

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«Ухтинский государственный технический университет»**  
**(УГТУ)**  
Индустриальный институт (СПО)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ**

**Специальность 35.02.03 Технология деревообработки**

**Ухта**

**2022**

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«Ухтинский государственный технический университет»**  
**(УГТУ)**

**Индустриальный институт (СПО)**

**ПМ 01**  
**МДК 01.01**  
**Лесопильное производство**

Методические указания

Ухта  
УГТУ  
2022

					УГТУ.60/05.35.02.03 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

Пример выполнения дипломного проекта  
РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Исходные данные для расчета

Таблица 2.1 Исходные данные

d, см	37	30	24	17	32	16	24	38	29	40
D, см	43	36	30	23	38	22	30	44	35	46
L, м	5	6	4	6	7	5	8	8	4	5
Количество,шт	471	432	603	826	518	806	226	378	220	791

2.2 Режим работы цеха

Режим работы цеха следует принимать в расчетах при пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями, количество смен – две.

Для расчета производительности цеха необходимо определить количество рабочих дней в году по формуле

$$D_p = 365 - (D_v + D_{пр} + D_{рем}) , \text{ дней} , \quad (2.1)$$

где  $D_v$  – количество выходных дней;

$D_{пр}$  – количество праздничных дней;

$D_{рем}$  – простои станка на ремонт (10 - 15 дней).

$$D_p = 365 - (105 + 13 + 10) = 237 \text{ дней} .$$

2.2 Вычисление сбега, коэффициент сбега и объема деловой древесины.

Характерной особенностью формы бревна является уменьшение диаметра от комля к вершине.

Сбег – это характерная особенность формы бревна, которая является уменьшением диаметра от комля к вершине.

Средний сбег – это изменение диаметра на единице длины бревна. Он определяется по формуле:

$$C = \frac{D-d}{L}, \text{ см/м} \quad (2.2)$$

					$C_1 = \frac{43-37}{5,0} = 1,20 \text{ см/м}$ $C_6 = \frac{22-16}{5,0} = 1,20 \text{ см/м}$ <b>УТВ. 30.05.2023</b>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.					Технологическая часть			Лит.	Лист	Листов
Руководитель									10	
Реценз.										
Н. Контр.										
Утверд.										

$$C_2 = \frac{36-30}{6,0} = 1,00 \text{ см/м}$$

$$C_7 = \frac{30-24}{8,0} = 0,75 \text{ см/м}$$

$$C_3 = \frac{30-24}{4,0} = 1,50 \text{ см/м}$$

$$C_8 = \frac{44-38}{8,0} = 0,75 \text{ см/м}$$

$$C_4 = \frac{23-17}{6,0} = 1,00 \text{ см/м}$$

$$C_9 = \frac{35-29}{4,0} = 1,50 \text{ см/м}$$

$$C_5 = \frac{38-32}{7,0} = 0,86 \text{ см/м}$$

$$C_{10} = \frac{46-40}{5,0} = 1,20 \text{ см/м}$$

где С – средний сбег, см/м;

D – диаметр бревна в нижнем торце, см;

d – диаметр бревна в верхнем торце, см;

L – длина бревна,

Отметим, что определение сбega в зависимости от диаметра в верхнем торце больше подходит для точных расчетов в лесопильном производстве. Для укрупненных расчетов можно принимать  $c = 1$  см/м.

Коэффициент сбega влияет на объем бревна и на использование древесины при его распиливании. Он вычисляется по формуле:

$$K = \frac{D}{d}, \quad (2.3)$$

$$K_1 = \frac{43}{37} = 1,16$$

$$K_6 = \frac{22}{16} = 1,38$$

$$K_2 = \frac{36}{30} = 1,20$$

$$K_7 = \frac{30}{24} = 1,25$$

$$K_3 = \frac{30}{24} = 1,25$$

$$K_8 = \frac{44}{38} = 1,16$$

$$K_4 = \frac{23}{17} = 1,35$$

$$K_9 = \frac{35}{29} = 1,21$$

### 2.3 Составление спецификации сырья

Спецификация сырья – важнейший документ, характеризующий работу предприятия. Спецификацию составляют на 1000 м<sup>3</sup>, на годовую программу, а также по данным лесопильного предприятия или по графикам для различных районов страны. Её сводят в таблицу:

Спецификация на сырьё представлена на 1000 м<sup>3</sup> представлена в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Спецификация сырья на 1000 м<sup>3</sup>

Диаметр бревна, см	Длина бревна, м	Объем одного бревна, м <sup>3</sup>	% от общего количества бревен	На 1000 м <sup>3</sup>	
				в м <sup>3</sup>	в шт.
37	5,0	0,575	8,94	89,4	471

30	6,0	0,455	8,20	82,0	432
24	4,0	0,206	11,44	114,4	603
17	6,0	0,155	15,67	156,7	826
32	7,0	0,596	9,83	98,3	518
16	5,0	0,118	15,29	152,9	806
24	8,0	0,387	4,29	42,9	226
38	8,0	0,945	7,17	71,7	378
29	4,0	0,294	4,17	41,7	220
40	5,0	0,669	15,0	150	791
Итого:			100%	1000	5271

Коэффициент сбега влияет на объем бревна и на использование древесины при его распиливании. В зависимости от места вырезки из ствола бревна могут иметь форму, которая напоминает цилиндр, усеченный параболоид вращения, усеченный конус или нейлоид. Наибольшее количество бревен напоминают форму усеченного параболоида вращения или усеченного конуса.

Объем усеченного параболоида вращения определяют по формуле

$$V_{\Pi} = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{D^2 \cdot d^2}{2} \right) \cdot l, \text{ м}^3 \quad (2.4)$$

$$V_{\Pi 1} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{43^2 \cdot 37^2}{2} \right) \cdot 5,0 = 0,994 \text{ м}^3$$

$$V_{\Pi 6} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{22^2 \cdot 16^2}{2} \right) \cdot 5,0 = 0,240 \text{ м}^3$$

$$V_{\Pi 2} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{36^2 \cdot 30^2}{2} \right) \cdot 6,0 = 0,822 \text{ м}^3$$

$$V_{\Pi 7} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{30^2 \cdot 24^2}{2} \right) \cdot 8,0 = 0,746 \text{ м}^3$$

$$V_{\Pi 3} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{30^2 \cdot 24^2}{2} \right) \cdot 4,0 = 0,373 \text{ м}^3$$

$$V_{\Pi 8} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{44^2 \cdot 38^2}{2} \right) \cdot 8,0 = 1,669 \text{ м}^3$$

$$V_{\Pi 4} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{23^2 \cdot 17^2}{2} \right) \cdot 6,0 = 0,317 \text{ м}^3$$

$$V_{\Pi 9} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{35^2 \cdot 29^2}{2} \right) \cdot 4,0 = 0,517 \text{ м}^3$$

$$V_{\Pi 5} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{38^2 \cdot 32^2}{2} \right) \cdot 7,0 = 1,075 \text{ м}^3$$

$$V_{\Pi 10} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{46^2 \cdot 40^2}{2} \right) \cdot 5,0 = 1,145 \text{ м}^3$$

$V_{\Pi}$  – объем параболоида вращения.

Объем усеченного конуса по формуле

$$V_{\kappa} = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{D^2 + D \cdot d + d^2}{2} \right) \cdot l, \text{ м}^3 \quad (2.5)$$

$$V_{\kappa 1} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{43^2 + 43 \cdot 37 + 37^2}{2} \right) \cdot 5,0 = 0,270 \text{ м}^3$$

$$V_{\kappa 6} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{22^2 + 22 \cdot 16 + 16^2}{2} \right) \cdot 5,0 = 0,065 \text{ м}^3$$

$$V_{к2} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{36^2 + 36 \cdot 30 + 30^2}{2} \right) \cdot 6,0 = 0,219 \text{ м}^3$$

$$V_{к7} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{30^2 + 30 \cdot 24 + 24^2}{2} \right) \cdot 8,0 = 0,197 \text{ м}^3$$

$$V_{к3} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{30^2 + 30 \cdot 24 + 24^2}{2} \right) \cdot 4,0 = 0,099 \text{ м}^3$$

$$V_{к8} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{44^2 + 44 \cdot 38 + 38^2}{2} \right) \cdot 8,0 = 0,456 \text{ м}^3$$

$$V_{к4} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{23^2 + 23 \cdot 17 + 17^2}{2} \right) \cdot 6,0 = 0,085 \text{ м}^3$$

$$V_{к9} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{35^2 + 35 \cdot 29 + 29^2}{2} \right) \cdot 4,0 = 0,137 \text{ м}^3$$

$$V_{к5} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{38^2 + 32 \cdot 38 + 32^2}{2} \right) \cdot 7,0 = 0,287 \text{ м}^3$$

$$V_{к10} = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{46^2 + 46 \cdot 40 + 40^2}{2} \right) \cdot 5,0 = 0,315 \text{ м}^3$$

где  $V_k$  – объем конуса

Относительное увеличение объема параболоида в сравнении с объемом конуса можно определить по формуле:

$$P = \frac{V_{\Pi} - V_k}{V_{\Pi}} \cdot 100\% \quad (2.6)$$

$$P_1 = \frac{0,994 - 0,270}{0,994} \cdot 100\% = 0,728\%$$

$$P_6 = \frac{0,240 - 0,065}{0,240} \cdot 100\% = 0,731\%$$

$$P_2 = \frac{0,822 - 0,219}{0,822} \cdot 100\% = 0,734\%$$

$$P_7 = \frac{0,746 - 0,197}{0,746} \cdot 100\% = 0,736\%$$

$$P_3 = \frac{0,373 - 0,099}{0,373} \cdot 100\% = 0,736\%$$

$$P_8 = \frac{1,669 - 0,456}{1,669} \cdot 100\% = 0,727\%$$

$$P_4 = \frac{0,317 - 0,085}{0,317} \cdot 100\% = 0,733\%$$

$$P_9 = \frac{0,517 - 0,137}{0,517} \cdot 100\% = 0,735\%$$

$$P_5 = \frac{1,075 - 0,287}{1,075} \cdot 100\% = 0,733\%$$

$$P_{10} = \frac{1,145 - 0,315}{1,145} \cdot 100\% = 0,724\%$$

где  $P$  – относительное увеличение объема.

В результате расчетов установлено, что различие объемов  $P$  небольшое и составляет в среднем 0,35 – 1,12% в зависимости от сбega бревен. Например, для бревен с коэффициентом сбega  $K = 1,35$   $P = 1,12\%$ . Поэтому в практической деятельности объем бревна определяют по его вершинному диаметру и длине, пользуясь стандартизированными таблицами объемов.

Таблица 2.3. Стандартизированная таблица объемов бревен.

Диаметр бревна	Длина бревна, м				
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
14	0,073	0,084	0,097	0,110	0,123
16	0,095	0,110	0,124	0,140	0,155
18	0,12	0,138	0,156	0,175	0,194
20	0,147	0,170	0,190	0,210	0,230

22	0,173	0,200	0,230	0,250	0,280
24	0,210	0,240	0,270	0,300	0,330
26	0,250	0,280	0,320	0,350	0,390
28	0,290	0,330	0,370	0,410	0,450
30	0,330	0,380	0,420	0,470	0,520
32	0,380	0,430	0,480	0,530	0,590
34	0,430	0,490	0,540	0,600	0,660
36	0,480	0,540	0,600	0,670	0,740

Продолжение таблицы 2.3

38	0,530	0,600	0,670	0,740	0,820
40	0,580	0,660	0,740	0,820	0,900

#### 2.4 Оценка использования древесины по объему.

Для оценки количества деловой древесины мы разбиваем объем бревна на две зоны:

1.  $V_{ц}$  – центральная зона бревна, которая должна быть равна вписанному в бревно цилиндру составляем равно вершинному диаметру

2.  $V_{сб}$  – равную отставшую боковой зоне

Таким образом:

$$V_{б} = V_{ц} + V_{сб}, \text{ м}^3 \quad (2.7)$$

$$V_{б1} = 0,537 + 0,038 = 0,575 \text{ м}^3$$

$$V_{б6} = 0,100 + 0,018 = 0,118 \text{ м}^3$$

$$V_{б2} = 0,424 + 0,031 = 0,455 \text{ м}^3$$

$$V_{б7} = 0,363 + 0,025 = 0,387 \text{ м}^3$$

$$V_{б3} = 0,181 + 0,025 = 0,206 \text{ м}^3$$

$$V_{б8} = 0,907 + 0,039 = 0,945 \text{ м}^3$$

$$V_{б4} = 0,136 + 0,019 = 0,155 \text{ м}^3$$

$$V_{б9} = 0,264 + 0,030 = 0,294 \text{ м}^3$$

$$V_{б5} = 0,563 + 0,033 = 0,596 \text{ м}^3$$

$$V_{б10} = 0,628 + 0,041 = 0,669 \text{ м}^3$$

Объем центральной зоны бревна находится по формуле

$$V_{ц} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l, \text{ м}^3 \quad (2.8)$$

$$V_{ц1} = \frac{3,14 \cdot 37^2}{4} \cdot 5,0 = 0,537 \text{ м}^3$$

$$V_{ц6} = \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} \cdot 5,0 = 0,100 \text{ м}^3$$

$$V_{ц2} = \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} \cdot 6,0 = 0,424 \text{ м}^3$$

$$V_{ц7} = \frac{3,14 \cdot 24^2}{4} \cdot 8,0 = 0,362 \text{ м}^3$$

$$V_{ц3} = \frac{3,14 \cdot 24^2}{4} \cdot 4,0 = 0,181 \text{ м}^3$$

$$V_{ц8} = \frac{3,14 \cdot 38^2}{4} \cdot 8,0 = 0,907 \text{ м}^3$$

$$V_{ц4} = \frac{3,14 \cdot 17^2}{4} \cdot 6,0 = 0,136 \text{ м}^3$$

$$V_{ц9} = \frac{3,14 \cdot 29^2}{4} \cdot 4,0 = 0,264 \text{ м}^3$$

$$V_{ц5} = \frac{3,14 \cdot 32^2}{4} \cdot 7,0 = 0,563 \text{ м}^3$$

$$V_{ц10} = \frac{3,14 \cdot 40^2}{4} \cdot 5,0 = 0,628 \text{ м}^3$$

Объем боковой зоны находится по формуле

$$V_{сб} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l \cdot \left( \frac{K^2 - 1}{2} \right), \text{ м}^3 \quad (2.9)$$

$$V_{сб1} = \frac{3,14 \cdot 37^2}{4} \cdot 5,0 \cdot \left( \frac{1,16^2 - 1}{2} \right) = 0,038 \text{ м}^3$$

$$V_{сб6} = \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} \cdot 5,0 \cdot \left( \frac{1,38^2 - 1}{2} \right) = 0,018 \text{ м}^3$$

$$V_{сб2} = \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} \cdot 6,0 \cdot \left( \frac{1,20^2 - 1}{2} \right) = 0,031 \text{ м}^3$$

$$V_{сб7} = \frac{3,14 \cdot 24^2}{4} \cdot 8,0 \cdot \left( \frac{1,25^2 - 1}{2} \right) = 0,025 \text{ м}^3$$

$$V_{сб3} = \frac{3,14 \cdot 24^2}{4} \cdot 4,0 \cdot \left( \frac{1,25^2 - 1}{2} \right) = 0,025 \text{ м}^3$$

$$V_{сб8} = \frac{3,14 \cdot 38^2}{4} \cdot 8,0 \cdot \left( \frac{1,16^2 - 1}{2} \right) = 0,039 \text{ м}^3$$

$$V_{сб4} = \frac{3,14 \cdot 17^2}{4} \cdot 6,0 \cdot \left( \frac{1,35^2 - 1}{2} \right) = 0,019 \text{ м}^3$$

$$V_{сб9} = \frac{3,14 \cdot 29^2}{4} \cdot 4,0 \cdot \left( \frac{1,21^2 - 1}{2} \right) = 0,030 \text{ м}^3$$

$$V_{сб5} = \frac{3,14 \cdot 32^2}{4} \cdot 7,0 \cdot \left( \frac{1,19^2 - 1}{2} \right) = 0,033 \text{ м}^3$$

$$V_{сб10} = \frac{3,14 \cdot 40^2}{4} \cdot 5,0 \cdot \left( \frac{1,15^2 - 1}{2} \right) = 0,041 \text{ м}^3$$

Объем сбеговой зоны зависит от коэффициента сбega и разницы между верхними и нижними диаметрами. Величина зоны сбega дает нам представление о количестве деловой древесины и сорте. Под действующим российским стандартом выделяются 3 сорта.

Результатом расчетов должен являться расхождением Р от 0,35 до 3%, кроме того необходимо сравнивать рассчитанные показатели со стандартами.

По данной таблицы выполняется сравнение между расчетными данными и стандартом.

Таблица 2.4 Стандартизация таблица объем бревен.

V <sub>ст</sub>	0,600	0,520	0,210	0,194	0,590	0,124	0,330	0,820	0,290	0,740
V <sub>к</sub>	0,270	0,219	0,099	0,085	0,287	0,065	0,197	0,456	0,137	0,315
V <sub>п</sub>	0,994	0,822	0,373	0,317	1,075	0,240	0,746	1,669	0,517	1,145
V <sub>б</sub>	0,575	0,455	0,206	0,155	0,596	0,118	0,387	0,945	0,294	0,669

V<sub>ст</sub> выбирается из таблицы 2.3, остальные графы заполняются по результатам расчетов.



Для расчета склада сырья и эффективного выбора оборудования необходимо вычислить средний объем, он определяется по формуле

$$V_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m V_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}; \text{ м}^3 \quad (2.10)$$

$$V_{cp} = \frac{(0,575 \cdot 471) + (0,455 \cdot 432) + (0,206 \cdot 603) + (0,155 \cdot 826) + (0,596 \cdot 518)}{471 + 432 + 603 + 826 + 518} + \\ + \frac{(0,118 \cdot 806) + (0,387 \cdot 226) + (0,945 \cdot 378) + (0,294 \cdot 220) + (0,669 \cdot 791)}{806 + 226 + 378 + 220 + 791} = 0,410 \text{ м}^3$$

где  $n_i$ - количество бревен для каждого объема,

$V_i$ - объем бревна  $i$  –диаметр.

По таблице 2.4 выбирается расчетный объем наиболее близкий к стандартам и принимается за  $V_i$

Аналогичным образом вычисляется среднюю длину:

$$L_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m L_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}, \text{ м} \quad (2.11)$$

$$L_{cp} = \frac{(5,0 \cdot 471) + (6,0 \cdot 432) + (4,0 \cdot 603) + (6,0 \cdot 826)}{471 + 432 + 603 + 826 + 518} + \\ + \frac{(7,0 \cdot 518) + (5,0 \cdot 806) + (8,0 \cdot 226) + (8,0 \cdot 378) + (4,0 \cdot 220) + (5,0 \cdot 791)}{+806 + 226 + 378 + 220 + 791} = 5,623 \text{ м}$$

$$d_{cp} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m d_i^2 \cdot n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}}; \text{ см} \quad (2.12)$$

$$d_{cp} = \frac{(37^2 \cdot 471) + (30^2 \cdot 432) + (24^2 \cdot 603) + (17^2 \cdot 826) + (32^2 \cdot 518)}{471 + 432 + 603 + 826 + 518} + \\ + \frac{(16^2 \cdot 806) + (24^2 \cdot 226) + (38^2 \cdot 378) + (29^2 \cdot 220) + (40^2 \cdot 791)}{+806 + 226 + 378 + 220 + 791} = 28,7 \text{ см}$$

## 2.5 Расчет склада сырья

Для размещения одного  $\text{м}^3$  бревен на воде не обходимо высчитать следящую площадь

$$\omega = \frac{d_{cp} + D_{cp}}{2q_{cp}}; \text{ м}^2 \quad (2.13)$$

где  $q$  – средняя объем бревна

$$\omega_{cp} = \frac{0,287 + 0,347}{2 \cdot 0,410} = 0,772 \text{ м}^2$$

Для того чтобы произвести расчет склада сырья необходимо знать годовой объем на предприятие берется из задние согласно варианту. Размеры, форма и расчет емкости штабеля. Высота передних стенки штабеля не должна превышать 14 метров. Размер колеблется от 8 до 10 м. Длина штабеля примеряется равный 80 и более метра.

Передние и задние стенки штабелей придают различную форму в зависимости от способа разгрузки:

1. Прямоугольная-такую форму штабелей придают при разгрузки крана и элеватор.
2. Укладка штабелей с наклоном головной части - такую укладку штабеля используют при разгрузки лебедками.
3. Трапециевидная - используется при разгрузки лебедки.
4. С уклоном верхней части-такой вид штабеля используются при разгрузки элеватора.
5. С наклоном верхом и головной части.
6. Вертикальными или наклонными торцевыми стенками и уклона вверх к середине длине используется при разгрузки кабель крана или канатными установками.

