,5	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0
Припуски при частичном непрофрезеровании одной из сторон						
Сосна, ель, пихта, кедр	3,0	3,5	4,0	3,5	4,0	4,5
Лиственница	3,5	4,0	4,5	4,0	4,5	5,0
Твердолиственные	3,5	4,0	4,5	4,0	4,5	5,0
Мягколиственные	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5

Таблица 5.3 - Припуски на двухстороннее фрезерование по толщине деталей без предварительного фугования (ГОСТ 7307-75), мм

Порода древесины	Номинальная толщина деталей					
	до 30			31-95		
	Номинальная ширина деталей					
	до 55	56-95	96-195	до 55	56-95	96-195
Припуски без непрофрезерования						
Сосна, ель, пихта, кедр	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5
Лиственница	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0
Твердолиственные	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0
Мягколиственные	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	5,5
Припуски при частичном непрофрезеровании одной из сторон						
Сосна, ель, пихта, кедр	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5
Лиственница	3,5	3,5	4,0	4,0	4,5	5,0
Твердолиственные	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5
Мягколиственные	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5

Например, для пиломатериалов сечением 50x125 мм, порода – сосна, при толщине пропила 3 мм и числе деленок по ширине доски $n = 5$ получаем:

$$b = 50 - 5,5 = 44,5 \text{ мм};$$

$$h = [(125 - 5,5 - (5 - 1) \cdot 3] / 5 = 21,5 \text{ мм};$$

$$P_2 P_3 = (5 \cdot 44,5 \cdot 21,5) / (125 \cdot 50) = 0,765$$

В данном случае, потери древесины на этой операции составят:

$$100(1 - 0,765) = 23,5\%.$$

Таблицы 5.2 и 5.3 не отражают всех условий производства. В частности, они не учитывают длину заготовки и характер ее предыдущей обработки. Поэтому фактически минимально допустимые припуски целесообразно находить опытным путем, а расчеты вести с точностью 0,1 мм.

ОТБРАКОВКА И ТОРЦОВКА РЕЕК

Потери древесины на этом участке не могут быть подсчитаны аналитически, так как зависят от качества (сорта) пиломатериалов, в данном случае - от наличия пороков в рейках. В практике технологических расчетов приняты следующие ориентировочные значения выхода заготовок из пиломатериалов, табл. 5.4.

Таблица 5.4 - Полезный выход заготовок из пиломатериалов

Материал	Сорт	Полезный выход, %
Пиломатериалы необрезные хвойных пород	I	80
	II	67
	III	50
	IV	40
Пиломатериалы необрезные твердых лиственных пород	I	65
	II	55
	III	35
Пиломатериалы необрезные из березы	I - III	42
Пиломатериалы обрезные хвойных пород	I - IV	67

Для хвойных обрезных пиломатериалов можно считать, что полезный выход составляет 67%, отпад составит примерно 1/3 пиломатериала и представляет собой кусковые отходы, частично пригодные для переработки на попутную продукцию.

Коэффициент потерь древесины на этой операции составит:

$$P_4 = 0,67$$

СКЛЕИВАНИЕ ЩИТОВ

На данном участке не происходит механической обработки древесины, однако возможны потери, например, из-за брака в работе; необходимости настройки и пробного склеивания щитов; по организационным причинам. По данным предприятий можно принять потери в 1% .

Таким образом, коэффициент потерь на этом участке составит:

$$P_5 = 0,99$$

ПОСЛЕПРЕССОВАЯ ОБРАБОТКА ЩИТОВ

Щит, вышедший из пресса, требует обработки непосредственно по длине - опиливание, по ширине - фрезерование или опиливание и по толщине - двухстороннее калибрование с последующим шлифованием. Соответствующие припуски указаны в табл. 5.5.

Припуск по ширине может быть сведен к минимуму за счет приклеивания последней рейки малой ширины, дополняющей щит до размера, близкого к заданному.

Коэффициент выхода нешлифованных обрезных щитов из необрезных определяется по формуле:

$$P_6 = \frac{(l - \Delta l)(b_{щ} - \Delta b)}{nbl}; \quad (5.14)$$

где l - длина делянки (с припуском по длине), мм;

$b_{щ}$ - ширина щита после пресса, мм. Определяется умножением числа делянок на ширину делянки;

n - число делянок шириной b в щите;

Δl , Δb - припуски на обработку щитов по длине и ширине, табл.5.5.

Например, требуется изготовить клееный щит размером 2000x400x20 мм (чистовые размеры). Количество делянок в щите 10, ширина делянки 44,5 мм.

$$P_6 = \frac{(2030 - 30)(10 \cdot 44,5 - 16 - 29)}{10 \cdot 44,5 \cdot 2030} = 0,89$$

где 30 – припуск по длине, мм;

16 – припуск на опиливание щита с двух сторон, мм;

29 – отходы (рейки), получаемые при опиливании, мм.