Порядок выполнения работы.

Приемка выгрузка и штабелёвка осуществляется в навигационный период. Из этого следует, что вся древесина выгружается и штабелируется только в этот период. Для начала необходимо определить объем выгрузки.

$$Q_{\text{см}} = \frac{Q_{\text{год}}}{n \cdot m}; \text{ м}^3 \quad (2.14)$$

где  $Q_{\text{год}}$  – годовой объем распиловки

$n$  – число дней навигаций (180)

$m$  – число смен ( 2 смены )

$$Q_{\text{год}} = 70000 \div (180 \cdot 2) = 194,4 \text{ м}^3$$

Определяем объем сырья подлежащий хранению на складе.

$$Q_{\text{хр}} = Q_{\text{год}} - Q_{\text{рас}} \quad (2.15)$$

где,  $Q_{\text{рас}}$  – расходы

$$Q_{\text{хр}} = 70000 - 21000 = 49000 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{рас}} = \Pi \cdot n \cdot m \cdot E; \text{ м}^3 \quad (2.16)$$

где  $\Pi$  – производительность потоков

$n$  – число рабочих дней в году за вычетом навигационного периода (100 м<sup>3</sup>)

$E$  – 1

$$Q_{\text{рас}} = 70 \cdot 150 \cdot 2 \cdot 1 = 21000 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{год}}}{n_2}, \text{ м}^3 \quad (2.17)$$

где  $n_2$  – хранение 2 дня на воде

$n_3 = 3$

$$Q_{\text{сут}} = \frac{70000}{150} = 466,67 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{хр на воде}} = 466,67 \cdot 3 = 1400 \text{ м}^3$$

Расчет штабеля пиловочного сырья

$$A = V \cdot K_{\text{шт}}; \text{ м}^3 \quad (2.18)$$

где  $K_{\text{шт}} = 0,6$ ,

$K_{\text{шт}}$  – коэффициент заполнения штабеля

$$A = 3373,71 \cdot 0,6 = 2024,22 \text{ м}^3$$

Габаритный объем штабеля вычисляется по формуле

$$V = L \cdot b \cdot h; \text{ м}^3 \quad (2.19)$$

где  $K_{\text{шт}}$  – коэффициент заполнения штабеля

$$V = 5,623 \cdot 100 \cdot 6 = 3373,71 \text{ м}^3$$

Определяем площадь для хранения древесины.

Количество штабелей на складе:

$$n = \frac{Q_{\text{хр}}}{A} = \frac{49000}{2024,22} = 24,20 = 25 \text{ шт.}$$

Площадь хранения древесины:

$$F = \frac{0,01 \cdot \frac{d_{\text{ср}} \cdot D_{\text{ср}}}{2} \cdot L_{\text{ср}} \cdot Q_{\text{хр.вод}}}{q_{\text{ср}} \cdot n}, \text{ га} \quad (2.20)$$

где,  $Q_{\text{хр.на воде}}$  – древесина, подлежащая на хранению на воде.

Определяем площадь склада

$$S = \frac{Q_{\text{хр}}}{h \cdot K_{\text{шт}} \cdot K_{\text{пл}}}; \text{ м}^2 \quad (2.21)$$

где,  $K_{\text{пл}}$  – коэффициент использования площади склада от 0,6 до 0,7

$$S = \frac{49000}{6 \cdot 0,6 \cdot 0,8} = 17013,89 \text{ м}^2$$

Рассчитываем S бассейна

Площадь бассейна будет, зависит от количество сырья находящиеся в бассейне

$$P = E \cdot T \cdot h; \text{ м}^3 \quad (2.22)$$

где E – количество эффективных рам в цеху. Применяются 2 эффективные рамы.

T – время оттаивание древесины в часах. (3,5 ч)

$$\alpha = \frac{Q_{\text{год}}}{n_4 \cdot m \cdot K} \text{ м}^3/\text{сек} \quad (2.23)$$

$$\alpha = \frac{70000}{280 \cdot 2 \cdot 8} = 15,62 \text{ м}^3/\text{сек}$$

$$P = 2 \cdot 3,5 \cdot 6 = 42 \text{ м}^3$$

Определяем площадь дворики

Площадь дворика определяется

$$F_{\text{дв}} = 1,3 \cdot \phi \cdot P; \text{ м}^2 \quad (2.24)$$

$$F_{\text{дв}} = 1,3 \cdot 483,58 \cdot 42 = 26403,52$$

Полезная площадь бассейна

$$F_n = 1,45 \cdot F_{\text{дв}} = 1,45 \cdot 26403,52 = 38285,106 \text{ м}^2 \quad (2.25)$$

Расчет полной площади бассейна

$$F_6 = \frac{F_n}{0,75}; \text{ м}^2 \quad (2.26)$$

$$F_6 = \frac{38285,106}{0,75} = 51046,80 \text{ м}^2$$

Расчет производительности оборудования складов

А) Разгрузка бревен про помощи бревна и досок

$$П_{см} = \frac{T \cdot V \cdot q \cdot K_m \cdot K_p}{L_{cp}}; \text{ м}^3 \quad (2.27)$$

где  $T$  – время смены в мин (480 мин)

$V$  – скорость цепи

$K_p$  – коэффициент использованного рабочего времени

$K_m$  – коэффициент заполнения штабеля(0,7)

$$П_{см} = \frac{480 \cdot 30 \cdot 0,030 \cdot 0,7 \cdot 0,7}{5,623} = 37,93 \text{ м}^3$$

Б) Применение крана для выгрузки сырья

$$П_{см} = \frac{T \cdot V \cdot q \cdot K_m \cdot K_p}{s}; \text{ м}^3 \quad (2.28)$$

где  $S$  – Расстояние, на которое можно опустить крюк = 4 м

$$П_{см} = \frac{480 \cdot 30 \cdot 0,030 \cdot 0,7 \cdot 0,7}{4} = 55,00 \text{ м}^3$$

В)

Производительность лебедок на выгрузки сырья

$$П_{см} = \frac{Q \cdot T \cdot K_p \cdot K_z}{L_{cp}}; \text{ м}^3$$

(2.29)

где



$Q$  – Объем выгружаемых бревен зависящий от тягового усилия лебедки (15 м<sup>3</sup>)

$K_z$  – Коэффициент использования грузоподъёмности

лебедки (0, 8)

$$П_{см} = \frac{15 \cdot 480 \cdot 0,7 \cdot 0,8}{5,623} = 608,28 \text{ м}^3$$

При выгрузке применяются козловые, мостокабельные и башенные краны. Их производительности определяется аналогичным способом и будет зависеть от грузоподъёмности. Принимается одна лебедка.

## 2.6 Расчет поставов

Постав – схема раскроя отдельного бревна или группы бревен на пиломатериалы требуемых размеров, пока называющая порядок и место пропила, толщину, а иногда и ширину получаемых пиломатериалов. Имеется также понятие «постав пил», под которым подразумевается набор пил, устанавливаемых в многопильных станках (вертикальных лесопильных рамах, круглопильных станках) на определенном расстоянии одна от другой с целью получения из бревен брусьев и досок определенных размеров. Расстояние между пилами задается размерами межпильных прокладок.

Расчет поставов выполняется графическим методом. Данные расчета заносятся в ведомость поставов.

Распиловка вразвал производится для  $d$  меньше 34, все что больше-с брусковкой.

1) Распиловка вразвал:  $d_1=30$  см,  $l_1=6$  м,  $q_1=0,575$  м<sup>3</sup>,  $n_1=432$  шт.

По таблице 1 приложения 1 выбираем оптимальное количество досок в поставе (8 досок) и составляем схему постава. После этого определяем толщину досок по графикам Н. А. Батина (Рисунок 1 приложения 1). Сначала устанавливаем номер графика, по которому будем определять толщину досок по формуле.

$$N_1=4$$

$$N_2=3$$

$$N_3=2$$

$$N_4=1$$

где N – номер графика;

m – общее количество пар досок в поставе;

n – порядковый номер доски от центра торца бревна.

Толщину первой доски определим по графику  $N_1 = (4+1) - 1 = 4$ , т. е. по графику 4, соответственно толщину второй доски – по графику 3, третьей – по графику 2, четвертой – по графику 1. Для определения толщины доски необходимо знать расстояние от центра поставы до внутренней пласти доски. Для первой доски это

$$C_1 = 0,5 \cdot S = 0,5 \cdot 3,6 = 1,8 \text{ мм}$$

Усушка определяется по таблице 2 приложения 1

$$a_1 = 50 \text{ мм}$$

Тогда на оси абсцисс находим точку  $c_1 = 1,8$  мм и по вертикали поднимаемся для пересечения с кривой, соответствующей диаметру 30.

$$C_2 = C_1 + a_1 + y_1 + S = 1,8 + (50 + 1,5 + 3,6) = 56,9 \text{ мм}$$

$$a_2 = 32 \text{ мм}$$

$$C_3 = C_2 + a_2 + y_2 + S = 61,9 + (32 + 1,0 + 3,6) = 93,5 \text{ мм}$$

$$a_3 = 25 \text{ мм}$$

$$C_4 = C_3 + a_3 + y_3 + S = 98,5 + (25 + 0,8 + 3,6) = 122,9 \text{ мм}$$

$$a_4 = 22 \text{ мм}$$

Общая ширина этого поставы, т. е. расстояние между наружными пластинами крайних досок

$$E_n = 2 \left( (a_1 + y_1 + \frac{S}{2}) + (a_2 + y_2 + s_2) + (a_3 + y_3 + s_3) \right)$$

$$E_n = 2 \left( (55 + 1,5 + \frac{3,6}{2}) + (32 + 1,0 + 3,6) + (25 + 0,8 + 3,6) + (22 + 0,7 + 3,6) \right) = 291,2$$

мм

$$\text{Ответ: } \frac{50}{2} - \frac{32}{2} - \frac{25}{2} - \frac{22}{2}$$

Ведомость расчета поставов представлена в таблице 2.2

Таблица 2.5 – Ведомость расчета поставов.

Толщина досок, мм	Число досок, шт.	Расход ширины поставы на 1 доску, мм	Расстояние от оси бревна до наружной пласти доски, мм	Ширина доски, мм		Длина доски, м	Объем пиломатериалов, м³	
				рас-четная	стан-дартная		из одного бревна	общий
1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	2	106,6	1,8	280,42	250	6,0	0,072	31,104
32	2	69,6	56,9	242,80	225	6,0	0,0415	17,928
25	2	58,2	93,5	190,93	175	6,0	0,0252	10,886
22	2	52,6	127,9	106,7	100	6,0	0,0127	5,486

	Всего	65,404
--	-------	--------

$$2) d_2=24 \text{ см}, l_2=4 \text{ м}, q_2=0,206 \text{ м}^3, n_2=603 \text{ шт.}$$

$$N_1=3$$

$$N_2=2$$

$$N_3=1$$

$$C_1=0,5 \cdot S = 0,5 \cdot 3,6 = 1,8 \text{ мм}$$

$$a_1 = 60 \text{ мм}$$

$$C_2 = C_1 + a_1 + y_1 + S = 1,8 + (60 + 1,8 + 3,6) = 67,2 \text{ мм}$$

$$a_2 = 25 \text{ мм}$$

$$C_3 = C_2 + a_2 + y_2 + S = 67,2 + (25 + 0,8 + 3,6) = 96,6 \text{ мм}$$

$$a_3 = 22 \text{ мм}$$

$$E_n = 2 \left( (a_1 + y_1 + \frac{S}{2}) + (a_2 + y_2 + s_2) + (a_3 + y_3 + s_3) \right)$$

$$E_n = 2 \left( (60 + 1,8 + \frac{3,6}{2}) + (25 + 0,8 + 3,6) + (22 + 0,7 + 3,6) \right) = 238,6 \text{ мм}$$

$$\text{Ответ: } \frac{60}{2} - \frac{25}{2} - \frac{22}{2}$$

Толщина досок, мм	Число досок, шт.	Расход ширины постав на 1 доску, мм	Расстояние от оси бревна до наружной пласти доски, мм	Ширина доски, мм		Длина доски, м	Объем пиломатериалов, м³	
				рас-четная	стан-дартная		из одного бревна	общий
1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	2	127,2	1,8	203,52	200	4,0	0,0461	27,798
25	2	55,2	67,2	155,98	150	4,0	0,0144	8,683
22	2	53,6	96,6	63,67	50	4,0	0,0042	2,5326
							Всего	39,0136

$$3) d_3=17 \text{ см}, l_3=6 \text{ м}, q_3=0,155 \text{ м}^3, n_3=826 \text{ шт.}$$

$$N_1=3$$

$$N_2=2$$

$$N_3=1$$

$$C_1=0,5 \cdot S = 0,5 \cdot 3,6 = 1,8 \text{ мм}$$

$$a_1 = 40 \text{ мм}$$

$$C_2 = C_1 + a_1 + y_1 + S = 1,8 + (40 + 1,2 + 3,6) = 46,6 \text{ мм}$$

$$a_2 = 25 \text{ мм}$$

$$C_3 = C_2 + a_2 + y_2 + S = 46,6 + (25 + 0,8 + 3,6) = 76 \text{ мм}$$

$$a_3 = 16 \text{ мм}$$

$$E_n = 2 \left( (a_1 + y_1 + \frac{S}{2}) + (a_2 + y_2 + s_2) + (a_3 + y_3 + s_3) \right)$$

$$E_n = 2 \left( (40 + 1,2 + \frac{3,6}{2}) + (25 + 0,8 + 3,6) + (16 + 0,6 + 3,6) \right) = 185,2 \text{ мм}$$

$$\text{Ответ: } \frac{40}{2} - \frac{25}{2} - \frac{16}{2}$$

Толщина досок, мм	Число досок, шт.	Расход ширины поставы на 1 доску, мм	Расстояние от оси бревна до наружной пласти доски, мм	Ширина доски, мм		Длина доски, м	Объем пиломатериалов, м³	
				рас- четна я	стан- дартн ая		из одног о	общ ий
1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	2	86,0	1,8	146,64	125	6,0	0,0288	23,788
25	2	55,2	46,6	94,67	75	6,0	0,0108	8,920
16	2	40,4	76	75	75	6,0	0,0069	5,699
							Всего	38,407

4)  $d_4=32$  см,  $l_4=7$  м,  $q_4=0,596$  м³,  $n_4=518$  шт.

$N_1=5$

$N_2=4$

$N_3=3$

$N_4=2$

$N_5=1$

$C_1 = 0,5 \cdot S = 0,5 \cdot 3,6 = 1,8$  мм

$a_1 = 50$  мм

$C_2 = C_1 + a_1 + y_1 + S = 1,8 + (50 + 1,5 + 3,6) = 56,9$  мм

$a_2 = 40$  мм

$C_3 = C_2 + a_2 + y_2 + S = 61,9 + (40 + 1,2 + 3,6) = 101,9$  мм

$a_3 = 25$  мм

$C_4 = C_3 + a_3 + y_3 + S = 106,9 + (25 + 0,8 + 3,6) = 131,5$  мм

$a_4 = 16$  мм

$C_5 = C_4 + a_4 + y_4 + S = 136,5 + (16 + 0,6 + 3,6) = 151,8$  мм

$a_5 = 13$  мм

$E_n = 2((a_1 + y_1 + \frac{S}{2}) + (a_2 + y_2 + s) + (a_3 + y_3 + s) + (a_4 + y_4 + s))$

$E_n = 2((55 + 1,5 + \frac{3,6}{2}) + (40 + 1,2 + 3,6) + (25 + 0,8 + 3,6) + (16 + 0,6 + 3,6) + (13 + 0,6 + 3,6)) = 329,8$  мм

Ответ:  $\frac{50}{2} - \frac{40}{2} - \frac{25}{2} - \frac{16}{2} - \frac{13}{2}$

Толщина досок, мм	Число досок, шт.	Расход ширины поставы на 1 доску, мм	Расстояние от оси бревна до наружной пласти доски, мм	Ширина доски, мм		Длина доски, м	Объем пиломатериалов, м³	
				рас- четна я	стан- дартн ая		из одног о	общ ий
1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	2	106,6	1,8	301,72	275	7,0	0,0924	47,86
40	2	86,0	56,9	255,55	250	7,0	0,0672	34,80
25	2	55,2	106,9	202,473	200	7,0	0,0336	17,40
16	2	40,4	136,5	153,098	150	7,0	0,0161	8,339
13	2	-	156,8	71,9775	50	7,0	0,0006	0,3108
							Всего	108,709

5)  $d_5=16$  см,  $l_5=5$  м,  $q_5=0,118$  м³,  $n_5=806$  шт.

$$N_1=3$$

$$N_2=2$$

$$N_3=1$$

$$C_1=0,5 \cdot S = 0,5 \cdot 3,6 = 1,8 \text{ мм}$$

$$a_1 = 40 \text{ мм}$$

$$C_2 = C_1 + a_1 + y_1 + S = 1,8 + (40 + 1,2 + 3,6) = 46,6 \text{ мм}$$

$$a_2 = 19 \text{ мм}$$

$$C_3 = C_2 + a_2 + y_2 + S = 46,6 + (19 + 0,6 + 3,6) = 69,8 \text{ мм}$$

$$a_3 = 13 \text{ мм}$$

$$E_n = 2((a_1 + y_1 + \frac{S}{2}) + (a_2 + y_2 + s_2) + (a_3 + y_3 + s_3))$$

$$E_n = 2((40 + 1,2 + \frac{3,6}{2}) + (19 + 0,6 + 3,6) + (13 + 0,6 + 3,6)) = 268,4 \text{ мм}$$

$$\text{Ответ: } \frac{40}{2} - \frac{19}{2} - \frac{13}{2}$$

6)  $d_6=24$  см,  $l_6=8$  м,  $q_6=0,387$  м³,  $n_6=226$  шт.

$$N_1=3$$

$$N_2=2$$

$$N_3=1$$

$$C_1=0,5 \cdot S = 0,5 \cdot 3,6 = 1,8 \text{ мм}$$

$$a_1 = 60 \text{ мм}$$

$$C_2 = C_1 + a_1 + y_1 + S = 1,8 + (60 + 1,8 + 3,6) = 67,2 \text{ мм}$$

$$a_2 = 25 \text{ мм}$$

$$C_3 = C_2 + a_2 + y_2 + S = 67,2 + (25 + 0,8 + 3,6) = 96,6 \text{ мм}$$

$$a_3 = 22 \text{ мм}$$

$$E_n = 2((a_1 + y_1 + \frac{S}{2}) + (a_2 + y_2 + s_2) + (a_3 + y_3 + s_3))$$

$$E_n = 2((60 + 1,8 + \frac{3,6}{2}) + (25 + 0,8 + 3,6) + (22 + 0,7 + 3,6)) = 238,6 \text{ мм}$$

$$\text{Ответ: } \frac{60}{2} - \frac{25}{2} - \frac{22}{2}$$



Толщина досок, мм	Число досок, шт.	Расход ширины постав на 1 доску, мм	Расстояние от оси бревна до наружной пласти доски, мм	Ширина доски, мм		Длина доски, м	Объем пиломатериалов, м³	
				рас-четная	стан-дартная		из одного бревна	общий
1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	2	106,6	1,8	269,70	250	4,0	0,048	10,56
32	2	69,6	56,9	222,33	200	4,0	0,0246	5,412
25	2	58,2	93,5	160,70	150	4,0	0,0144	3,168
19	2	46,4	122,9	57,7	50	4,0	0,0036	0,792
							Всего	19,932

Толщина досок, мм	Число досок, шт.	Расход ширины постав на 1 доску, мм	Расстояние от оси бревна до наружной пласти доски, мм	Ширина доски, мм		Длина доски, м	Объем пиломатериалов, м³	
				рас-четная	стан-дартная		из одного бревна	общий
1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	2	127,2	1,8	203,52	200	8,0	0,0922	20,837
25	2	55,2	67,2	155,98	150	8,0	0,0288	6,508
22	2	52,6	96,6	63,67	50	8,0	0,0084	1,898
							Всего	29,243

7)  $d_7=29$  см,  $l_7=4$  м,  $q_7=0,294$  м³,  $n_7=220$  шт.

$N_1=4$

$N_2=3$

$N_3=2$

$N_4=1$

$C_1=0,5 \cdot S = 0,5 \cdot 3,6 = 1,8$  мм

$a_1 = 50$  мм

$C_2 = C_1 + a_1 + y_1 + S = 1,8 + (50 + 1,5 + 3,6) = 56,9$  мм

$a_2 = 32$  мм

$C_3 = C_2 + a_2 + y_2 + S = 61,9 + (32 + 1,0 + 3,6) = 98,5$  мм

$a_3 = 25$  мм

$C_4 = C_3 + a_3 + y_3 + S = 98,5 + (25 + 0,8 + 3,6) = 127,9$  мм

$a_4 = 19$  мм

$E_n = 2((a_1 + y_1 + \frac{S}{2}) + (a_2 + y_2 + s) + (a_3 + y_3 + s) + (a_4 + y_4 + s))$

$E_n = 2((50 + 1,5 + \frac{3,6}{2}) + (32 + 1,0 + 3,6) + (25 + 0,8 + 3,6) + (19 + 0,6 + 3,6)) = 285$  мм

Ответ:  $\frac{50}{2} - \frac{32}{2} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}$

Распиловка с брусом:

Постав для I прохода. С учетом спецификации пиломатериалов выбираем толщину бруса 225 мм (это соответствует  $0,625 \cdot d$ , т.е. находится в пределах рекомендуемых правил составления поставов). По табл. 6 приложения определяем количество досок, которые выпиливают в I проходе (по две доски с каждой стороны за брусом). После этого составляем схему поставов для I прохода (рис.2). Толщину досок определяем, как и в примере 1, по графикам Н.А. Батина. Сначала устанавливаем номер графика, по которому будем определять толщину досок. Для второй доски – это график 2, а для третьей – график 1. Затем определяем расстояние от центра поставов до внутренней пласти доски. Для второй доски

$$c_2 = 0,5 \cdot (h_6 + y_6) + s = 0,5 \cdot (225 + 5,6) + 3,6 = 118,9 \text{ мм.}$$

По графику 2 определяем толщину второй доски ( $a_2=32$  мм) в соответствии со спецификацией пиломатериалов.

Для третьей доски

$$c_3 = c_2 + (a_2 + y_2 + s) = 118,9 + (32 + 1,0 + 3,6) = 155,5 \text{ мм.}$$

По графику 1 определяем толщину третьей доски  $a_3=25$  мм. В этих расчетах  $h_6$  – номинальная толщина бруса;  $y_6, y_2$  – припуски на усушку по толщине соответственно бруса и второй доски (табл. 1 приложения);  $s$  – ширина пропила.

Отметим, что при определении толщины досок учитывают спецификацию пиломатериалов. Таким образом, постав первого прохода будет иметь следующий вид:

$$\frac{225}{1} - \frac{32}{2} - \frac{25}{2}.$$

Общая ширина этого поставов составит

$$E_{\text{п1}} = (225 + 5,6) + 2 \cdot (32 + 1,0 + 3,6) + 2 \cdot (25 + 0,8 + 3,6) = 362,6 \text{ мм} = 1,03 \cdot d.$$

Это значит, охват диаметра поставом соответствует требованиям рационального раскроя.

Постав для II прохода. Сначала определяем ширину пласти бруса:

$$B_6 = \sqrt{d^2 - (h_6 + y_6)^2} = \sqrt{370^2 - (225 + 5,6)^2} = 289,35 \text{ мм.}$$

В постав для распиловки ширины пласти бруса с учетом спецификации пиломатериалов и наилучшего использования этой пласти включаем три доски толщиной 60 мм. Ширина этого поставов будет

$$(60 + 1,8) + 3 \cdot (60 + 1,8 + 3,6) = 258 \text{ мм.}$$

Отметим, что при этом обрезные доски будут иметь небольшой обзол. Однако, в соответствии с СТБ 1713-2007, для досок первого сорта допускается ширина обзола 5 мм продолжительностью до 20% от длины доски. В нашем случае ширина обзола составляет всего только  $(289,35 - 258)/2 = 15,68$  мм. Таким образом, выбранный постав из трех досок толщиной 60 мм соответствует требованиям СТБ.

По табл. 6 приложения установим количество досок, которые выпиливают из боковой зоны бревна за пластью бруса во II проходе (по одной доске с каждой стороны). Составим схему поставки для II прохода (рис. 2) и определим расстояние от центра до внутренней пласти доски:

$$c_3 = \frac{1}{2} \cdot 258 + 3,6 = 132,6 \text{ мм.}$$

По графику 1 определяем толщину этой доски. Наиболее близкий стандартный ее размер будет 32 мм. Однако с учетом спецификации и того, что в первом проходе выпиливаем доски толщиной 32 и 25 мм, принимаем  $a_3=32$  мм. Тогда постав II прохода будет

$$\frac{60}{4} - \frac{32}{2}.$$

Общая ширина этого поставки

$$E_{\text{II}} = (60 + 1,8) + 3 \cdot (60 + 1,8 + 3,6) + \\ + 2 \cdot (32 + 1,0 + 3,6) = 331,2 \text{ мм} = 1,02 \cdot d.$$

Это значит, охват диаметра бревна поставом соответствует требованиям рационального раскря.

Отметим, что постав для I прохода можно составить проще – по графика Н.А. Батина для составления поставов на распиловку боковой зоны бревна (рис. 2 приложения). Для этого на верхней горизонтальной оси находим толщину бруса с припуском на усушку (225+5,6) и опускаем вертикальную линию вниз. На графике 2 (номер определяем по количеству пар досок) находим точку пересечения этой вертикали с наклонной линией диаметра 37 см. Сносим точку пересечения на ось ординат и определяем толщину обеих боковых досок – 19 мм. В этом случае постав I прохода будет

$$\frac{225}{1} - \frac{19}{4}.$$

Общая ширина поставки составит

$$(225 + 5,6) + 4 \cdot (19 + 0,6 + 3,6) = 323,4 \approx 1,03d.$$

Это значит, охват бревна этим поставом почти такой, как и в поставе, который был составлен по графика рис.1 приложения. Однако надо отметить, что выпилка досок одинаковой толщины будет содействовать упрощению дальнейшего технологического процесса по обработке досок. Но если в I проходе будут приняты доски толщиной 19 мм, то и во II проходе необходимо выпиливать доски толщиной 19 мм, а не 22 мм (в одном поставе доски по толщине должны отличаться не менее, чем на 5 мм).

Толщина досок, мм	Число досок, шт.	Расход ширины постава на 1 доску, мм	Расстояние от оси бревна до наружной пласти доски, мм	Ширина доски, мм		Длина доски, м	Объем пиломатериалов, м³	
				рас-четная	стан-дартная		из одного бревна	общий
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I проход								
225	1	230,6	-	250	250	5,0	0,27	127,17
32	2	69,6	118,9	200	200	5,0	0,0307	14,459
25	2	55,2	132,6	150	150	5,0	0,018	8,478
II проход								
60	4	61,8	-	250	250	5,0	0,072	33,912
32	2	33,0	-	200	200	5,0	0,0307	14,459
							Всего	198,478

$$2) d = 38 \text{ см}, s = 3,6 \text{ мм}, l = 8 \text{ м}, n = 378 \text{ шт}, q = 0,945 \text{ м}^3$$

$$0,625 \cdot d = 0,625 \cdot 380 = 237,5 \approx 225 \text{ мм}$$

$$c_2 = 0,5 \cdot (h_6 + y_6) + s = 0,5 \cdot (225 + 5,6) + 3,6 = 118,9 \text{ мм}$$

$$a_2 = 32 \text{ мм}$$

$$c_3 = c_2 + (a_2 + y_2 + s) = 118,9 + (32 + 1,0 + 3,6) = 155,5 \text{ мм}$$

$$a_3 = 22 \text{ мм}$$

$$c_4 = c_3 + (a_3 + y_3 + s) = 155,5 + (22 + 0,8 + 3,6) = 181,8 \text{ мм}$$

$$a_4 = 19 \text{ мм}$$

$$I. \quad \frac{225}{1} - \frac{32}{2} - \frac{22}{2} - \frac{19}{2}$$

$$E_{\text{пл}} = (225 + 5,6) + 2 \cdot (32 + 1,0 + 3,6) + 2 \cdot (22 + 0,8 + 3,6) + 2 \cdot (19 + 0,6 + 3,6) = 402,8 \text{ мм} = 1,03 \cdot d.$$

$$B_6 = \sqrt{d^2 - (h_6 + y_6)^2} = \sqrt{380^2 - (225 + 5,6)^2} = 302,033 \text{ мм}$$

$$(60 + 1,8) + 3 \cdot (60 + 1,8 + 3,6) = 258 \text{ мм}.$$

$$\frac{302,033 - 258}{2} = 22,017 \text{ мм}$$

$$c_3 = \frac{1}{2} \cdot 258 + 3,6 = 132,6 \text{ мм}$$

$$\text{II. } \frac{60}{4} - \frac{22}{2}$$

$$E_{\text{II}} = (60 + 1,8) + 3 \cdot (60 + 1,8 + 3,6) + 2 \cdot (22 + 0,8 + 3,6) = 310,6 \text{ мм} = 1,02 \cdot d.$$

Толщина досок, мм	Число досок, шт.	Расход ширины постав на 1 доску, мм	Расстояние от оси бревна до наружной пласти доски, мм	Ширина доски, мм		Длина доски, м	Объем пиломатериалов, м³	
				рас-четная	стан-дартная		из одного бревна	общий
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I проход								
225	1	230,6	-	250	250	8,0	0,432	163,296
32	2	69,6	118,9	200	200	8,0	0,0491	18,559
22	2	49,0	155,5	150	150	8,0	0,0253	9,563
19	2	42,8	181,8	125	125	8,0	0,0182	6,8796
II проход								
60	4	61,8	-	250	250	8,0	0,115	43,47
22	2	22,7	-	200	200	8,0	0,0338	12,776
							Всего	254,543

$$3) d = 40 \text{ см}, s = 3,6 \text{ мм}, l = 5 \text{ м}, n = 791 \text{ шт}, q = 0,669 \text{ м}^3$$

$$0,625 \cdot d = 0,625 \cdot 400 = 250 \text{ мм}$$

$$c_2 = 0,5 \cdot (h_6 + y_6) + s = 0,5 \cdot (250 + 6,2) + 3,6 = 131,7 \text{ мм}$$

$$a_2 = 25 \text{ мм}$$

$$c_3 = c_2 + (a_2 + y_2 + s) = 131,7 + (25 + 0,8 + 3,6) = 161,1 \text{ мм}$$

$$a_3 = 22 \text{ мм}$$

$$c_4 = c_3 + (a_3 + y_3 + s) = 161,1 + (22 + 0,7 + 3,6) = 187,4 \text{ мм}$$

$$a_4 = 22 \text{ мм}$$

$$\text{I. } \frac{250}{1} - \frac{25}{2} - \frac{22}{4}$$

$$E_{\text{II}} = (250 + 6,2) + 2 \cdot (25 + 0,8 + 3,6) + 4 \cdot (22 + 0,7 + 3,6) = 419,6 \text{ мм} = 1,03 \cdot d.$$

$$B_6 = \sqrt{d^2 - (h_6 + y_6)^2} = \sqrt{400^2 - (250 + 6,2)^2} = 307,68 \text{ мм}$$

$$(60 + 1,8) + 3 \cdot (60 + 1,8 + 3,6) = 258 \text{ мм.}$$

$$\frac{307,68 - 258}{2} = 24,84 \text{ мм}$$

$$c_3 = \frac{1}{2} \cdot 258 + 3,6 = 132,6 \text{ мм}$$

$$E_{\text{III}} = \frac{60}{4} - \frac{22}{2} + (60 + 1,8) + 3 \cdot (60 + 1,8 + 3,6) + 2 \cdot (22 + 0,8 + 3,6) = 310,6 \text{ мм} = 1,02 \cdot d.$$

Толщина досок, мм	Число досок, шт.	Расход ширины поставы на 1 доску, мм	Расстояние от оси бревна до наружной пласти доски, мм	Ширина доски, мм		Длина доски, м	Объем пиломатериалов, м³	
				рас-четная	стан-дартная		из одного бревна	общий
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I проход								
250	1	256,2	-	250	250	5,0	0,3	237,3
25	2	55,2	131,7	150	150	5,0	0,018	14,238
22	4	49,0	161,1	150	150	5,0	0,015	11,865
II проход								
60	4	61,8	-	250	250	5,0	0,072	56,952
32	2	33,0	-	200	200	5,0	0,030	23,73
							Всего	344,085

## 2.7 Раскрой бревна на пиломатериалы

При поштучном учете определяют объем каждой необрезной доски по формуле

$$V = 10^{-6} \cdot a \cdot b \cdot l \cdot K_y, \text{ м}^3. \quad (2.30)$$

где  $a$  – толщина доски

$b$  – Ширина доски

$K_y$  – коэффициент усушки по ширине (0,96)

Пилопродукцию производят по спецификациям, составленным с учетом требований их потребителей. Спецификацией пиломатериалов называют ведомость, в которой дано распределение пиломатериалов по породам, размерам, качеству и назначению. В спецификации указывается также количество (объем) пиломатериалов каждой типоразмерной группы.

## 2.8 Составление плана раскроя пиловочного сырья

План раскроя представляет собой сводную ведомость, включающую спецификацию сырья и пиломатериалов, поставки и результаты расчета поставов – объём пиломатериалов.

План раскроя является основным документом планирующим и учитывающим работу лесопильного цеха.

План раскроя удобнее составлять на 1000 м<sup>3</sup> пиловочного сырья.

## 2.9 Баланс древесины

Баланс древесины после распиловки – это распределение ее на пилопродукции, техническую щепу, опилки и т.д., а также на потери в усушку и распил.

Кора и припуски по длине бревен не входит в состав баланса пиловочного сырья. Составление баланса древесины заключается в определении объемов и процентного соотношения: пиломатериалов, технологической щепы, опилок, обапола, мелкой пилопродукции, усушки и распила. Этот расчет выполняется для среднего диаметра бревна заданной спецификации сырья. При составлении баланса древесины учитывается  $d_{ср} = 28,7$ . Баланс древесины представлен в таблице 2.5

Таблица 2.5 - Баланс древесины

Вид пилопродукции	Баланс древесины в % от объема сырья	Баланс древесины в м <sup>3</sup> от объема сырья	Баланс древесины на годовую программу
Пиломатериалы	84,6	846	59220
Обапол	3,2	32	2240
Мелкая пилопродукция	1,5	15	1050
Кусковые отходы для производства щепы	3,0	30	2100
Опилки	6,5	65	4550
Безвозвратные потери	1,2	12	840
Всего:	100	1000	70000

## 2.10 Расчет производительности лесопильного потока по распилу круглых лесоматериалов

Часовая производительность лесопильного потока при распиловке круглых лесоматериалов  $i$ -го диаметра соответствует производительности головного станка и определяется по формуле

$$\Pi = \frac{3600}{T_{ци} + \sum t_n} \cdot q_i \cdot K_r, \text{ м}^3/\text{час} \quad (2.31)$$

где  $T_{ци}$  – время рабочего цикла при обработке бревна  $i$ -го диаметра, с;  
 $\sum t_n$  – суммарные вне цикловые потери головного станка, с;  
 $q_i$  – объем бревна  $i$ -го диаметра, м<sup>3</sup>;  
 $K_r$  – коэффициент использования рабочего (оперативного) времени.

$$\Pi_1 = \frac{3600}{50,38 + 3,92} \cdot 0,455 \cdot 0,881 = 26,58 \text{ м}^3/\text{час} \quad \Pi_6 = \frac{3600}{48,37 + 3,92} \cdot 0,387 \cdot 0,881 = 23,48 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$\Pi_2 = \frac{3600}{25,32 + 3,96} \cdot 0,206 \cdot 0,881 = 22,30 \text{ м}^3/\text{час} \quad \Pi_7 = \frac{3600}{31,64 + 3,95} \cdot 0,294 \cdot 0,881 = 26,22 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$\Pi_3 = \frac{3600}{27,13 + 3,96} \cdot 0,155 \cdot 0,881 = 15,81 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$\Pi_8 = \frac{3600}{34,56 + 5,48} \cdot 0,575 \cdot 0,881 = 45,55 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$\Pi_4 = \frac{3600}{83,82 + 3,86} \cdot 0,596 \cdot 0,881 = 21,55 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$\Pi_9 = \frac{3600}{55,88 + 5,37} \cdot 0,945 \cdot 0,881 = 48,96 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$\Pi_5 = \frac{3600}{22,96 + 3,96} \cdot 0,118 \cdot 0,881 = 13,94 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$\Pi_{10} = \frac{3600}{51,92 + 5,47} \cdot 0,669 \cdot 0,881 = 36,97 \text{ м}^3/\text{час}$$

2.6.1 Длительность рабочего цикла в секундах при обработке бревен за один проход (лесопильной рамы, многопильного, круглопильного, и фрезерного станков) определяется по формулам

$$T_{ци} = t_b + t_{pi}, \text{сек}, \quad (2.32)$$

где  $t_b$  – время межторцового разрыва, при распиловке бревна на 2-х этажной раме время межторцового разрыва  $t_b = 1,9$  с;  
 $t_{pi}$  – время обработки бревна в секундах за один проход.

$$T_{ци1} = 1,9 + 48,48 = 50,38 \text{ сек}$$

$$T_{ци6} = 1,9 + 46,47 = 48,37 \text{ сек}$$

$$T_{ци2} = 1,9 + 23,48 = 25,38 \text{ сек}$$

$$T_{ци7} = 1,9 + 29,74 = 31,64 \text{ сек}$$

$$T_{ци3} = 1,9 + 25,23 = 27,13 \text{ сек}$$

$$T_{ци8} = 1,9 + 32,66 = 34,56 \text{ сек}$$

$$T_{ци4} = 1,9 + 81,92 = 83,82 \text{ сек}$$

$$T_{ци9} = 1,9 + 53,98 = 55,88 \text{ сек}$$

$$T_{ци5} = 1,9 + 21,06 = 22,96 \text{ сек}$$

$$T_{ци10} = 1,9 + 50,02 = 51,92 \text{ сек}$$

Время обработки бревна в секундах за один проход определяется по формулам  
 -на лесопильных рамах:

$$t_{pi} = 60000 \cdot \frac{L_i}{\Delta_i \cdot n}, \text{сек}, \quad (2.33)$$

где  $L_i$  – длина бревна i-го диаметра, с;  
 $n$  – частота вращения коленчатого вала лесопильной рамы, мин<sup>-1</sup>;  
 $\Delta_i$  – фактическая посылка на лесопильной раме при распиловке бревен i-го диаметра.

$$t_{pi1} = 60000 \cdot \frac{6,0}{20,63 \cdot 360} = 48,48 \text{ сек}$$

$$t_{pi6} = 60000 \cdot \frac{8,0}{28,69 \cdot 360} = 46,47 \text{ сек}$$

$$t_{pi2} = 60000 \cdot \frac{4,0}{28,39 \cdot 360} = 23,48 \text{ сек}$$

$$t_{pi7} = 60000 \cdot \frac{4,0}{22,42 \cdot 360} = 29,74 \text{ сек}$$

$$t_{pi3} = 60000 \cdot \frac{6,0}{39,64 \cdot 360} = 25,23 \text{ сек}$$

$$t_{pi8} = 60000 \cdot \frac{5,0}{25,52 \cdot 360} = 32,66 \text{ сек}$$

$$t_{pi4} = 60000 \cdot \frac{7,0}{14,24 \cdot 360} = 81,92 \text{ сек}$$

$$t_{pi9} = 60000 \cdot \frac{8,0}{24,70 \cdot 360} = 53,98 \text{ сек}$$

$$t_{pi5} = 60000 \cdot \frac{5,0}{39,57 \cdot 360} = 21,06 \text{ сек}$$

$$t_{pi10} = 60000 \cdot \frac{5,0}{16,66 \cdot 360} = 50,02 \text{ сек}$$



2.6.2 Посылка при распиловке бревен и брусьев на лесопильных рамах определяется по следующим формулам

$$\Delta_i = \Delta_{ti} \cdot K_n, \text{ мм} \quad (2.34)$$

где  $K_n$  — коэффициент, учитывающий неравномерность подачи бревна в лесопильную раму.

$$\Delta_i = 21 \cdot 0,98 = 20,63 \text{ мм} \quad \Delta_i = 29 \cdot 0,99 = 28,69 \text{ мм}$$

$$\Delta_i = 29 \cdot 0,98 = 28,39 \text{ мм} \quad \Delta_i = 23 \cdot 0,97 = 22,42 \text{ мм}$$

$$\Delta_i = 40 \cdot 0,99 = 39,64 \text{ мм} \quad \Delta_i = 26 \cdot 0,98 = 25,52 \text{ мм}$$

$$\Delta_i = 14,5 \cdot 0,98 = 14,24 \text{ мм} \quad \Delta_i = 25 \cdot 0,99 = 24,70 \text{ мм}$$

$$\Delta_i = 40 \cdot 0,99 = 39,57 \text{ мм} \quad \Delta_i = 17 \cdot 0,98 = 16,66 \text{ мм}$$

Для двухэтажных лесопильных рам определяется по формуле

$$K_n = 1 - \frac{164,8 - 2,77 \cdot \Delta_{ti}}{1000 \cdot L_1}, \quad (2.35)$$

где  $\Delta_{ti}$  — расчетная посылка при распиловке бревна.

$$K_{n1} = 1 - \frac{164,8 - 2,77 \cdot 21}{1000 \cdot 6,0} = 0,98 \quad K_{n6} = 1 - \frac{164,8 - 2,77 \cdot 29}{1000 \cdot 8,0} = 0,99$$

$$K_{n2} = 1 - \frac{164,8 - 2,77 \cdot 29}{1000 \cdot 4,0} = 0,98 \quad K_{n7} = 1 - \frac{164,8 - 2,77 \cdot 23}{1000 \cdot 4,0} = 0,97$$

$$K_{n3} = 1 - \frac{164,8 - 2,77 \cdot 40}{1000 \cdot 6,0} = 0,99 \quad K_{n8} = 1 - \frac{164,8 - 2,77 \cdot 26}{1000 \cdot 5,0} = 0,98$$

$$K_{n4} = 1 - \frac{164,8 - 2,77 \cdot 14,5}{1000 \cdot 7,0} = 0,98 \quad K_{n9} = 1 - \frac{164,8 - 2,77 \cdot 25}{1000 \cdot 8,0} = 0,99$$

$$K_{n5} = 1 - \frac{164,8 - 2,77 \cdot 40}{1000 \cdot 5,0} = 0,99 \quad K_{n10} = 1 - \frac{164,8 - 2,77 \cdot 17}{1000 \cdot 5,0} = 0,98$$

2.6.3 Число пил в поставе определяется по формуле

$$Z = n + 1, \text{ пил}, \quad (2.36)$$

где  $n_d$  — число досок, выпиливаемых из бревна.