Коэффициент выхода шлифованных щитов из нешлифованных составит:

$$P_7 = \frac{h - \Delta h}{h}; \quad (5.15)$$

где h - толщина делянки, мм;

Δh - припуск по толщине, мм, принимается по табл.5.5.

Полезный выход щитов из пиломатериалов определяется по формуле:

$$P_{общ} = P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6; \quad (5.16)$$

Обратная величина называется расходным коэффициентом, который показывает расход пиломатериалов на 1 м³ готовой продукции:

$$K_{расх} = \frac{1}{P_{общ}}; \quad (5.17)$$

Для обрезных хвойных пиломатериалов эта величина колеблется в пределах 2,5...3,0 м³/м³, а для необрезных тонких досок может достигать до 4... 4,5 м³/м³.

По расходному коэффициенту находится потребность в сухих пиломатериалах на программу выпуска продукции:

$$Q_{лм} = MK_{расх}; \quad (5.18)$$

где M – программа выпуска продукции, м³.

Таблица 5.5 - Припуски на послепрессовую обработку щитов (ГОСТ 7307-75), мм

Размеры щита			Припуски по				
Толщина	Длина	Ширина	толщине при ширине		ширине при условии		длине (опиливание)
			делянок, мм		опиливания	фрезерования	
			20-60	61-120			
До 30	До 800	до 300	1,5	1,5	10	3	20
		301-600	1,5	2,0	12	4	24
		601-800	2,0	2,0	12	4	30
	801-1601	до 400	1,5	2,0	12	4	25
		401-800	2,0	2,0	14	5	30
		801-1200	2,0	2,5	14	5	30
	1601-2400	до 400	2,0	2,0	14	5	30
		401-800	2,0	2,5	16	6	30
		801-1200	2,5	2,5	16	6	35
31-95	До 800	до 300	1,5	1,5	12	4	20
		301-600	2,0	2,0	14	4	25
		601-800	2,0	2,5	14	5	30
	801-1600	до 400	2,0	2,0	14	5	25
		401-800	2,0	2,5	16	5	30
		801-1200	2,5	3	18	6	35
	1601-2400	до 400	2,5	2,5	16	5	30
		401-800	2,5	3,0	18	6	35
		801-1200	3,0	3,0	18	6	35

Всю цепочку технологических расчетов можно вести и в обратном направлении, исходя из требуемых размеров щитов и выбирая оптимальные размеры заготовок и пиломатериалов.

5.3 РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ.

При известном объеме перерабатываемых пиломатериалов можно определить конкретный объем вторичного сырья, образующегося на каждой технологической операции. Это удобно представить в виде табл. 5.6. Здесь Q_i - объем отходов в пл. м³. Наиболее эффективными путями повышения полезного выхода продукции являются использование автоматических линий торцевания, уменьшение толщины пропила (например, с помощью ленточных пил для продольного раскроя заготовок), тщательное соблюдение режимов сушки пиломатериалов.

Таблица 5.5 - Пооперационные потери древесины в производстве клееных щитов

Операция	Отходы	Расчетная формула
Торцовка досок	Кусковые	$Q_1 = Q_{nm} (1-P_1)$
Продольный раскрой	Опилки	$Q_2 = Q_{nm} P_1 (1-P_2)$
Фрезерование	Стружка	$Q_3 = Q_{nm} P_1 P_2 (1-P_3)$
Торцовка и отбраковка реек	Кусковые	$Q_4 = Q_{nm} P_1 P_2 P_3 (1-P_4)$
Прессование	Кусковые (отбраковка)	$Q_5 = Q_{nm} P_1 P_2 P_3 P_4 (1-P_5)$
Форматная обрезка	Кусковые и опилки	$Q_6 = Q_{nm} P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 (1-P_6)$
Шлифование	Шлифовальная пыль	$Q_7 = Q_{nm} P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6 (1-P_7)$

5.4 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В ОБОРУДОВАНИИ

Потребность в оборудовании рассчитывается аналогично методике, изложенной в главе 1.

Число станков можно определить по формуле:

$$n = \frac{Q_{\text{час}}}{P_{\text{час}}}; \quad (5.19)$$

где $Q_{\text{час}}$ - часовой объем работ, приходящийся на данный станок, м³;

$P_{\text{час}}$ - часовая производительность станка, принимается из характеристики оборудования или определяется расчетным путем, м³.

$$Q_{\text{час}} = \frac{M}{T_{\text{эф}}}; \quad (5.20)$$

где M - программа предприятия; обычно принимается равной годовой производительности головного оборудования, м³;

$T_{эф}$ - эффективный фонд времени работы оборудования, зависящий от сменности работы предприятия. Для столярно-мебельных предприятий принимают 2080 часов при односменной работе и 4160 часов - при двухсменной.