2.6.4 Определяем посылку при распиловке бревен вразвал

Распиловка бревен вразвал:

$$d_1 = 30 \text{ см}, \frac{50 - 32 - 25 - 22}{2 - 2 - 2 - 2}.$$

Число пил в поставе рано:

$$Z = 8 + 1 = 9, \text{ пил},$$

Определяем посылку:

$$\Delta_{t1} = 21 \text{ мм} .$$

Определяем посылку при распиловке бревен вразвал

Распиловка бревен вразвал:

$$d_2 = 24 \text{ см}, \frac{60 - 25 - 22}{2 - 2 - 2} .$$

Число пил в поставе равно:

$$Z = 6 + 1 = 7 , \text{пил} ,$$

Определяем посылку:

$$\Delta_{t2} = 29 \text{ мм} .$$

Распиловка бревен вразвал:

$$d_3 = 17 \text{ см}, \frac{40 - 25 - 16}{2 - 2 - 2} .$$

Число пил в поставе рано:

$$Z = 6 + 1 = 7 , \text{пил} ,$$

Определяем посылку:

$$\Delta_{t3} = 40 \text{ мм} .$$

Распиловка бревен вразвал:

$$d_4 = 32 \text{ см}, \frac{50 - 40 - 25 - 16 - 13}{2 - 2 - 2 - 2 - 2} .$$

Число пил в поставе равно:

$$Z = 10 + 1 = 11 , \text{пил} ,$$

Определяем посылку:

$$\Delta_{t4} = 14,5 \text{ мм} .$$

Распиловка бревен вразвал:

$$d_5 = 16 \text{ см}, \frac{40 - 19 - 13}{2 - 2 - 2} .$$

Число пил в поставе рано:

$$Z = 6 + 1 = 7 , \text{пил} ,$$

Определяем посылку:

$$\Delta_{t5} = 40 \text{ мм} .$$

Распиловка бревен вразвал:

$$d_6 = 24 \text{ см}, \frac{60 - 25 - 22}{2 - 2 - 2} .$$

Число пил в поставе равно:

$$Z = 6 + 1 = 7 , \text{пил} ,$$

Определяем посылку:

$$\Delta_{t6} = 29 \text{ мм} .$$

Распиловка бревен вразвал:

$$d_7 = 29 \text{ см}, \frac{50 - 32 - 25 - 19}{2 - 2 - 2 - 2} .$$

Число пил в поставе рано:

$$Z = 8 + 1 = 9 , \text{пил} ,$$

Определяем посылку:

$$\Delta_{t7} = 23 \text{ мм} .$$

Определяем посылку при распиловке бревен с брусовкой

#### 2.6.11.1 Распиловка с брусовкой

$$d_1 = 37 \text{ см, 1 проход } \frac{225 - 32 - 25}{1 - 2 - 2},$$

$$2 \text{ проход } \frac{60 - 13}{4 - 2} .$$

Число пил в поставе равно:

$$Z = 5 + 1 = 6 \text{ пил} ,$$

Вычисляем посылку для первого прохода

$$\Delta_{t1} = 26 \text{ мм} .$$

Число пил равно

$$Z = 6 + 1 = 7 , \text{ пил} .$$

Вычисляем посылку для второго прохода

$$\Delta_{t2} = 35 \text{ мм} .$$

Распиловка с брусовкой

$$d_2 = 38 \text{ см, 1 проход } \frac{225 - 22 - 19}{1 - 2 - 2},$$

$$2 \text{ проход } \frac{60 - 22}{4 - 2} .$$

Число пил в поставе равно:

$$Z = 5 + 1 = 6 \text{ пил} ,$$

Вычисляем посылку для первого прохода

$$\Delta_{t3} = 25 \text{ мм} .$$

Число пил равно

$$Z = 6 + 1 = 7 , \text{ пил} .$$

Вычисляем посылку для второго прохода

$$\Delta_{t4} = 35 \text{ мм} .$$

Распиловка с брусовкой

$$d_3 = 40 \text{ см, 1 проход } \frac{225 - 25 - 22}{1 - 2 - 4},$$

$$2 \text{ проход } \frac{60 - 22}{4 - 2} .$$

Число пил в поставе равно:

$$Z = 7 + 1 = 8 \text{ пил} ,$$

Вычисляем посылку для первого прохода

$$\Delta_{t5} = 17 \text{ мм} .$$

Число пил равно

$$Z = 6 + 1 = 7 , \text{ пил} .$$

Вычисляем посылку для второго прохода

$$\Delta_{t6} = 35 \text{ мм} .$$

2.6.7 Суммарные межцикловые потери головного станка потока определяется по выражению:

$$\sum t_n = \sum t_n + K_p \cdot \sum t_{n2} + \sum t_{n3} , \text{ с,} \quad (2.37)$$

где  $\Sigma t_{n1}$  – суммарные внецикловые потери при распиловке бревна (станок 1-го ряда), с;  
 $\Sigma t_{n2}$  – суммарные внецикловые потери при распиловке бревна (станок 2-го ряда), с;  
 $\Sigma t_{n3}$  – суммарные внецикловые потери головного станка, вызываемые окорочным станком, с;

$K_p$  – коэффициент наложения потерь.

$$\Sigma t_{n1} = 3,01 + 0,91 = 3,92 \text{ сек}$$

$$\Sigma t_{n6} = 3,01 + 0,91 = 3,92 \text{ сек}$$

$$\Sigma t_{n2} = 3,01 + 0,95 = 3,96 \text{ сек}$$

$$\Sigma t_{n7} = 3,01 + 0,94 = 3,95 \text{ сек}$$

$$\Sigma t_{n3} = 3,01 + 0,95 = 3,96 \text{ сек}$$

$$\Sigma t_{n8} = 2,72 + 0,93 \cdot 2,96 = 5,48 \text{ сек}$$

$$\Sigma t_{n4} = 3,01 + 0,85 = 3,86 \text{ сек}$$

$$\Sigma t_{n9} = 2,72 + 0,90 \cdot 2,96 = 5,37 \text{ сек}$$

$$\Sigma t_{n5} = 3,01 + 0,95 = 3,96 \text{ сек}$$

$$\Sigma t_{n10} = 2,72 + 0,93 \cdot 2,96 = 5,47 \text{ сек}$$

2.6.8 При распиловке бревна на двух последовательно расположенных станках  $K_p$  определяется по формуле

– при распиловке бревна за один проход  $K_p = 0$ ,

$$K_p = \frac{1}{1 + \frac{T_{\text{ш}} \cdot E}{2 \cdot \Theta_{\text{ср}}}}, \quad (2.38)$$

где  $E$  – количество брусьев на накопителе (брусоперекладчике), шт;  
 $\Theta_{\text{ср}}$  – среднее время простоя для устранения неполадок, с для лесопильных рам  
 $\Theta_{\text{ср}} = 240 \text{ с.}$

$$K_{p1} = \frac{1}{1 + \frac{50,38 \cdot 1}{2 \cdot 240}} = 0,91$$

$$K_{p1} = \frac{1}{1 + \frac{48,37 \cdot 1}{2 \cdot 240}} = 0,91$$

$$K_{p1} = \frac{1}{1 + \frac{25,38 \cdot 1}{2 \cdot 240}} = 0,95$$

$$K_{p1} = \frac{1}{1 + \frac{31,64 \cdot 1}{2 \cdot 240}} = 0,94$$

$$K_{p1} = \frac{1}{1 + \frac{27,13 \cdot 1}{2 \cdot 240}} = 0,95$$

$$K_{p1} = \frac{1}{1 + \frac{34,56 \cdot 1}{2 \cdot 240}} = 0,93$$

$$K_{p1} = \frac{1}{1 + \frac{83,82 \cdot 1}{2 \cdot 240}} = 0,85$$

$$K_{p1} = \frac{1}{1 + \frac{55,58 \cdot 1}{2 \cdot 240}} = 0,90$$

$$K_{p1} = \frac{1}{1 + \frac{22,96 \cdot 1}{2 \cdot 240}} = 0,95$$

$$K_{p1} = \frac{1}{1 + \frac{35,88 \cdot 1}{2 \cdot 240}} = 0,93$$

2.6.9 Коэффициент использования рабочего (оперативного) времени смены определяется по формуле

(2.39)

$T_c$  – продолжительность смены, мин;

$T_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{\text{отд}}$  – время на отдых и личные надобности, мин;

$K_c$  – коэффициент, учитывающий влияние участка подготовки сырья к распиловке;

$K_m$  – коэффициент, учитывающий механизацию вспомогательных операций головного станка лесопильного потока.

$$K_T = \frac{480 - (10,9 + 19,0)}{480} \cdot 0,94 = 0,881$$

Часовая производительность рамного потока при распиловке древесины хвойных пород на лесопильной раме марки Р65-3 представлена в таблице 2.5

Таблица 2.6 – Часовая производительность рамного потока при распиловке древесины хвойных пород на лесопильной раме марки Р65-3.

Диаметр бревна, см	Объем бревна, м	Посылка мм		Время распиловки, с	Рабочий цикл, с	Количество брусьев, шт	Коэффициент потерь наложения	Суммарные внецикловые потери, с	Общее время обработки, с	Коэффициент использования раб. времени	Часовая производительность, м/ч
		Расчетная $\Delta_i$	Фактическая $\Delta_i$								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
30	0,455	21	20,63	70	50,38	-	0,91	3,92	124,3	0,881	26,58
24	0,206	29	28,39	70	25,38	-	0,95	3,96	99,34	0,881	22,30
17	0,155	40	39,64	70	27,13	-	0,95	3,96	101,09	0,881	15,81
32	0,596	14,5	14,24	70	83,82	-	0,85	3,86	157,68	0,881	21,55
16	0,118	40	39,57	70	22,96	-	0,95	3,96	96,92	0,881	13,94
24	0,387	29	28,69	70	48,37	-	0,91	3,92	122,29	0,881	23,48
29	0,294	23	22,42	70	31,64	-	0,94	3,95	105,59	0,881	26,22
I проход											
37	0,575	26	25,52	70	34,56	1	0,93	5,48	110,04	0,881	45,55
II проход											

37	0,575	35	34,53	70	24,14	-	0,93	5,48	99,62	0,881	57,86
----	-------	----	-------	----	-------	---	------	------	-------	-------	-------

Продолжение таблицы 2.6

I проход											
38	0,945	25	24,70	70	55,88	1	0,90	5,37	131,25	0,881	48,96
II проход											
38	0,945	35	34,70	70	40,32	-	0,90	5,48	115,8	0,881	65,59
I проход											
40	0,669	25	24,52	70	35,88	1	0,93	5,47	111,35	0,881	36,97
II проход											
40	0,669	35	34,53	70	26,04	-	0,93	5,48	101,52	0,881	67,33

## 2.11 Расчет годовой производственной мощности лесопильного цеха

### 2.11.1 Производительность лесопильного цеха определяется по формуле

$$P_{\Gamma} = P_i \cdot T_{\text{см}} \cdot D_p \cdot n_{\text{см}} \cdot m \cdot K_{\text{сг}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.40)$$

где  $P_i$  – часовая производительность,  $\text{м}^3/\text{час}$ ;  
 $T_{\text{см}}$  – продолжительность смены, час;  
 $D_p$  – количество рабочих дней в году;  
 $n_{\text{см}}$  – количество смен в сутки;  
 $m$  – количество односменных потоков в цеху;  
 $K_{\text{сг}}$  – поправочный коэффициент на среднегодовые условия работы цеха.

$$P_{\Gamma 1} = 26,58 \cdot 8 \cdot 237 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,7 = 70553,952 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$P_{\Gamma 6} = 23,48 \cdot 8 \cdot 237 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,7 = 62325,312 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$P_{\Gamma 2} = 22,30 \cdot 8 \cdot 237 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,7 = 59193,12 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$P_{\Gamma 7} = 26,22 \cdot 8 \cdot 237 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,7 = 69598,368 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$P_{\Gamma 3} = 15,81 \cdot 8 \cdot 237 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,7 = 41966,064 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$P_{\Gamma 8} = 45,55 \cdot 8 \cdot 237 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,7 = 120907,92 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$P_{\Gamma 4} = 21,55 \cdot 8 \cdot 237 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,7 = 57202,32 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$P_{\Gamma 9} = 48,96 \cdot 8 \cdot 237 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,7 = 129959,424 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$P_{\Gamma 5} = 13,94 \cdot 8 \cdot 237 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,7 = 37002,336 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$P_{\Gamma 10} = 36,97 \cdot 8 \cdot 237 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,7 = 98133,168 \text{ м}^3/\text{год}$$

2.11.2 Годовая производительность лесопильного завода по выпуску пиломатериалов определяется по формуле

$$V = \frac{O \cdot P_{\Gamma}}{100\%}, \text{ м}^3, \quad (2.41)$$

где  $O$  – объемный выход пиломатериалов, %;  
 $P_{\Gamma}$  – производительность лесопильного цеха по распиленному сырью,  $\text{м}^3$ .

$$V = \frac{84,6 \cdot 70553,952}{100} = 59688,6434 \text{ м}^3$$

$$V = \frac{84,6 \cdot 62325,312}{100} = 52727,214 \text{ м}^3$$

$$V = \frac{84,6 \cdot 59193,12}{100} = 50077,3795 \text{ м}^3$$

$$V = \frac{84,6 \cdot 69598,368}{100} = 58880,2193 \text{ м}^3$$

$$V = \frac{84,6 \cdot 41966,064}{100} = 35503,2901 \text{ м}^3$$

$$V = \frac{84,6 \cdot 120907,92}{100} = 102288,1 \text{ м}^3$$

$$V = \frac{84,6 \cdot 57202,32}{100} = 48393,1627 \text{ м}^3$$

$$V = \frac{84,6 \cdot 129959,424}{100} = 109945,673 \text{ м}^3$$

$$V = \frac{84,6 \cdot 37002,336}{100} = 31303,9763 \text{ м}^3$$

$$V = \frac{84,6 \cdot 98133,168}{100} = 83020,6601 \text{ м}^3$$

Посортное распределение пиломатериалов на годовую программу представлена в таблице 2.7

Таблица 2.7 – Посортное распределение пиломатериалов на годовую программу.

Пиломатериалы	Соотношение п/м по сортам, %	Соотношение п/м по сортам, м
Всего	100	66394,0718
В том числе сортов		
0	10,7	7104,16569
1	23,9	15868,1832
2	20,9	13876,361
3	27,2	18059,1875
4	17,3	11486,1744

Главным оборудованием лесопильного цеха являются: 2 лесопильные рамы марки Р65-3 распиливающие бревна, как в развал, так и с брусочкой, один торцовочный станок марки ЦТЗ-2М и два обрезающих станка марки Ц2Д-5А.

Технологический процесс осуществляется следующим образом: пиловочник от раскряжевых узлов крановыми установками подают в район работы лесопильного цеха, где его укладывают на площадку с предварительной подсортировкой. Сырьё бревнотаской подаётся в лесопильный цех, где сбрасывается на впередирамную гидравлическую тележку. На тележке брёвна закрепляют в нужном положении и подают в лесопильную раму Р65-3.

Когда бревно распилено примерно на 2/3 длины, рамщик освобождает захват на тележке и включением обратного хода подаёт тележку в исходное положение для приёма нового бревна. Для правильной эксплуатации рамы и получения нужной производительности важно, чтобы распиловка брёвен шла торцом в торец. При распиловке с брусочкой после рамы первого ряда поток разделяется на 2 ручья: один ручей - брусья, другой - необрезные доски. Это разделение происходит с помощью приводного роликового рольганга. На нём брус встроенным разделительным устройством отделяется от необрезных досок и смещается в сторону оси рамы второго ряда на брусоперекладчик.

Необрезные доски, перемещаясь по двум гладким и трём винтовым роликам, дойдя до упора, винтовой нарезкой смещаются в бок на поперечный транспортёр и направляются к обрезающему станку.

Брусоперекладчиком двухкантный брус подаётся на впередирамный рольганг, а с него в раму второго ряда Р65-3. На ней брус распиливается на доски, крайние из которых необрезные, а средние- обрезные. Поэтому за рамой устанавливается рольганг транспортировки и отделения чисто обрезных досок от необрезных. Этот рольганг состоит из двух гладких и пяти комбинированных приводных роликов. Над ними по всей длине смонтированы разделительные шины, передние концы которых установлены по линиям расклинивающих ножей лесопильной рамы. Задние концы загнуты и представляют собой упор для необрезных досок, дойдя до которого эти доски сбрасываются в сторону на поперечный цепной транспортёр и подаются к обрезному станку. Обрезные доски, перемещаясь между разделительными шинами, передвигаются на ленточный транспортёр, с которого снимаются навесным рольгангом на сборочный поперечный транспортёр.

После подачи на обрезной станок Ц2Д-5А необрезные доски раскраиваются по ширине. Доски, выходящие из лесопильной рамы, из обрезного станка, обычно имеют загрязнённые и неровные торцы. Кроме того, брёвна заготавливают с припусками по длине, рассчитанными на последующую отторцовку досок. В ряде случаев доски имеют различные дефекты, которые приходится вырезать. Все эти операции, служащие для придания доске окончательного вида, выполняются посредством поперечной распиловки на торцовочной установке ЦТЗ-2М. С одной стороны транспортёра для отторцовки комлевой части установлены две пилы, с другой - две пилы для отторцовки вершинной части доски.

После отторцовки готовые пиломатериалы поступают на сортплощадку, где их сортируют по размерным и качественным показателям с последующей укладкой в штабеле.

При распиловке брёвен на лесопильной раме кроме пилопродукции, получаются горбыли; при обрезке досок - на обрезном станке - рейки; при отторцовки досок - отрезки разной длины.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«Ухтинский государственный технический университет»**  
**(УГТУ)**  
**Индустриальный институт (СПО)**

**ПМ 01**  
**МДК 01.02**  
**Мебельное и столярно-строительное производство**

Методические указания

для выполнения расчетно-технологической части дипломных проектов на тему  
«Производство столярно-строительных изделий»  
для специальности 35.02.03 Технология деревообработки

Разработал преподаватель ИИ (СПО)

Семкичева А. Н.

Ухта  
УГТУ  
2022

Расчетно-технологическая часть дипломного проекта, являющаяся вторым разделом, состоит из следующих подразделов:

- 1       Общая часть
- 1.1     Введение
- 1.2     Технические требования на изделие
- 2       Расчетно-технологическая часть
- 2.1     Выбор конструкции изделия
- 2.2     Расчет задания и режима работы цеха
- 2.3     Расчет пиломатериалов
- 2.4     Баланс древесины
- 2.5
- 2.6     Расчет потребности в приборах и метизах  
          Разработка технологического процесса, выбор и расчет  
          технологического оборудования
- 2.7     Расчет производственных площадей
- 2.8     Расчет потребности в дереворежущем инструменте
- 2.9     Расчет в потребности в абразивном инструменте
- 2.10    Выбор и расчет заточного оборудования
- 2.11    Расчет внутрицехового транспорта
- 2.12    Описания технологического процесса в цехе
- 3       Охрана труда

Заключение

Библиографический список

# 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Введение

Ни одна отрасль народного хозяйства не может существовать без древесины, поэтому важную роль в развитии экономики играет деревообрабатывающее производство.

Древесина служит исходным сырьем для выработки более двадцати тысяч продуктов и изделий. Способы переработки древесного сырья делят на три группы: механические, химико-механические и химические. Каждая из этих групп представляет интерес для современной российской экономики.