Производительность торцовочного станка на участке раскроя пиломатериалов на заготовки, м³/час, определяется по формуле:

$$P_{час} = \frac{3600 K_p}{T_{ц} n} l b h; \quad (5.21)$$

где K_p - коэффициент использования рабочего времени, $K_p = 0,94$;
 l, b, h - размеры заготовки, м;
 n - число резов, приходящихся на одну заготовку, $n = 1, 2 \dots 1,5$;
 $T_{ц}$ - время цикла, с.

$$T_{ц} = \frac{60}{N_p}; \quad (5.22)$$

где N_p - число резов в минуту, $N_p = 8 \dots 12$.

Объём работ для данного станка следует принять равным часовой потребности в заготовках, м³/час:

$$Q_{час} = Q_{нм} - Q_I; \quad (5.23)$$

где $Q_{нм}$ - объёма пиломатериалов, м³;
 Q_I - объём отходов, получаемый при торцовке досок, м³.

Оборудование для торцевания реек (делянок) рассчитывается аналогично. За объём работ принимается часовая потребность в чистовых рейках (делянках), идущих на склеивание.

Производительность станков проходного типа, м³/час, определяется по формулам 5.24-5.25.

для прирезных, продольно-фрезерных, калибровально-шлифовальных станков:

$$P_{час} = 60 K_p K_m U b h n, \quad (5.24)$$

для форматно-обрезных станков:

$$P_{час} = 60 K_p K_m U h l n, \quad (5.25)$$

где K_p , K_m - коэффициенты использования рабочего и машинного времени, принимаются по табл. 5.6;

U - скорость подачи, м/мин, принимается по технической характеристике станка;

l , b , h - размеры материала, м, выходящего из станка;

n - число одновременно обрабатываемых заготовок, шт. Например, число реек (делянок) получаемых из одной заготовки при продольном фрезеровании, в нашем случае $n=5$.

Таблица 5.6 - Коэффициенты использования рабочего и машинного времени и скорость подачи основного оборудования

Станок	K_p	K_m	U , м/мин
Круглопильный прирезной	0,9...0,93	0,9	20...40
4- сторонний продольно-фрезерный	0,8...0,9	0,9	10...30
Форматно-обрезной	0,9	0,6...0,9	4...10
Круглопильный с ручной подачей	0,85...0,9	0,6...0,7	4... 6
Шлифовальный	0,8...0,9	0,75...0,9	8...12

Скорость подачи для конкретного станка выбирается с учетом характеристик оборудования и требуемого качества обработки. Не следует стремиться использовать максимальные скорости подачи, так как это отрицательно скажется на качестве обработки поверхности. Обычно проходные станки имеют более высокую производительность, чем позиционные, и форсировать их работу не требуется.

После выполнения всех расчетов необходимо составить сводную таблицу по загрузке оборудования, табл. 5.7.

Таблица 5.7 – Сводная таблица

Операция	Марка станка	Производительность оборудования, м ³ /час	Объем работ, м ³ /час	Количество, п, шт.	Загрузка оборудования, %
Поперечный раскрой					
Продольный раскрой					
Продольное фрезерование					
Сортирование и отбраковка реек					
Нанесение клея					
Формирование пакета и склеивание щитов					
и т.д.					

Последовательность операций будет зависеть от принятой схемы технологического процесса. Технические характеристики оборудования приведены в табл. 5.8 – 5.13.

Таблица 5.8 – Характеристики линий оптимизированного раскроя пиломатериалов фирмы «Димтер» (ФРГ). Назначение: раскрой пиломатериалов на заготовки в автоматическом режиме по меткам оператора

Параметр	Opticut S 75	Opticut 100	Opticut 204
Максимальная длина материала, м	До 4,5 (6,3)	3,3 (6,3)	3,3 (6,3)
Минимальная начальная длина, м	-	0,4	0,4
Длина после раскроя, мм	min 50	-	130
Размеры поперечного сечения, мм	10x20 ... 160x240	15x40 ... 100x300	12x30 ... 80x150
Точность позиционирования, мм	± 0,5	± 0,5	-
Максимальная скорость подачи, м/мин	60	90	-
Время цикла пиления, с	-	2,0	0,6
Диаметр пилы, мм	-	500	500
Мощность пиления, кВт	7,5	3,7	-
Установленная мощность, кВт	9,7	5,7	-
Производительность, м/смену	-	5000	8000...12000

Таблица 5.9 – Характеристика клеенаносящего станка КВ-2-3

Назначение: нанесение клея на деланки

Параметр	Значение
Длина вальца, мм	200
Диаметр вальца, мм	200
Толщина заготовки, мм	20...100
Скорость подачи, м/мин	6,1; 10,0
Вязкость клея, с по ВЗ-4	60
Установленная мощность, кВт	0,25
Габаритные размеры, м	2,6 x 0,55 x 1,19
Масса, кг	310

Таблица 5.10 – Характеристика вертикального пресса ПВС-3. Назначение: склеивание реечных щитов холодным способом

Параметр	Значение
Длина заготовок, мм	800...3000
Ширина заготовок, мм	25...150
Толщина заготовок, мм	25...50
Длина клееных брусьев, сходящих с пресса, мм	800...3000
Макс. суммарное усилие прессования, кН	70
Число гидроцилиндров прессования, шт.	6
Габаритные размеры, мм	4,10 x 1,60 x 2,40
Масса, кг	2400

Таблица 5.11 – Технические параметры установок для склеивания. Назначение: склеивание реек по ширине для получения клееных щитов

Параметр	УСШ-2,5 ВЧ	ПС-1
Размеры клееной продукции, мм:		
длина минимальная	500	-
длина максимальная	Неограничена	2600
ширина максимальная	1000	Неограничена
толщина	10...63	15...90

Продолжение таблицы 5.11

Параметр	УСШ-2,5 ВЧ	ПС-1
Скорость подачи, м/мин	18,0	-
Производительность, м ³ /ч	2,0	-
Система нагрева	Генератор ТВЧ	Термомасло
Мощность нагревателей, кВт	-	36
Установленная мощность, кВт	60	44
Размеры (L x B x H),м	18,05x4,47x 2,53	4,59 x 4,27 x 1,9
Масса, кг	8 840	7000

Таблица 5.12 – Техническая характеристика установки Profipress (Dimter, ФРГ).
Назначение: склеивание реечных щитов

Параметр	Значение
Ширина реек, мм	30 ... 150
Толщина готовой плиты, мм	11...60
Длина плиты, м	0,3...5,5
Ширина плиты	Неограничена
Температура нагрева плит, °С	
Теплая вода	80
Горячая вода	120
Термомасло	150
Мощность генератора ТВЧ, кВт	15 - 120

Таблица 5.13 – Характеристика ротационного прессы BHS (ФРГ). Назначение: получение клееного строительного бруса

Параметр	Значение
Длина клееного бруса, м	3...16
Ширина клееной продукции, мм	245...625
Толщина бруса, мм	120...300
Ширина приёмного отверстия, мм	680
Глубина укладки, мм	300
Число рабочих зон прессования	8
Число гидроцилиндров на одной позиции, шт.	16
Время перехода на новую позицию прессования, с	30
Усилие на одном цилиндре, кН	10
Диаметр поршня, мм	100
Ход поршня, мм	450
Диаметр гладкого штока, мм	60
Макс. давление прессования, МПа	1,0
Ширина прижимных пластин, мм	350
Расстояние между цилиндрами, мм	500
Макс. давление прессования, МПа	1,0

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волынский В.Н. Технология клееных материалов: Учебное пособие для вузов. (2-е изд., исправленное и дополненное). Архангельск: Изд-во АГТУ, 2003.- 280 с.
2. Волынский В.Н. Технология стружечных и волокнистых древесных плит. Таллин, 2005. – 180 с.
3. Волынский В.Н. Каталог деревообрабатывающего оборудования. (3-е издание, исправленное и дополненное). М., Изд-во «АСУ-Импульс», 2003. – 380 с.
4. РД 3 – 2000. Производство фанеры. Техничко-технологические материалы. –СПб.: ЦНИИФ, 2001. – 204 с.
5. Васечкин Ю.В. и др. Справочное пособие по производству фанеры. – М.: МГУЛ, 2002. – 247 с.
6. Справочник по производству фанеры/ Веселов А.А., Галюк Л.Г., Доронин Ю.Г. и др.: под ред. канд. техн. наук Н.В. Качалина. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 432 с.
7. Симонов А.С., Воронов В.А. Производство и сортировка лущеного и строганного шпона: Учеб. для ПТУ. – М.: Высш. шк., 1989. -240 с.
8. Отлев И.А., Штейнберг И.Б., Отлева Л.С. и др. Справочник по производству древесно-стружечных плит. -2-е изд. перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 384 с.
9. ГОСТ 10632-89 (СТ.СЭВ 5779-87) Плиты древесно-стружечные Технические условия. – Взамен ГОСТ 10632-77; Введ. 01.01.90 – М.: Изд-во стандартов, 1989. -14 с.
10. Бирюков В.И., Лацавер М.С., Мерсов Е.Д. и др. Справочник по древесноволокнистым плитам. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 184 с.
11. Лукаш А.А. Технология клееных материалов и плит: Учеб. пособие по выполнению курсового проекта и технологической части дипломного проекта. Брянск: БГИТА, 2006. – 77 с.