Деревообработка и мебельное производство на сегодняшний день являются наиболее привлекательными производственными областями для инвестирования.

Эти области деревообработки, кроме производства целлюлозы, бумаги, древесных плит и клееной фанеры, не требуют крупных капитальных вложений и имеют сравнительно небольшой срок окупаемости.

Еще одним серьезным аргументом в пользу деревообработки является то, что внутренний рынок достаточно емок и явно нуждается в увеличении производства целого ряда продуктов, в частности: пиломатериалов специального назначения, товаров углубленной переработки древесины, мебели в различных ценовых диапазонах.

В качестве сырья используют пиломатериалы, фанеру, плиты и вырабатывают готовые изделия: оконные и дверные блоки, мебель, деревянные музыкальные инструменты, спортивный инвентарь и т.д.

Решающим условием быстрого развития деревообрабатывающей промышленности является повышение производительности труда, основанное на дальнейшем техническом прогрессе. Технический процесс должен идти по направлению создания новых видов и усовершенствования конструкций выпускаемых машин, механизмов, применения новых производственных методов технологии.

Деревообрабатывающее производство – это обширная область производств, которую по потребителю сырья и выпускаемой продукции можно условно разделить на две группы:

- группу производств по первичной обработке древесины: сырье - бревна, кряжи; продукция - полуфабрикаты;
- группу производств по вторичной обработке древесины: сырье – полуфабрикаты; продукция – готовые изделия.

В столярно – строительных изделиях выделяют 3 основные группы:

- оконные блоки;
- дверные блоки;
- покрытие пола.

По производству дверных блоков и других изделий используют продукцию в виде пиломатериалов и заготовок хвойных и лиственных пород. И те, и другие активно применяются для изготовления дверей. Среди хвойных пород дерева самой распространенной является сосна. Ее использование в изготовлении дверей делает их более доступными для широкого потребителя. За счет смолистой основы она не реагирует на изменения температуры и влажности, в результате чего считается вполне практичной и надежной древесиной. Появление огромного количества новых, современных и во многом весьма практичных материалов не способно повлиять на любовь человека к живой энергетике и каждый раз неповторимому рисунку дерева.

Обработка и отделка должны гарантировать долговечность дверных блоков, прочную устойчивость их против атмосферных влияний, максимальную герметичность для воздухопроницаемости, снижающей теплозащитные качества.

Для устранения последующих усиленных деформаций в изделиях очень важно обеспечить нормальную влажность, перед использованием древесина должна быть очень аккуратно просушена в течение длительного времени. Деревянные двери, изготовленные с использованием сырого или некачественно просушенного материала, склонны к трещинам и деформациям, а значит - к ухудшению физико - механических свойств конкретного образца.

Задачами предприятий по изготовлению столярно - строительных изделий являются:

- повышение качества продукции;
- внедрение новых технологий, оборудования;
- повышение производительности труда;

Прочность, надежность и долговечность – вот основные требования, которым должны соответствовать любые двери.

## 1.2 Технические требования на изделие

Двери деревянные внутренние для жилых и общественных зданий по стандарту ГОСТ 6629-88 подразделяют на типы:

- Г - с глухими полотнами;
- О - с остекленными полотнами;
- К - с остекленными качающимися полотнами;
- У - со сплошным заполнителем полотен усиленные для входов в квартиры.

Дверные блоки должны соответствовать требованиям ГОСТа и настоящего стандарта, стандартов на конкретные виды изделий и изготавливаться по конструкторской и технологической документации, утвержденной в установленном порядке. Изделия состоят из элементов: коробок, створок, полотен, монтажной доски, порога. Двери облицовывают материалами в соответствии с ГОСТ 475-78 в части, относящиеся к изделиям нормальной влагостойкости. Двери типов Г и О изготавливают с одно- и двупольными полотнами, с мелкопустотным или решетчатым заполнением полотен, с порогом и без порога, с наплавом и без наплава, с обкладками и без обкладок, с коробками и без коробок. Габаритные размеры дверей должны соответствовать указанным размерам стандарта. Двери должны поставляться с выбранными гнездами под корпуса замков и отверстиями под ручки. Полотна для бескоробочных дверей должны поставляться с установленными верхними полупетлями, нижние полупетли должны упаковываться и поставляться в комплекте.

В заказе на поставку дверей должно быть указано:

- число дверей по маркам и обозначение настоящего стандарта;
- вид и цвет отделки;
- вид и толщина стекла;
- спецификация приборов.

По требованию потребителя допускается поставка дверных полотен без коробок и коробок без полотен.

Примеры заполнения щитов дверных полотен:

- щит со сплошным заполнением деревянными брусками -рейками или полосами ДСП;
- щит с мелкопустотным заполнением деревянными брусками (рейками) или полосами ДСП;

- щит с мелкопустотным заполнением из шпона;
- щит с мелкопустотным заполнением из фанеры или твердой ДВП;
- щит с мелкопустотным заполнением из мягкой ДВП;
- щит с мелкопустотным заполнением из твердой ДВП;
- щит с мелкопустотным заполнением из бумажных сот;
- щит с мелкопустотным заполнением деревянными брусками или рейками.

Изделия должны быть безопасными в эксплуатации и обслуживании. Предельные отклонения от габаритных размеров изделий не должны превышать + 2,0 , - 1,0 мм.

Элементы дверных блоков и их детали должны иметь правильную геометрическую форму. Отклонение от прямолинейности кромок деталей элементов не должно превышать 1,0 мм на 1 м длины на любом участке элемента двери.

Для изготовления дверей применяют натуральную древесину, древесные плиты, фанеру, полимерные материалы, клеевые и лакокрасочные материалы, стекло, дверные приборы, крепежные элементы и другие материалы и изделия, удовлетворяющие требованиям стандартов на эти материалы и изделия. Влажность древесины для наружных коробок должна быть – 12 +3 %; внутренних коробок - 9 + 3%. Детали дверей допускаются изготавливать клееными по толщине, ширине и длине.

Окна деревянные для жилых и общественных зданий по стандарту ГОСТ 26601-85 подразделяют на типы:

РМ – с отдельными переплетами с двойным остеклением;

РСМ – с отдельно-спаренными переплетами с тройным остеклением.

Классификация окон:

- прямоугольные;
- круглые;
- арочные;
- треугольные;
- призматические;

По способу открывания:

- глухое;
- поворотное;
- откидное;

Также конструкция окон может учитывать наличие импоста – это дополнительная перегородка между створками. Конструкция из клееных брусев прочнее конструкции из цельных брусев примерно на 80% и жестче их примерно на 40%. Брус коробки допускается изготавливать клееными по ширине или соединять гвоздями после антисептирования или окраски сопрягаемых поверхностей, при этом соединение не должно иметь зазоров и провесов.

Одним из направлений деревообрабатывающего производства является производство столярных изделий, в том числе оконных блоков. Древесина является традиционным материалом, применяемым в производстве окон. И это не случайно, так как ее природные свойства во многом отвечают требованиям, предъявляемым к столярным изделиям.

### 1.3 Обоснование темы дипломного проекта

В данном пункте необходимо пояснить тему вашего дипломного проекта. Необходимость ее рассмотрения и важность данной темы в лесной промышленности.

Древесина – это материал, который обладает натуральными и природными свойствами и не один век успешно применяется в строительстве. Данный материал обладает всеми свойствами, которые вписываются в параметры производства дверных блоков. Современные технологии производства и богатый выбор различных материалов позволяют сделать такую дверь украшением фасада здания.

В последние годы в стране неуклонно увеличиваются объемы строительства, жилых, промышленных зданий, социальных объектов, спортивных сооружений, поэтому потребность в столярно-строительных изделиях, в том числе и в дверных блоках ежегодно возрастает.

Древесина имеет важное преимущество перед другими материалами, она "дышит", то есть воздух поступает с помощью микропор.

Двери, изготовленные из массива дерева, не только обладают прочностью и устойчивостью к негативным факторам внешней среды, но и способны украсить любой дом. Деревянные двери, выполненные из сосны, являются недорогим вариантом и имеют много плюсов, так как сосна – это древесина, которая имеет большую плотность. Благодаря этому качеству обеспечивается хорошая эксплуатация, долговечность и теплоизоляция.

## 2 РАСЧЕТНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Выбор конструкции изделия

Прежде чем приступить к составлению технологической карты и расчеты потребного технологического оборудования, необходимо по заданию и ГОСТу выбрать изделия, определить его конструкцию и размер.

По размерам изделия необходимо составить спецификацию деталей, входящих в изделие, с указанием размеров в чистоте. Затем необходимо привести технические требования на изделие и выполнить чертеж изделия

Таблица 2.1 – Спецификация деталей (оконного) дверного блока марки.....

Наименование	Количество	Длина	Ширина	Толщина
1	2	3	4	5

### 2.2 Расчет задания и работы режима цеха

При расчете режима работы цеха необходимо принять: продолжительность смены, количество смен работы цеха.

Затем необходимо рассчитать количество рабочих дней в году и годовой фонд работы оборудования.

$$D_p = [365 - (D_v + D_n + D_p)], \text{ дней,} \quad (1)$$

где  $D_v$  - количество выходных дней;  
 $D_{п}$  - количество праздничных дней;  
 $D_p$  - количество дней на ремонт оборудования,  $D_p = 8 - 10$ .

$$T_{\phi} = D_p \cdot m \cdot S \cdot K, \text{ ст/час,} \quad (2)$$

где  $m$  - сменность работы цеха ( $m = 2$ );  
 $S$  - продолжительность смены ( $S = 8$  час.);  
 $K$  - коэффициент, учитывающий простой станка по техническим причинам,  $K = 0,94$ .

Площадь одного блока определяем по формуле:

$$S_6 = B \cdot H, \text{ м}^2, \quad (3)$$

где  $B$  - ширина блока, м;  
 $H$  - высота блока, м.

Пересчет годовой программы производства блоков из  $\text{м}^2$  в штуки производим по формуле:

$$П_6 = \frac{A}{S_6}, \text{ шт,} \quad (4)$$

где  $A$  - годовая программа цеха,  $\text{м}^2$ .

$$n_{\text{заг}} = П_6 \cdot n_d \cdot K, \text{ шт,} \quad (5)$$

где  $n_d$  - количество однотипных деталей в изделии;  
 $K$  - коэффициент, учитывающий производственные потери,  $K = 1,05$

### 2.3 Расчет пиломатериалов

Выбрав конструкцию изделия и определив задание, можем определить потребность в лесоматериалах на годовую программу. Расчет потребности количества лесоматериалов производим на одно изделие, результаты расчетов заносятся в таблицу. Припуски на обработку берутся из таблиц.

### 2.4 Баланс древесины

Составление баланса древесины и распределение ее по видам производим в соответствии с указанными в ней процентами по видам отходов на различных стадиях обработки деталей. Количество отходов при раскрое берем как разницу между объемами сырья и заготовок. Общее количество отходов при раскрое разбивается на обрезки – 75% и опилки – 25%. Отходы при машинной обработке получаем как разницу между объемами заготовок и чистовых деталей. В процентном соотношении отходы разбиваются по группам: обрезки – 20%, стружка – 70%, опилки – 10%. Затем определяем количество отходов в кубатуре и в % от сырья. Расчет баланса древесины производим в табличной форме.

## 2.5 Расчет потребности в приборах и метизах

Соединение и закрепление оконных створок и дверных полотен коробками осуществляется при помощи металлических навесных запорных приборов. Угловое крепление опорных створок производится металлическими угольниками и косынками. Крепление металлических угольников, петель и других приборов производится шурупами, гвоздями или штифтами. Расчет потребности в приборах и метизах производим по конструкции изделия и заносим в Таблицу Размеры и типы из ГОСТ и ТУ.

Таблица 2.4 – Сводная ведомость расхода материалов на изготовление  
в количестве м<sup>2</sup>

№ п/п	Наименование материалов	ГОСТ (ТУ)	Ед. изм.	Норматив	Потребность на программу
1	Петля накладная ПН1-130	5088-94	шт/1000м <sup>2</sup>	1 454	87 240



Расчет потребности древесных материалов

Таблица 2.2 Расчет потребности древесных материалов

Наименование детали	Исходный материал				Размеры деталей в чистоте, мм			Объем деталей на одно изделие, м³/м²	Размеры деталей в заготовке, мм			Толщина по стандарту, мм	Объем заготовок на одно изделие	Коэффициент, % учитывающий производственных	Объем заготовок с производственными потерями, м³	Коэффициент, % учитывающий полезного выхода	Потребность в пиломатериалах, м³/м²
	Наименование	Порода	Сорт		Длина	Ширина	Толщина		Длина	Ширина	Толщина						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Баланс древесины при производстве (наименование изделий) в количестве \_\_\_\_\_м² (м³) в год

Таблица 2.3 Баланс древесины

№ п п	Наименование лесоматериалов (обрезные, необрезные и пр.)	Годовой расход на программу, м³			Отходы от раскроя, м³					Отходы при машинной обработке, м³, в том числе						Всего отходов, м³			В % от сырья			
		В сырье	В заготовках	В деталях	Всего	Обрезки		Опилки		Всего	Обрезки		Стружка		Опилки		Обрезки	Стружка	Опилки	Обрезки	Стружка	Опилки
						% (75)	Количество	% (25)	Количество		% (20)	Количество	% (70)	Количество	% (10)	Количество						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

## 2.6 Разработка технологического процесса, выбор и расчет технологического оборудования

Разработка технологического процесса является одним из основных этапов проектирования. Разработку технологического процесса следует начинать с составления пооперационных технологических карт.

Операционные технологические карты составляются на каждую деталь, на сборку узлов и изделие. В карту заносятся все технологические операции в той последовательности, в какой происходит обработка детали, с указанием станка, применяемого инструмента и приспособления. Кроме того, в карту заносят режим работы, норму времени на выполнение операции, разряд работы.

Для составления схемы технологического процесса изготовления изделия необходимо определить часовую производительность выбранного оборудования, норму времени на обработку одной заготовки или детали, потребное количество станко-часов для выполнения годовой программы, количество и процент загрузки выбранного оборудования.

Располагаемое количество станко-часов работы оборудования определено при расчете режима работы цеха.

Производительность станков проходного типа с продольным перемещением заготовок на режущий инструмент определяется по формулам.

**Производительность прирезного станка ЦДК4-3 определяем по формуле:**

$$П_{\text{час}} = \frac{60 \cdot u \cdot K_p \cdot K_m}{l_3 \cdot m}, \text{ шт/час}, \quad (6)$$

где  $u$  - скорость подачи станка, м/мин,

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

$K_m$  - коэффициент использования машинного времени,  $K_m = 0,8$ ;

$l_3$  - длина заготовок, м;

$m$  - число пропилов, приходящихся на одну заготовку  $4/3 = 1,33$ .

**Производительность фуговального станка СФ4-1 определяется по формуле:**

$$П_{\text{час}} = \frac{60 \cdot u \cdot K_p \cdot K_m \cdot n}{l_3 \cdot m_1 \cdot e}, \text{ шт/час}, \quad (7)$$

где  $u$  - скорость подачи станка, м/мин,

$n$  - количество одновременно обрабатываемых заготовок,  $n = 1$ ;

$m_1$  - среднее число проходов,  $m_1 = 2$ ;

$e$  - количество обрабатываемых сторон:

$e = 1$  при последующей обработке на четырехстороннем станке,

$e = 2$  при последующей обработке на рейсмусовом станке.

**При обработке в размер на рейсмусовом и четырехстороннем станках определяется по формуле:**

$$П_{\text{час}} = \frac{60 \cdot u \cdot K_p \cdot K_M \cdot n}{l_3 \cdot m_1}, \text{ шт/час}, \quad (8)$$

где  $u$  - скорость подачи станка, м/мин,

$n = 1$  - для четырехстороннего станка;

$n = 1$  - при калибровании створок;

$m_1 = 2$  - для рейсмусового станка;

$m_1 = 1$  - для четырехстороннего станка;

Производительность станков проходного типа с поперечным перемещением заготовок на режущий инструмент

**Производительность торцовочного станка ЦПА-40 определяем по формуле:**

$$П_{\text{час}} = 60 \cdot K_p \cdot (n - m) \cdot a \cdot b, \text{ шт/час}, \quad (9)$$

где  $K_p$  - коэффициент использования рабочего времени,  $K_p = 0,93$ ;

$n$  - число резов станка в мин.,  $n = 5$ ;

$m$  - число дополнительных резов на оторцовку и вырезку дефектных мест,  $m = 1$ ;

$a$  - кратность деталей в заготовке по длине,  $a = 1$ ;

$b$  - кратность деталей в заготовке по ширине,  $b = 1$  – для коробки,

$b = 3$  – для деталей полотна.

**Производительность двухстороннего шипорезного станка ШД10-3 определяется по формуле:**

$$П_{\text{час}} = \frac{60 \cdot u \cdot K_p \cdot K_M}{S_0}, \text{ шт/час}, \quad (10)$$

где  $u$  - скорость подачи станка, м/мин,  $u = 10$  м/мин;

$K_p$  - коэффициент использования рабочего времени,  $K_p = 0,8$ ;

$K_m$  - коэффициент использования машинного времени,  $K_m = 0,6$ ;

$S_o$  - расстояние между упорами подающего конвейера, м,  $S_o = 0,22$ .

**Производительность долбежного станка ДЦА-3 определяется по формуле:**

$$П_{\text{час}} = \frac{3600 \cdot K_p}{t_o \cdot z}, \text{ шт/час}, \quad (11)$$

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

$t_o$  - время цикла обработки,

гнезда под петли – 15 сек;

гнезда под замок и импост – 30 сек;

заделка сучков – 10 сек;

$z$  - количество фрезеруемых пазов и гнезд:

гнезда под петли – 2 шт.

гнезда под замок – 1 шт.

гнезда под импост – 1 шт.

заделка сучков – 2 шт.

**Производительность ваймы ВГК, ВГО для сборки створок и коробок определяется по формуле:**

$$П_{\text{час}} = \frac{3600 \cdot K_p}{t_{\text{ц}}}, \text{ шт/час}, \quad (12)$$

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

$t_{\text{ц}}$  - время цикла сборки,  $t_{\text{ц}} = 45$  сек.

- время цикла сборки,  $t_{\text{ц}} = 90$  сек.

**Производительность станка ЦФ-2 для обгонки изделий (обработки по периметру) определяется по формуле:**

$$П_{\text{час}} = \frac{60 \cdot u \cdot K_p \cdot K_m}{l}, \text{ шт/час}, \quad (13)$$

где  $l$  - длина обрабатываемой поверхности (по периметру);

$u$  - скорость подачи станка, м/мин.

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

$K_m$  - коэффициент использования машинного времени,  $K_m = 0,8$ ;

**Производительность сверлильного станка СВСА-2 определяется по формуле:**

$$\Pi_{\text{час}} = \frac{3600 \cdot K_p}{t \cdot z}, \text{ шт/час}, \quad (14)$$

где  $z$  - количество высверливаемых отверстий;

$t$  - время цикла обработки.

**Производительность гидравлического пресса П713-А для склеивания дверного полотна определяется по формуле:**

$$\Pi_{\text{час}} = \frac{60 \cdot m \cdot n \cdot K_p}{t_{\text{ц}}}, \text{ шт/час}, \quad (15)$$

где  $K_p$  - коэффициент использования рабочего времени,  $K_p = 0,8$ ;

$m$  - число этажей пресса,  $m = 10$ ;

$n$  - количество щитов в одном пролете пресса,  $n = 1$ ;

$t_{\text{ц}}$  - время цикла прессования,  $t_{\text{ц}} = 20$  мин.

**Производительность цилиндрических и широколенточных шлифовальных станков определяется по формуле:**

$$\Pi_{\text{час}} = \frac{T \cdot u \cdot K_p \cdot K_m}{l \cdot n}, \text{ шт/час}, \quad (16)$$

где  $T$  - продолжительность смены,  $T = 480$  мин;

$u$  - скорость подачи станка м/мин,

$K_p$  - коэффициент использования рабочего времени,  $K_p = 0,85$ ;

$K_m$  - коэффициент использования рабочего времени,  $K_m = 0,75$ ;

$l$  - длина дверного полотна, м;

$n$  - количество обрабатываемых сторон,  $n = 2$ .

После определения производительности каждого станка при обработке каждой детали рассчитываем норму времени на обработку одной детали. Норму времени определяем по формуле:

$$N = \frac{60}{P_{\text{час}}} \cdot n, \text{ мин}, \quad (17)$$

где  $P_{\text{час}}$  - часовая производительность станка, шт/час;

$n$  - количество деталей.

Затем производим расчет потребного количества станко-часов для выполнения годовой программы по формуле:

$$T_{\text{потр}} = \frac{t_{\text{шт}} \cdot P_6 \cdot K}{60}, \text{ ст/час}, \quad (18)$$

где  $t_{\text{шт}}$  - норма времени на изделие, мин;  $t_{\text{шт}} = \sum N$ ;

$P_6$  - годовая программа в штуках изделий;

$K$  - коэффициент, учитывающий производство деталей с запасом на отбраковку,  $K = 1,05$ .

Затем определяем расчетное количество деревообрабатывающих станков по формуле:

$$P_p = \frac{T_{\text{потр}}}{T_{\text{ф}}}, \text{ шт}, \quad (19)$$

где  $T_{\text{потр}}$  - потребное количество станко-часов на годовую программу;

$T_{\text{ф}}$  - располагаемое количество станко-часов.

Производим округление расчетного количества станков до целого числа и определяем процент загрузки станка по формуле:

$$\%_{\text{заг}} = \frac{P_p}{P_{\text{пр}}} \cdot 100\%, \quad (20)$$

где  $P_p$  - расчетное количество станков;

$P_{\text{пр}}$  - принятое количество станков.

На основе выполненных расчетов составляется схема технологического процесса изготовления изделия.

Схема технологического процесса

Таблица 2.4-Схема технологического процесса

Наименование детали	Порода древесины	Количество деталей в изделии	Размеры деталей в чистоте			Операции						
			Длина	Ширина	Толщина	Поперечный раскрой	Продольный раскрой	Создание базовой поверхности	Обработка в размер на 4-х стор.	Заделка сучков	Нарезание шипов и проушин	и т.д
Оборудование												
ЦПА-40	ЦДК4-2	СФ4-1	С25-3	СВСА2	ШД10-3	и т.д						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

## 2.7 Расчет производственных площадей

Расчет производственных площадей производится по нормам, занимаемым каждой единицей технологического оборудования, с учетом площадей, занятых подstopными местами. Расчет площади, занятой оборудованием, производится в табличной форме.

Таблица 2.5 – Расчет площади цеха

Наименование оборудования или рабочих мест	Марка станка	Кол-во единиц об-ния и рабочих мест	Норма площади на единицу об-ния, м <sup>2</sup>	Необходимая площадь, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
<i>Торцовочный станок</i>	<i>ЦПА-40</i>	<i>1</i>	<i>41,0</i>	<i>41,0</i>
<i>Всего:</i>				

Расчетную площадь цеха увеличиваем на 40% для обеспечения проходов, проездов, необходимых разрывов между оборудованием.

$$F_n = F_p \cdot 1,4, \text{ м}^2, \quad (21)$$

где  $F_n$  - производственная площадь цеха, м<sup>2</sup>;

$F_p$  - расчетная площадь цеха, м.

Принимаем длину цеха кратную шести и равную 24 м и определяем ширину цеха по формуле:

$$B = \frac{F_n}{l}, \text{ м}$$

## 2.8 Расчет потребности в дереворежущем инструменте

Необходимое количество дереворежущего инструмента для выполнения годового задания определяем для каждого деревообрабатывающего станка цеха. Расчет количества инструмента производим по формуле:

$$P = \frac{100 \cdot N \cdot n}{\frac{a}{b} \cdot t \cdot (100 - q)}, \text{ шт}, \quad (22)$$

где  $N$  - число часов работы инструмента в год,  $N = T_{\text{потр}}$ ;

$n$  - количество однотипного инструмента, установленного на станке, шт.;

$a$  - величина допустимого стачивания инструмента при переточках, мм;

$b$  - величина стачивания инструмента за одну переточку, мм;



$t$  - время работы инструмента без переточки, час;

Таблица 2.6 – Ведомость оборудования деревообрабатывающего цеха

Наименование станка	Марка станка	Кол-во станков	Тип инструмента	Количество инструмента на станке	Всего
1	2	3	4	5	6
Торцовочный станок	ЦПА-40	1	дисковая пила	1	1

Всего:

дисковая пила – 8 шт.

нож – 10 шт.

.....

Затем подсчитываем общее количество дереворежущего инструмента для работы цеха по видам:

дисковая пила – 31 шт

## 2.9 Расчет потребности в абразивном инструменте

Потребность цеха в абразивном инструменте для подготовки дереворежущего инструмента определяем по формуле:

$$A = b_a \cdot \frac{p \cdot a}{b}, \text{ шт}, \quad (23)$$

где  $b_a$  - норма расхода абразивного инструмента для подготовки дереворежущего инструмента;

$p$  - количество дереворежущего инструмента, подлежащего подготовке, шт.

$a$  - величина допустимого стачивания инструмента при переточке, мм;

$b$  - величина стачивания инструмента за одну переточку, мм.

После определения количества необходимо указать вид и марку абразивного инструмента. Расчет производится по каждому виду дереворежущего инструмента.

## 2.10 Выбор и расчет заточного оборудования

Количество заточных станков для заточки дереворежущего инструмента цеха определяем по формуле:

$$C = \frac{t \cdot m}{T \cdot K}, \text{ шт}, \quad (24)$$

где  $t$  - длительность заточки (вальцевание, плющение) одного инструмента, мин.;

$m$  - количество инструмента, подлежащего подготовке на данной операции, шт.

$T$  - продолжительность смены, мин.;

Затем необходимо определить процент загрузки оборудования для подготовки дереворежущего инструмента и подобрать марки заточных станков

### 2.1.1 Расчет внутрицехового транспорта

Расчет внутрицехового транспорта сводится к определению потребного количества электротележек для перевозки заготовок.

Габарит укладки заготовок на тележке определяется по формуле:

$$V_n = L \cdot B \cdot H, \text{ м}^3, \quad (25)$$

где  $L$  - наибольшая длина заготовок, м;

$B$  - ширина пакета заготовок на тележке,  $B = 1,0$  м;

$H$  - высота пакета заготовок,  $H = 0,8$  м.

Объем плотной массы, перевозимой тележкой, определяем по формуле:

$$V_{пл} = V_n \cdot K, \text{ м}^3, \quad (26)$$

где  $K$  - коэффициент укладки пакета,  $K = 0,7$ .

Количество перерабатываемого сырья в смену определяем по формуле:

$$V_{см} = \frac{V_{год}}{D_p \cdot m}, \text{ м}^3, \quad (27)$$

где  $V_{год}$  - потребное количество сырья для выполнения годовой программы,  $\text{м}^3$ ;

$D_p$  - количество рабочих дней в году;

$m$  - количество смен работы цеха.

Количество стеллажей заготовок, находящихся в движении определяем по формуле:

$$N_{стел} = \frac{V_{см}}{V_{пл}}, \text{ шт}, \quad (28)$$

где  $V_{см}$  - количество перерабатываемого сырья в смену,  $м^3$ ;

$V_{пл}$  - объем плотной массы,  $м^3$

Количество перевозок заготовок по цеху определяем по формуле:

$$M = N_{стел} \cdot N_{ст} \cdot K', \text{ шт}, \quad (29)$$

$N_{ст}$  - число групп станков одного назначения (из схемы технологического процесса), шт.;

$K'$  - коэффициент, учитывающий неучтенные перевозки,  $K' = 1,3$ .

Сменную производительность тележки определим по формуле:

$$П_{см} = \frac{T \cdot K}{t}, \text{ шт}, \quad (30)$$

где  $T$  - время смены, мин.;

$K'$  - коэффициент использования рабочего дня,  $K' = 0,8$ ;

$t$  - время одной перевозки,  $t = 3$  мин.

Расчетное количество тележек определяем по формуле:

$$n_p = \frac{M}{П_{см}}, \text{ шт}, \quad (31)$$

принимая одну тележку в резерв. Тогда общее количество тележек для выполнения годовой программы определяется по формуле:

$$n = n_p + 1 \quad (32)$$

где  $n_p$  - расчетное количество тележек, шт.

$$n = 2 + 1 = 3 \text{ шт.}$$

## 2.12 Описание технологического процесса

Технологическим процессом называют ту часть производственного процесса, которая непосредственно связана с изменением размеров, форм и свойств перерабатываемых материалов.

Условно технологический процесс производства дверных блоков можно разделить на два потока: изготовление дверной коробки и изготовление дверного полотна.

### **3 ОХРАНА ТРУДА**

#### **3.1 Производственная санитария**

Производственная санитария согласно ГОСТ 12.0.002-80, СТ СЭВ 1084-78 – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Условия труда определяются технологией производства, его организацией и трудовым процессом, с одной стороны, и окружающей работающего санитарно-гигиенической обстановкой – с другой стороны.

#### **3.2 Противопожарная техника безопасности**

Противопожарная техника безопасности - совокупность мер и правил по обеспечению достойного уровня безопасности труда, защиты от производственных травм повышает производительность труда в целом. Техника безопасности опирается на определенные требования к специфике деятельности предприятия, условия труда и количество работников предприятия.

#### **3.3 Техника безопасности цеха**

Под техникой безопасности подразумевается комплекс мероприятий технического и организационного характера, направленных на создание безопасных условий труда и предотвращение несчастных случаев на производстве.

### **4 ОХРАНА ПРИРОДЫ**

Охрана природы — это система научно обоснованных международных, государственных и общественных мер, направленных на рациональное использование, воспроизводство и охрану природных ресурсов, на защиту природной среды от загрязнения и разрушения в интересах существующих и будущих поколений людей.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. ГОСТ 26601-85. Окна и балконные двери деревянные для малоэтажных жилых домов. Типы, конструкции и размеры
2. ГОСТ 6629-88 Двери деревянные внутренние для жилых и общественных зданий. Типы и конструкция.
3. Дуркин, Н.Г. Методическое пособие для выполнения расчетно-технологической части курсовых и дипломных проектов на тему «Производство столярно-строительных изделий» для специальности 35.02.03 [Текст]: Дуркин Н.Г. – Ухта: УГТУ ПЭЛК, 2015. – 31с.
4. Ключев, Г. И. Мастер столярного производства [Текст] учебное пособие для начального профессионального Образования / Г. И. Ключев – М.: Издательство «Академия», 2015-320 с.
5. Меньшиков Б.Е., Курдышева Е.В. Технология и оборудование лесных складов и деревообрабатывающих цехов. [Текст]: справочные материалы к части I учебно-методического пособия. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. — 40 с.

**Меньшиков Б.Е., Курдышева Е.В. Технология и оборудование лесных складов и деревообрабатывающих цехов. [Текст]: справочные материалы к части I учебно-методического пособия. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. — 40 с.**

#### Расстановка оборудования и организация рабочих мест

При разработке плана цеха с расстановкой оборудования и организацией рабочих мест необходимо учитывать определенные правила и требования, предъявляемые к технологическим процессам. При расстановке оборудования необходимо руководствоваться схемой технологического процесса, которая определяет движение деталей в процессе обработки от станка к станку, от одного рабочего места к другому, последовательность сборки и комплектования изделий.

При вычерчивании плана расстановки оборудования нужно пользоваться общепринятыми условными изображениями (каждому типу станка соответствует свое условное изображение) с учетом габаритов станка или линии в принятом масштабе. Обычно для вычерчивания планировок пользуются масштабом 1:100, а для крупных цехов – 1:200.

При размещении станков в цехе необходимо обеспечить прямоточность производства, обеспечивая кратчайшие пути движения деталей в процессе обработки и не допуская обратных, кольцевых и петлеобразных движений, создающих встречные потоки и затрудняющих транспортировку деталей и сборочных единиц. Для расстановки оборудования могут использоваться цепной (последовательный) и групповой методы расстановки оборудования. Последний используется чаще всего при небольших объемах производства.

Рациональная организация рабочего места предусматривает создание необходимых условий удобства и безопасности работы: удобство положения работающего, правильное расположение обработанных и подлежащих обработке материалов, возможность беспрепятственного подвоза заготовок для обработки и вывоза обработанных деталей, удобство наладки станка и смены инструмента, возможность удаления отходов и т.д. Рабочие места следует располагать так, чтобы материал для обработки, как правило, поступал справа налево по отношению к работающему и обеспечивались наиболее благоприятные условия естественного освещения рабочего места. Высота штабелей у станков должна быть не более 1,7 м от уровня пола.

При обработке деталей партиями, а также для обеспечения требуемых технологических выдержек после операций склеивания, облицовывания, сборки и т.п. необходимо предусматривать места для размещения этих деталей. Площадь этих мест зависит от производительности оборудования и режимного времени выдержки.

Место рабочего располагается перед станком на площадке шириной 750–1000 мм и обозначается кружком диаметром 500 мм (с учетом выбранного масштаба чертежа). Кружок для обозначения основного рабочего (станочника) делится диаметром пополам. Одна половина заштриховывается так, чтобы светлая часть кружка, обозначающая лицо

рабочего, была обращена к станку. Кругок, обозначающий подсобного рабочего, не заштриховывается.

Расстояния между оборудованием и элементами зданий должны быть не менее:

- от тыльной или боковой стороны (наиболее выступающей движущейся части станка) до стены – 0,6 м;
- от продольной стороны складочного места до стены – 1 м;
- между тыльной стороной станка и продольной стороной складочного места соседнего станка – 1 м;
- между тыльными сторонами станков (наиболее выступающих частей) – 0,7 м;
- между торцовыми сторонами складочных мест при транспортировке деталей безрельсовыми тележками: для деталей длиной до 2 м – 1 м, для деталей длиной более 2 м – 1,5 м, при одностороннем движении тележек с подъемной платформой (для материалов любой длины) – 2 м. Если на станках обрабатываются детали длиной более 2 м, то впереди и позади станка должны быть предусмотрены дополнительные опоры в виде приставных столов с гладкой или роликовой поверхностью.

Удаление опилок, щепы, стружек, пыли и кусковых отходов должно быть механизировано. Опилки и стружки должны удаляться с помощью пневмотранспортных установок. Оборудование, работа на котором сопровождается вредными выделениями (шлифовальные станки, оборудование для отделки), нужно устанавливать в изолированных и оборудованных усиленной вентиляцией помещениях.

Ширина главного продольного прохода, предназначенного для транспортировки продукции и движения людей, определяется габаритами транспортных средств с учетом наибольших размеров перевозимых деталей, выступающих за пределы платформы. При движении самоходного транспорта в одном направлении рабочая ширина главного прохода принимается равной 1200 мм плюс необходимая ширина рабочих зон у станков, расположенных около главного прохода. Общая ширина (расстояние между двумя разделенными главным проходом станками) в этом случае должна составлять от 2000 до 2800 мм в зависимости от положения станков относительно прохода. При двухстороннем движении транспорта общая ширина прохода должна быть 3600–4400 мм соответственно. Второстепенные проходы, образуемые между станками, служат в основном для прохода людей к станкам. Их число зависит от числа рядов станков внутри пролета. При расположении станков в два ряда посередине пролета оставляют продольный проход для транспорта. При любом способе расположения станков рабочие места должны находиться со стороны прохода, что облегчает их обслуживание, а также снабжение заготовками и деталями.

Площадь, занимаемая рабочим местом, включает площади под оборудование, основные и вспомогательные устройства, площади зоны обслуживания оборудования (в том числе складочные места и места хранения межоперационных запасов заготовок и деталей), площади, предназначенные для технологических выдержек деталей, количество которых обычно принимают равным полусменному заданию. Совокупная площадь рабочих мест, включая площадь проходов и проездов, составляет производственную площадь цеха, предприятия.

В производственную площадь не входят площади, занятые под лестничные клетки, бытовые и конторские помещения, отдельно расположенные склады полуфабрикатов и готовых изделий, помещения инструментальных мастерских, клееварок, компрессорных, вентиляционных камер, кладовых, лако- и краскоприготовительных, площади, занятые

сушилками для древесины, ремонтно-механическими мастерскими и другими вспомогательными помещениями.

Площадь, занятая рабочими местами, составляет в среднем около 60 % всей производственной площади, а на проходы и проезды приходится около 40 %. Для расчета производственной площади под оборудование можно использовать примерные нормы площадей на единицу оборудования.

Площади, занимаемые конвейерами, полуавтоматическими и автоматическими линиями, определяются прямым обмером и фактическим размером оборудования, включая зоны обслуживания. Расчет производственных площадей сводится к определению площадей под оборудование, межоперационные склады, к суммированию площадей обоих видов и делению суммы на коэффициент 0,6. Производственные участки и вспомогательные отделения цеха располагают на плане в направлении, диктуемом общим производственным потоком. Склад материалов и заготовок иногда бывает целесообразно объединять с отделением раскроя, разместив их в начале здания. При значительной длине цеха через каждые 50 м устраивают поперечные проезды шириной от 3 до 4 м.

На плане цеха должны быть изображены все элементы рабочего места: оборудование, местоположение рабочего во время работы, верстаки и столы с учетом их размеров в выбранном масштабе, подstopные места для подлежащих обработке и обработанных деталей, транспортные устройства, относящиеся к данному рабочему месту, площадки для контроля временного хранения деталей и др., а также показаны некоторые грузоподъемные и транспортные устройства (мостовые и другие краны, кран-балки, тельферы, рольганги, лифты, конвейеры и др.). Штрих-пунктирными линиями обозначаются проходы и проезды, а штриховыми линиями – туннели и ямы. Места хранения межоперационных запасов заготовок и деталей, промежуточные склады и места технологических выдержек очерчиваются по габаритам (в масштабе) тонкой сплошной линией в виде прямоугольника с проведенными диагоналями.

На план должны быть нанесены колонны с осями и обозначением номера, наружные, внутренние стены и перегородки, окна, ворота, двери и тамбуры. Должны быть приведены все необходимые размеры: ширина пролетов, шаг колонн, общая длина пролетов и всего цеха, общая ширина цеха, название и площадь каждого вспомогательного отделения или участка, расстояния от станков до колонн и между станками.

Станки, ковейеры, линии, складские площади, грузоподъемные и транспортные устройства, нанесенные на план, обозначаются порядковыми номерами и вносятся под этими номерами в спецификацию.

Дверные проемы в производственных и вспомогательных помещениях следует проектировать без порогов с открыванием в сторону ближайших общих выходов. Выходные двери и ворота должны открываться наружу. Ширина дверного проема должна быть не менее 1 м. У наружных входов в цех должны предусматриваться тамбуры.

## Технологическая карта

[illegible]



## Припуски на строгание с предварительным фугованием

Группа строгания	Длина деталей, м	Номинальная ширина деталей, мм	Наибольшие припуски при строгании с двух сторон, мм											
			При номинальной толщине деталей						При номинальной ширине деталей					
			до 30		свыше 30 до 95		свыше 95 до 170		до 30		свыше 30 до 95		свыше 95 до 200	
			хвойный	лиственных	хвойный	лиственных	хвойный	лиственных	хвойный	лиственных	хвойный	лиственных	хвойный	лиственных
I	От 0,4 до 1,6	До 95 Свыше 95 до 200	4 5	5 6	5 6	6 7	6 7	7 8	5 6	6 6	6 7	7 7	8 8	
II	От 1,7 до 2,5	До 95 Свыше 95 до 200	5 6	6 7	6 7	7 8	7 8	8 9	6 7	7 7	7 8	8 8	9 9	
III	От 2,6 до 4,0	До 95 Свыше 95 до 200	6 7	7 8	7 8	8 9	8 9	9 10	7 8	8 8	8 9	9 9	10 10	

## Припуски на строгание без предварительного фугования

Группы строжки	При строгании по толщине с двух сторон			При строгании по ширине с двух сторон	
	Номинальная толщина детали, мм	Наибольшие припуски, мм		Номинальная ширина деталей, мм	Наибольшие припуски для хвойных и лиственных пород, мм
		Для хвойных пород	Для лиственных пород		
I	До 30 Свыше 30 до 50 Свыше 50 до 175	4,0 5,0 6,0	5,0 6,0 7,0	До 55 Свыше 55 до 95 Свыше 95 до 200 Свыше 200 до 295	5,0 6,0 7,0 8,0
II	До 30 Свыше 30 до 95 Свыше 95 до 175	3,0 4,0 5,0	3,5 4,5 5,5	До 55 Свыше 55 до 95 Свыше 95 до 200 Свыше 200 до 295	4,0 5,0 6,0 7,0
III	До 175	2,0	2,5	До 55 Свыше 55 до 95 Свыше 95 до 200 Свыше 200 до 295	3,0 4,0 5,0 6,0

## Припуски на торцевание деталей

Длина деталей, мм	Припуски на торцевание деталей, мм (на оба торца)	
	Нефанерованные бруски	Фанерованные бруски
До 1000 мм	15 - 20	20 - 25
Свыше 1000 мм	20 - 25	25 - 30

*Трудозатраты на подготовку режущих инструментов*

Инструмент	Операция	Продолжительность операции $t_{оп}$ , мин, для инструмента	
		стального	С пла- стинками из твёр- дого сплава
Рамные пилы	Приклёпка планок к одному концу пилы	10	10
	Правка и вальцевание полотна	5	5
	Плющение и формование зубьев	3	-
	Заточка зубьев	4	100
Ленточные пилы делительные	Пайка концов пилы	50-65	-
	Правка и вальцевание	40	-
	Плющение зубьев	45-70	-
	Формование зубьев	30-50	-
Ленточные пилы столярные	Заточка зубьев	30-35	-
	Правка концов	8-10	-
	Заточка зубьев	20-25	-
Круглые пилы	Правка	10-15	5-8
	Фуговка по окружности	-	3-5
	Развод зубьев на станке	2-5	-
	Плющение зубьев (вручную)	30-40	-
	Заточка	10-15	40-80
	Доводка	-	20-35
Ножи плоские для фрезерования	Балансировка	-	5-10
	Заточка	4-12	6-18
	Доводка	1-3	2-8
	Балансировка	2-4	2-4
Фрезы цельные	Заточка	15	20-35
	Доводка	4	8-15
	Балансировка	6	3-6
Фрезы концевые	Заточка	4	-
	Доводка	2	-
	Балансировка	2	-
Свёрла	Заточка	6-10	-
Цепочки фрезерные	То же	9	-
Гнездовые фрезы (долбежные)	»	5-7	-

*Данные для расчёта расходного фонда дереворежущего инструмента*

Инструмент	Продолжительность в работе инструмента	Величина уменьшения рабочей части	Величина допускаемого стачивания	Процент на поломку и непредвиденные
Пилы круглые стальные	4	0,6-0,8	20-35	5
Пилы дисковые с пластинками из твёрдого сплава	30	0,20-0,25	6-8	15
Ленточные пилы столярные	4	0,3-0,4	5-40	15
Ленточные пилы делительные	4	0,5-0,7	25-100	15
Ножи плоские для фрезерова- ния древесины, типа I и II	8	0,2-0,3	10-25	5
Ножи сборных фрез с пласти- нками из твёрдого сплава	40	0,15-0,2	8-10	5
Фрезы цельные (насадные)	8	0,15-0,3	15-25	5
Фрезы цельные с пластинками из твёрдого сплава	40	0,15-0,2	8-10	5
Фрезы концевые	4	0,1-0,15	2-3	20
Свёрла	4	0,2-0,3	20-40	15
Фрезерные цепочки	4	0,15-0,2	3	15
Гнездовые фрезы (долбежные)	4	0,15-0,3	6	10

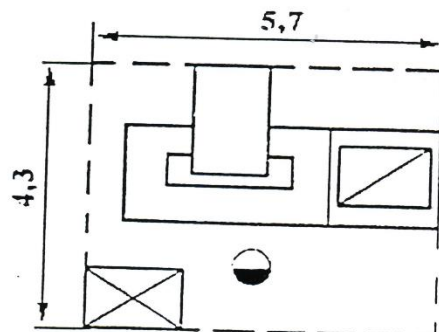


Схема организации рабочего места у  
ребросклеивающего станка PC-9, F = 24,5 м<sup>2</sup>

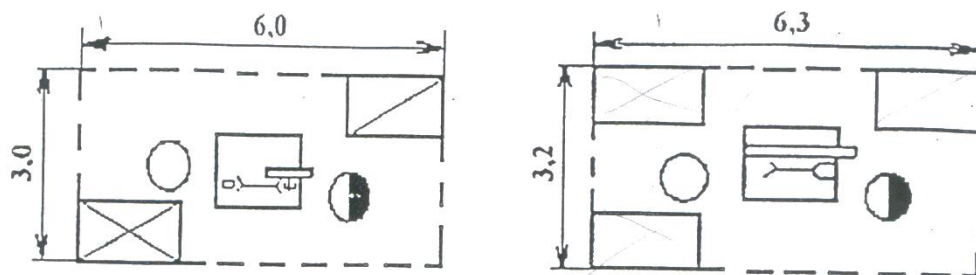


Схема организации рабочего места у однопильного круглопильного станка для продольного раскря пиломатериалов: а—ЦА-2А;  $F=18,0 \text{ м}^2$ ;  
б—ЦДК4-3,  $F=20,2 \text{ м}^2$

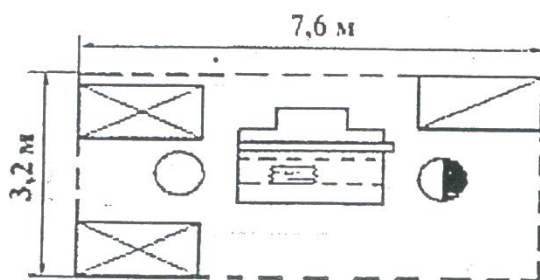


Схема организации рабочего места у многопильного круглопильного станка для продольного раскря пиломатериалов:

ЦДК5-2 а=7,6 м, в=3,2 м,  $F=24,3 \text{ м}^2$ ; ЦМР-2 а=6,5 м, в=3,4 м,  $F=22,1 \text{ м}^2$

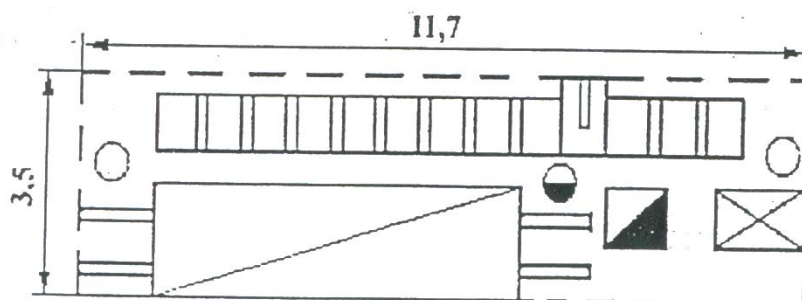


Схема организации рабочего места у круглопильного станка для поперечного раскря пиломатериалов ЦМЭ-3А,  $F=41 \text{ м}^2$

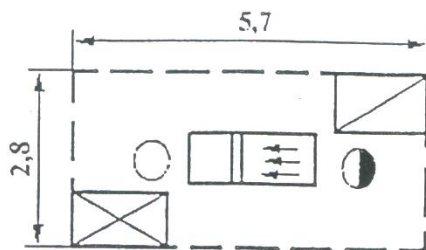


Схема организации рабочего места у одностороннего фуговального станка с механической подачей СФК6,  $F=16 \text{ м}^2$

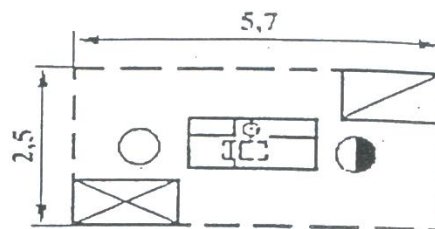


Схема организации рабочего места у двустороннего фуговального станка с механической подачей С2Ф4,  $F=14,3 \text{ м}^2$

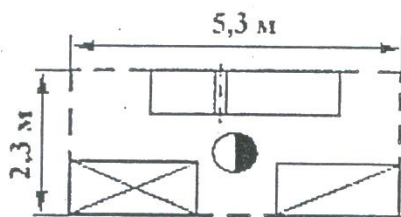


Схема организации рабочего места у одностороннего фуговального станка с ручной подачей:  
СФ4  $a=5,3 \text{ м}$ ,  $b=2,3 \text{ м}$ ,  $F=12,2 \text{ м}^2$ ;  
СФ6  $a=5,1 \text{ м}$ ,  $b=3,0 \text{ м}$ ,  $F=15,3 \text{ м}^2$

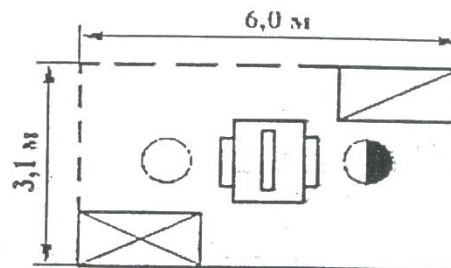


Схема организации рабочего места у одностороннего рейсмусового станка:  
СР3  $a=6,0 \text{ м}$ ,  $b=3,1 \text{ м}$ ,  $F=18,6 \text{ м}^2$ ;  
СР6  $a=6,0 \text{ м}$ ,  $b=3,1 \text{ м}$ ,  $F=18,6 \text{ м}^2$ ;  
СР8  $a=6,0 \text{ м}$ ,  $b=3,0 \text{ м}$ ,  $F=18,0 \text{ м}^2$ ;  
СР12  $a=6,9 \text{ м}$ ,  $b=3,4 \text{ м}$ ,  $F=23,5 \text{ м}^2$

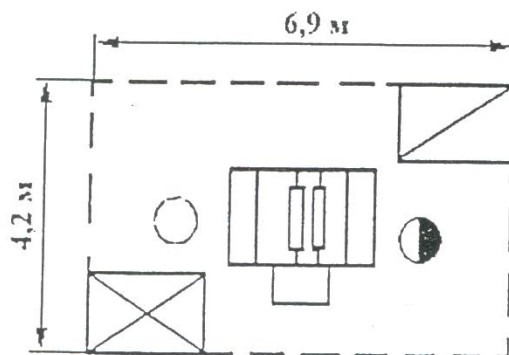


Схема организации рабочего места у двустороннего рейсмусового станка:  
С2Р8  $a=6,9 \text{ м}$ ,  $b=4,2 \text{ м}$ ,  $F=29,0 \text{ м}^2$ ;  
С2Р12  $a=7,6 \text{ м}$ ,  $b=4,4 \text{ м}$ ,  $F=33,5 \text{ м}^2$



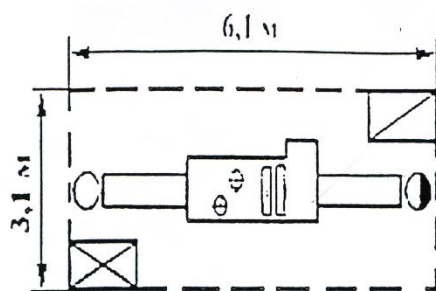


Схема организации рабочего места у четырехстороннего продольно-фрезерного станка:

C10  $a=6,1$  м,  $b=3,1$  м,  $F=18,9$  м<sup>2</sup>

C16  $a=7,6$  м,  $b=3,0$  м,  $F=22,8$  м<sup>2</sup>

C26  $a=9,0$  м,  $b=3,2$  м,  $F=28,8$  м<sup>2</sup>

C25  $a=8,2$  м,  $b=3,3$  м,  $F=27,0$  м<sup>2</sup>

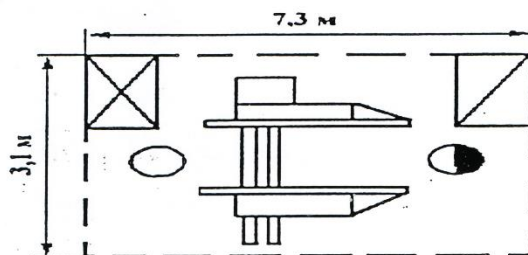


Схема организации рабочего места у концеванителя двухпильного:

Ц2К12  $a=7,3$  м,  $b=3,1$  м,  $F=22,6$  м<sup>2</sup>;

Ц2К20  $a=8,1$  м,  $b=3,1$  м,  $F=25,1$  м<sup>2</sup>

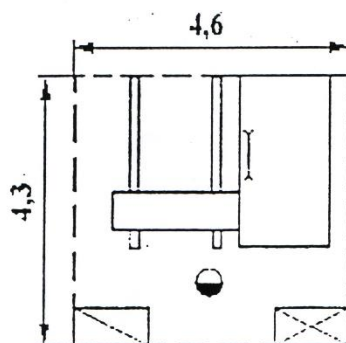


Схема организации рабочего места у круглопильного станка для поперечного раскроя с кареткой  $F=19,7$  м<sup>2</sup>

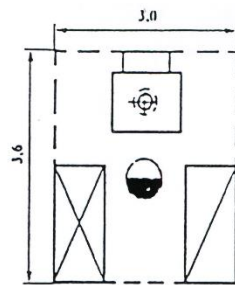


Схема организации рабочего места у одношпиндельного фрезерного станка с нижним расположением шпинделя ФС,  $F=10,8 \text{ м}^2$

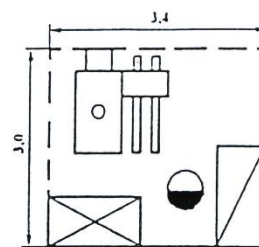


Схема организации рабочего места у одношпиндельного фрезерного станка с нижним расположением шпинделя с кареткой ФСШ,  $F=10,2 \text{ м}^2$

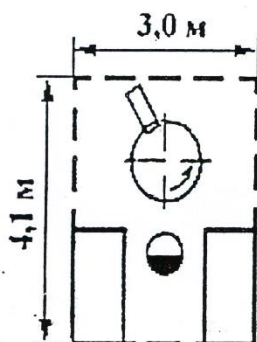


Схема организации рабочего места у одношпиндельного фрезерного карусельного станка:  
Ф1К  $a=3,0 \text{ м}$ ,  $b=4,1 \text{ м}$ ,  $F=12,3 \text{ м}^2$ ;  
Ф2К  $a=4,0 \text{ м}$ ,  $b=5,5 \text{ м}$ ,  $F=22,0 \text{ м}^2$

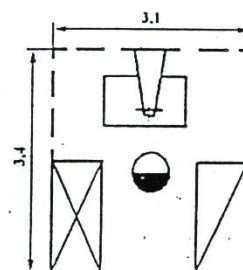


Схема организации рабочего места у фрезерного копировального станка ВФК-2,  $F=10,5 \text{ м}^2$

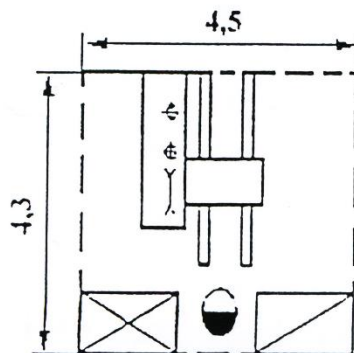


Схема организации рабочего места у одностороннего рамного шипорезного станка ШО16-4,  $F=19,4 \text{ м}^2$

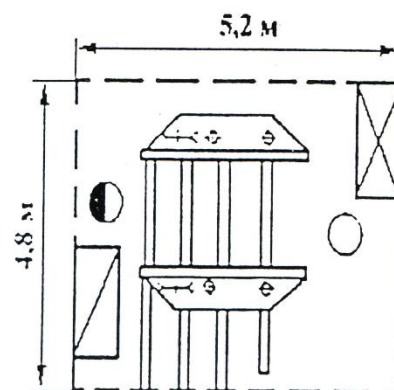


Схема организации рабочего места у двухстороннего рамного шипорезного станка:  
ШД10  $a=5,2 \text{ м}$ ,  $b=4,8 \text{ м}$ ,  $F=25,0 \text{ м}^2$ ;  
ШД16  $a=7,0 \text{ м}$ ,  $b=4,2 \text{ м}$ ,  $F=29,4 \text{ м}^2$

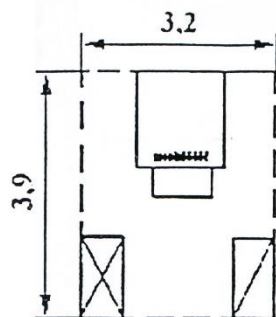


Схема организации рабочего места у одностороннего ящичного шипорезного станка для резки прямых шипов ШПА-40,  $F = 12,5 \text{ м}^2$

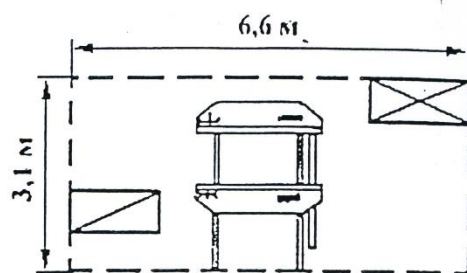


Схема организации рабочего места у двустороннего ящичного шипорезного станка для резки прямых шипов:  
Ш2ПА  $a=6,6 \text{ м}$ ,  $b=3,1 \text{ м}$ ,  $F=20,5 \text{ м}^2$ ;  
Ш2ПА-2  $a=5,3 \text{ м}$ ,  $b=4,5 \text{ м}$ ,  $F=23,8 \text{ м}^2$

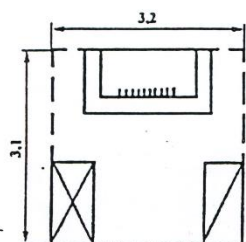


Схема организации рабочего места у ящичного шипорезного станка для резки шипов «ласточкин хвост» ШЛХ-3,  $F=9,9 \text{ м}^2$

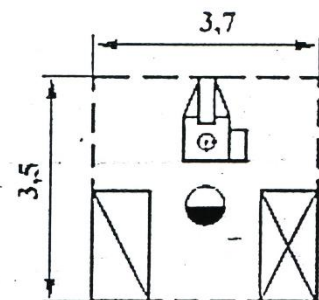


Схема организации рабочего места у одношпиндельного вертикально - сверлильного станка СВА,  $F=10,9 \text{ м}^2$

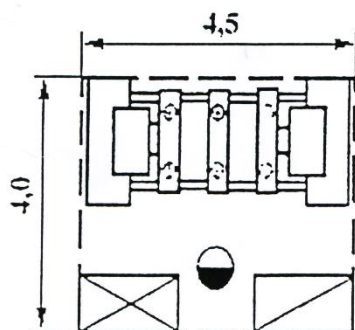


Схема организации рабочего места у многошпиндельного комбинированного сверлильного станка СГВП-1,  $F=18,0 \text{ м}^2$

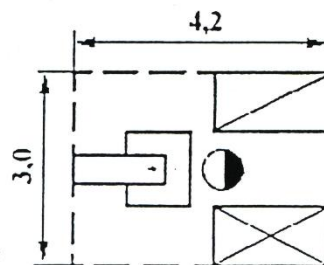


Схема организации рабочего места у сверлильного станка для высверливания и заделки сучков СВСА-2,  $F=12,6 \text{ м}^2$



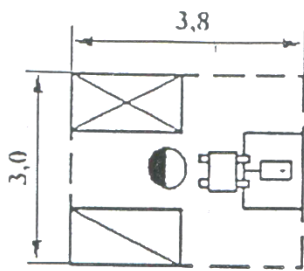


Схема организации рабочего места у  
сверлильно-пазовального станка  
СВПА-2,  $F = 11,4 \text{ м}^2$

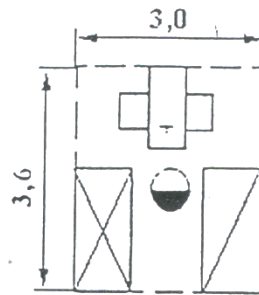


Схема организации рабочего места у  
цепнодолбежного станка  
ДЦА-3,  $F = 10,8 \text{ м}^2$

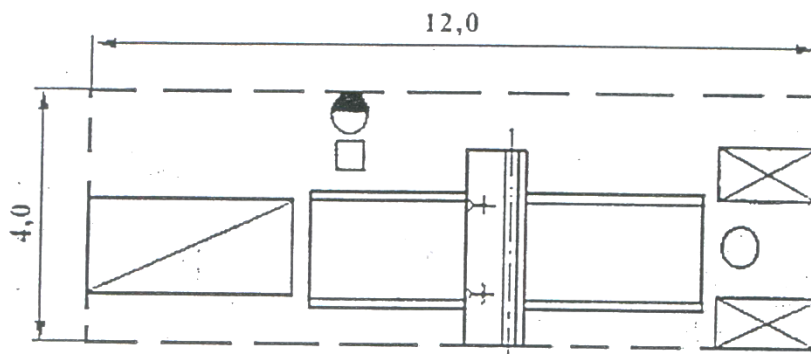


Схема организации рабочего места у трехпильного форматно-обрезного станка  
ЦТЗФ-1,  $F = 48,0 \text{ м}^2$

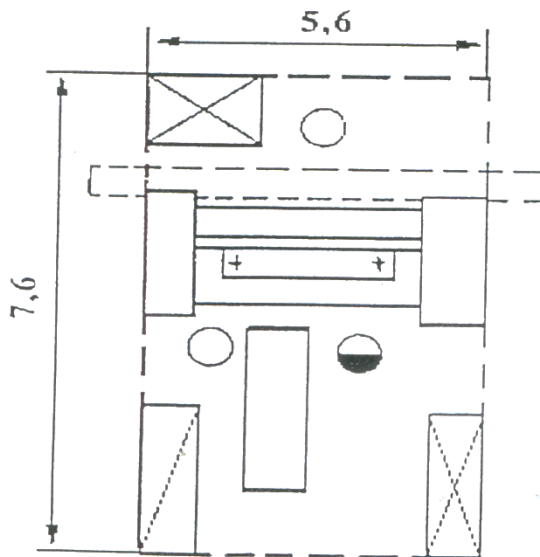


Схема организации рабочего места у гильотинных ножниц НГ-28,  $F = 42,6 \text{ м}^2$

**МИНОБНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Ухтинский государственный технический университет»  
(УГТУ)**

**Индустриальный институт (среднего профессионального образования)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Для выполнения расчетно-технологической части дипломных проектов на тему  
«Проект организации работ цеха по переработке дровяной древесины на базе установки  
УПЩ»

для специальности 35.02.03 Технология деревообработки

Разработал преподаватель ИИ (СПО)

Семкичева А. Н.

# 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Введение

В отличие от деревообрабатывающих производств, использующих в качестве сырья бревна, доски или бруски, измеренные по длине в метрах, а по ширине в сантиметрах, химические и химико-механические предприятия перерабатывают в готовую продукцию лишь предварительно измельченную древесину, измеряемого в миллиметрах. Именно эти коренные измерения в требования к размерам перерабатываемого сырья оказали решающую и прогрессивную роль в реконструкции сырьевого баланса целлюлозно-бумажной промышленности и позволили осуществить идею получения технологической щепы из низкокачественной древесины.

Технологической щепой называются древесные частицы, получаемые в результате измельчения древесного сырья рубильными машинами или специальными рабочими узлами (фрезами) в составе технологических линий агрегатной переработки бревен.

В большинстве лесозаготовительных предприятий для производства технологической щепы могут быть использованы при выпуске сырья: низкокачественная (древесная) древесина, отходы лесопиления или шпалопиления и отходы лесозаготовок. Они значительно отличаются друг от друга по размерам, распространению пороков древесины, содержанию коры и другим признакам, требующие учета при выборе технологических приемов их переработки, подборе оборудования или его разработке и унификации.

Технологическую щепу изготавливают из следующих пород древесины:

- хвойные - ель, пихта;
- лиственные - береза, осина, тополь, бук.

Древесные породы по своему строению, а также функциям, механическим и химическим свойствам значительно отличаются друг от друга, что оказывает существенное влияние на выход тех или иных конечных продуктов. Поэтому каждое деревообрабатывающее предприятие стремится применить в производстве только те древесные породы, которые обеспечивают экономическую эффективность.

Технологическая щепа является полноценным сырьем для производства целлюлозы, бумаги, древесноволокнистых и древесностружечных листов, продукция гидролизных и лесохимических производств. В лесопильном производстве кусковые отходы (горбыли, рейки, торцовые отрезки) составляют до 20% объема распиливаемого сырья. Из этих отходов можно получить технологическую щепу, и этим самым повысить комплексное использование древесины.

Выпущены специально сконструированное оборудование для переработки низкокачественной древесины в технологическую щепу в виде производственных установок УПЩ-3А, УПЩ-6А, УПЩ-6Б, УПЩ-12, УПЩ-15.

Преобладающими в лесозаготовительной промышленности являются серийно выпускаемые установки по производству щепы типа УПЩ (УПЩ-3А, УПЩ-6А, УПЩ-6Б, УПЩ-12) с годовым объемом переработки сырья от 5 до 25 тыс. м<sup>3</sup> при односменной работе. Опыт эксплуатации установок типа УПЩ показал, что существенные затраты по выпуску щепы приходятся на подготовительные операции, которые могут быть несколько снижены за счет исключения трудоемких работ по разделке и расколке сырья. В этом случае несомненным преимуществом обладают установки УПЩ-15 на базе окорочных станков и многорезцовых рубильных машин.

## 1.2 Технические требования к технологической щепе

Используя ГОСТу 15815-83 «Щепа технологическая» выбираем технические требования.

Настоящий стандарт распространяется на технологическую щепу, предназначенную для целлюлозно-бумажного и гидролизного производств, изготовления древесностружечных и древесноволокнистых плит.

Стандарт не распространяется на щепу от сучьев и получаемую на агрегатных установках типа ЛАПБ.

### 1.2.1. Марки и размеры

В зависимости от назначения технологическую щепу изготавливают следующих марок, приведенных в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Марки щепы

Марка щепы	Назначение
Ц-1	Сульфитная целлюлоза и древесная масса, предназначенные для изготовления бумаги с регламентируемой сорностью
Ц-2	Сульфитная целлюлоза и древесная масса, предназначенные для изготовления бумаги и картона с нерегламентируемой сорностью, сульфатная и бисульфитная целлюлоза, предназначенные для изготовления бумаги и картона с регламентируемой сорностью
Ц-3	Сульфатная целлюлоза и различные виды полуцеллюлозы, предназначенные для изготовления бумаги и картона с нерегламентируемой сорностью
ГП-1	Спирт, дрожжи, глюкоза и фурфурол
ГП-2	Пищевой кристаллический ксилит Т
ГП-3	Фурфурол и дрожжи при двухфазном гидролизе
ПВ	Древесноволокнистые плиты
ПС	Древесностружечные плиты

### 1.2.2 Технические требования

Технологическая щепа должна изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

По показателям качества технологическая щепа должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.2

Таблица 1.2 - Основные требования, предъявляемые к щепе

Наименование показателя	Норма для марок, %							
	Ц-1	Ц-2	Ц-3	ГП-1	ГП-2	ГП-3	ПВ	ПС
Массовая доля коры, не более	1,0	1,5	3,0	11,0	3,0	3,0	15,0	15,0
Массовая доля гнили, не более	1,0	3,0	7,0	2,5	1,0	1,0	5,0	5,0
Массовая доля минеральных примесей, не более	Не допускается	0,3	0,3	0,5	Не допускается	0,3	1,0	0,5
Массовая доля остатков на ситах с отверстиями диаметром:								
30 мм, не более	3,0	5,0	6,0	5,0	5,0	5,0	10,0	5,0
20 и 10 мм, не менее	86,0	84,0	81,0	90,0	90,0	94,0	79,0	85,0
5 мм, не более	10,0	10,0	10,0				10,0	
на поддоне, не более	1,0	1,0	3,0	5,0	5,0	1,0	1,0	10,0
Обугленные частицы и металлические включения	Не допускаются							

Примечание. По согласованию с потребителем для выработки целлюлозы и полуцеллюлозы, используемой в производстве картона и упаковочной бумаги с нерегламентированной сорностью, допускается изготовление щепы марки Ц-3 с содержанием коры до 10 %.

Щепа для целлюлозно-бумажного производства и производства древесноволокнистых плит должна быть без мятых кромок, угол среза должен быть равен 30 - 60°. Количество щепы, не соответствующей указанным требованиям, не должно превышать 30 % от объема партии.

В щепе для производства древесностружечных плит и гидролиза качество кромок и угол среза не учитывают.

Щепу изготавливают из пород древесины, указанных в таблице 1.3

Таблица 1.3 - Массовая доля пород древесины в щепе

Назначение щепы	Массовая доля пород древесины в щепе, %			
	хвойных 100	лиственных 100	в смеси	
			хвойных	лиственных
	Ель, пихта	-	Не менее 90	Не более 10

Назначение щепы	Массовая доля пород древесины в щепе, %			
	хвойных 100	лиственных 100	в смеси	
			хвойных	лиственных
Производство целлюлозы: сульфитной и бисульфитной	-	Береза, осина, тополь, ольха, бук, граб	Не более 10	Не менее 90
сульфатной	Все породы, лиственница отдельно	-	Не менее 90	Не более 10
	-	Все породы	Не более 10	Не менее 90
нейтрально-сульфитной	Не допускается	Все породы	Не допускается	
Производство полуцеллюлозы	Все породы	-	Не менее 90	Не более 10
	-	Все породы	Не более 10	Не менее 90
Производство древесной массы	Ель, пихта	Не допускается	Не допускается	
Гидролизное производство: дрожжевое	Все породы	Все породы	Допускается в любом соотношении	
спиртовое	Все породы	Все породы	Не менее 70	Не более 30
глюкозное	Все породы	Не допускается	Не допускается	
фурфурольное	Не допускается	Все породы	Не более 5	Не менее 95
Производство ксилита	Не допускается	Береза, примесь осины не более 10	Не допускается	
Производство фурфуrolа и дрожжей при двухфазном гидролизе	Не допускается	Береза, бук, клен, дуб, граб, примесь осины не более 10	Не допускается	
Производство ДВП и ДСП	Все породы	Все породы	Допускается по согласованию с потребителем	

### 1.2.3 Правила приемки

Партией считают количество щепы одной марки, оформленное одним документом о качестве. Размер партии определяют по согласованию с потребителем.

Документ о качестве должен содержать:

- наименование предприятия-изготовителя, его товарный знак и местонахождение;

- наименование ведомства или предприятия, в систему которого входит предприятие-изготовитель;
- марку и породу технологической щепы;
- количество щепы в плотных кубических метрах;
- результаты испытаний;
- обозначение настоящего стандарта.

Для проверки качества щепы отбирают 10 точечных проб общей массой  $(10 \pm 1)$  кг из различных мест партии, равномерно расположенных по всей партии или через равные промежутки времени (в случае разгрузки щепы ленточным транспортером).

Приемосдаточные испытания проводят по следующим показателям:

- массовая доля коры;
- массовая доля гнили;
- массовая доля остатков на ситах;
- обугленные частицы и металлические примеси.

Периодические испытания проводят по требованию потребителя, определяя:

- состав щепы по породам;
- массовая доля минеральных примесей;
- массовую долю щепы с мятыми кромками;
- угол среза.

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы по одному показателю проводят повторную проверку на 20 точечных пробах.

Результаты повторной проверки распространяются на партию.

Если после первичной проверки последующий отбор проб возможен, все 30 проб отбираются одновременно в начале проверки.

Учет технологической щепы производят в кубических метрах плотной массы с округлением до  $0,1 \text{ м}^3$ .

Для перевода насыпного объема щепы в плотный при перевозках железнодорожным транспортом применяют коэффициенты, указанные в таблице 1.4

Для перевода насыпного объема щепы в плотный при перевозках автомобильным транспортом применяют следующие коэффициенты:

0,36 - до отправки потребителю; 0,40 - после перевозки на расстояние до 50 км и 0,42 - на расстояние более 50 км.

Таблица 1.4 - Коэффициент перевода насыпного объема щепы в плотный

Способ погрузки	Расстояние перевозки, км			
	0	до 200	201 - 650	Более 650
Механическими устройствами	0,36	0,38	0,39	0,41
Пневмопогрузка	0,41	0,41	0,43	0,43

#### 1.2.4 Методы испытаний

##### Отбор проб

Точечные пробы массой не менее 1 кг отбирают из транспортных средств на глубине не менее 20 см от верхнего уровня щепы или через равные промежутки времени в процессе равномерной погрузки или разгрузки транспортных средств. Допускается производить отбор щепы после разгрузки на приемную площадку. Щепу на ленточном транспортере отбирают путем пересечения потока всей ширины ленты транспортера через равные промежутки времени. Точечные пробы соединяют вместе, тщательно перемешивают и методом двукратного квартования сокращают до навески массой 2,0 - 2,5 кг и взвешивают с погрешностью не более 5 г.

#### Аппаратура

- Весы с погрешностью взвешивания не более 5 г.

#### **Определение массовой доли коры и гнили в щепе**

#### Аппаратура

- Весы с погрешностью взвешивания не более 1 г.

#### Проведение испытаний

Из навески выбирают частицы, полностью состоящие из коры или гнили и щепу с частичным наличием коры и гнили. Кору и гниль отделяют от щепы, присоединяют к отобранной коре и гнили и взвешивают с погрешностью не более 1 г.

#### Обработка результатов

Массовую долю коры или гнили (X) в процентах вычисляют по формуле

$$X = (m_1/m) \times 100, \% \quad (1)$$

где  $m_1$  - масса коры или гнили, г;

$m$  - масса навески с корой и гнилью, г.

Результаты вычислений округляют до первого десятичного знака.

#### **Определение массовой доли остатков на ситах анализатора**

#### Аппаратура

- Анализатор ситовый механический марки АЛГ-М; набор контрольных сит с отверстиями диаметром 30, 20, 10, 5 мм и поддон.
- Весы с погрешностью взвешивания не более 1 г.

#### Подготовка к испытанию



При подготовке к анализу щепу, ширина которой превышает ее длину, доизмельчают вручную. Длиной щепы считают размер по направлению волокон.

#### Проведение испытаний

Набор сит устанавливают на подвижном основании анализатора. Навеску, приготовленную в соответствии с п. 4.1.1, после отбора из нее коры и гнили высыпают на верхнее сито набора. Набор сит затягивается стяжками, включают анализатор и сортируют навеску в течение 1 мин. После полной остановки анализатора остатки на ситах взвешивают с погрешностью не более 1 г.

#### Обработка результатов

Массовую долю остатков на ситах ( $X_1$ ) в процентах вычисляют по формуле

$$X_1 = (m_1/m) \times 100, \% \quad (2)$$

где  $m_1$  - масса остатка на одном из сит, г;

$m$  - масса навески без коры и гнили, г.

Результаты округляют до первого десятичного знака.

### **Определение массовой доли хвойных и лиственных пород древесины**

#### Аппаратура и реактивы

- Весы с погрешностью взвешивания не более 1 г.
- Секундомер.
- Стакан фарфоровый или стеклянный вместимостью 500 см<sup>3</sup> по ГОСТ 1770-74.
- Стакан из монель-металлической сетки или нержавеющей стали со сквозными отверстиями вместимостью 500 см<sup>3</sup>.
- Пинцет.
- Бумага фильтровальная по ГОСТ 12026-76.
- Кислота соляная по ГОСТ 3118-77, 12 %-ный раствор.
- Калий марганцовокислый по ГОСТ 20490-75, 1 %-ный раствор.
- Аммиак по ГОСТ 3760-79, 1 %-ный раствор.

При отсутствии сетчатого стакана из монель-металлической сетки или нержавеющей стали допускается обработка пробы непосредственно в фарфоровом стакане.

#### Проведение испытаний

После испытаний по п. 4.3 отбирают 100 г щепы, оставшейся на сите анализатора с отверстиями диаметром 10 мм. Щепу помещают в стакан из монель-металлической сетки,

который устанавливают в фарфоровый стакан и заливают 1 %-ным раствором марганцовокислого калия с таким расчетом, чтобы вся проба была покрыта раствором. Через 2 мин сетчатый стакан вынимают и промывают водой для удаления раствора. После этого пробу в течение 2 мин обрабатывают 12 %-ным раствором соляной кислоты и снова промывают. Затем щепу обрабатывают 1 %-ным раствором аммиака в течение 1 мин без промывки водой. Обработанная таким образом щепа лиственных пород приобретает пурпурно-красную окраску, а хвойных - желтую. После обработки щепу слегка отжимают фильтровальной бумагой, сортируют по цвету и взвешивают.

#### Обработка результатов

Массовую долю щепы лиственных пород ( $X_2$ ) в процентах вычисляют по формуле

$$X_2 = (m/m+m_1) \cdot 100, \% \quad (3)$$

где  $m$  - масса щепы лиственных пород, г;

$m_1$  - масса щепы хвойных пород, г.

Результаты вычислений округляют до первого десятичного знака.

Массовую долю щепы двойных пород ( $X_3$ ) в процентах вычисляют по формуле

$$X_3 = 100 - X_2, \% \quad (4)$$

#### Определение массовой доли минеральных примесей в щепе

##### Аппаратура и реактивы

- Прибор для определения минеральных примесей (см. чертеж).
- Весы с погрешностью взвешивания не более 0,01 г.
- Воронка стеклянная по ГОСТ 25336-82.
- Цилиндр мерный по ГОСТ 1770-74 вместимостью 100 см<sup>3</sup>.
- Стаканы химические по ГОСТ 25336-82 вместимостью 150 и 50 м<sup>3</sup>.
- Цинк хлористый по ГОСТ 4529-78 или насыщенный раствор любой соли плотностью 1,4 - 1,6 г/см<sup>3</sup>.

Прибор для определения минеральных примесей состоит из двух пластин, изготовленных из полированного стекла. В верхней пластине при помощи битума закреплен стеклянный цилиндр, снабженный притертой пробкой. В нижней пластине закреплена приемная воронка с краном. Щели между цилиндром, приемной воронкой и пластинами заливают парафином. Пластины плотно прижимают друг к другу болтом и гайкой через медные шайбы.

Для улучшения скольжения верхней пластины по нижней соприкасающиеся стороны пластин покрывают ланолином или другой аналогичной смазкой. В нижней части

имеется отверстие для слива суспензии из цилиндра. Слив осуществляется путем поворота верхней пластины вокруг болта до совмещения цилиндра с отверстием на нижней пластине. Перед началом работы цилиндр должен быть совмещен с приемной воронкой.

Шкаф сушильный электрический, обеспечивающий температуру  $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

#### Проведение испытаний

Наличие минеральных примесей размером 3 мм и более в щепе определяют визуально. Из навески щепы, приготовленной в соответствии с п. 4.1.1, выбирают и взвешивают минеральные примеси размером 3 мм и более. Массовую долю минеральных примесей с размером менее 3 мм определяют с помощью прибора. Для этого 2 г высушенных до постоянной массы частиц щепы, прошедших через сито с отверстиями диаметром 5 мм при испытании по п. 4 - 3, помещают в цилиндр прибора, куда предварительно заливают 70 см<sup>3</sup> раствора любой соли плотностью 1,4 - 1,6 г/см<sup>3</sup>. Содержание цилиндра перемешивают и дают отстояться суспензии. После отстаивания раствор с частицами щепы сливают в стакан через отверстие в нижней пластине. Через воронку с резиновой трубкой в другой стакан сливают раствор с минеральными примесями. Минеральные примеси переносят в воронку фильтром. Фильтрат отбрасывают, а фильтр с минеральными примесями после промывки горячей водой сушат в сушильном шкафу при температуре  $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$  до постоянной массы и взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

#### Обработка результатов

Массовую долю минеральных примесей ( $X_4$ ) в процентах определяют по формуле

$$X_4 = 100 \times (m_1 + (m_2 \times t_2/2))/m, \%, \quad (5)$$

где  $t$  - масса навески щепы по п. 4.1.1, г;

$m_1$  - масса частиц минеральных примесей размером более 3 мм;

$t_2$  - масса минеральных примесей в 2 г остатка на поддоне;

$m_3$  - масса остатка на поддоне

Результаты вычислений округляют до первого десятичного знака.

Наличие обугленных частиц и металлических включений определяют визуально. Угол среза определяют с помощью шаблона.

#### **Определение массовой доли щепы с мятыми кромками**

Из остатка на сите с отверстиями диаметром 20 мм при испытании щепы отбирают пробу массой 100 г и взвешивают с погрешностью не более 1 г. Визуально оценивают

состояние кромок и производят разделение пробы на щепу с мятыми и нематыми кромками. Мятыми кромками считают кромки, обмятые по всей ширине щепы.

Массовую долю щепы с мятыми кромками ( $X_5$ ) в процентах вычисляют по формуле

$$X_5 = m_1 / (m_1 + m_2) \times 100, \% \quad (5)$$

где  $m_1$  - масса щепы с мятыми кромками, г;

$m_2$  - масса щепы без мятых кромок, г.

Результаты вычислений округляют до целого числа.

### 1.3 Обоснование темы дипломного проекта

В данном пункте необходимо пояснить тему вашего дипломного проекта. Необходимость ее рассмотрения и важность данной темы в лесной промышленности.

*Одним из важнейших направлений улучшения использования древесного сырья является организация переработки низкокачественной древесины и отходов деревообработки на технологическую щепу непосредственно на лесозаготовительных предприятиях и цехах д/о.....*

*Комплексное использование всей органической массы дерева невозможно без приведения разнообразных отходов к технологическому сырью с однородными размерами и свойствами. Таким сырьем является технологическая щепа. В щепу можно перерабатывать дровяные и тонкомерные деревья, пни и корни, вершины и обломки стволов, сучья и ветви, отходы лесобрабатывающих производств. Частицы щепы образуют однородный сыпучий материал, который облегчает механизацию и автоматизацию использования дополнительного древесного сырья, транспортно-переместительных операций.....*

**Расчетно-технологическая часть проекта является вторым разделом; состоит из следующих подразделов:**

2.1 Режим работы цеха

2.2. Виды и количество отходов древесины

2.3 Нормативы выхода технологической щепы

2.4. Расчет и выбор основного технологического оборудования

2.4.1 Расчет и выбор окорочного барабана

2.4.2. Расчет и выбор рубильной машины

2.4.3. Выбор и расчет сортировочных устройств

## 2.5. Расчет и выбор транспортного оборудования

### 2.5.1. Расчет и выбор продольного транспортера (бревнотаска)

### 2.5.2. Расчет и выбор скребкового транспортера

### 2.5.3. Расчет и выбор ленточного конвейера

### 2.5.4 Расчет и выбор пневматической установки

## 2. 6. Организация инструментального хозяйства

### 2.6.1 Задачи и функции инструментального хозяйства

### 2.6.2 Расчет потребного количества режущего инструмента

### 2.6.3 Расчет потребного количества заточных станков

### 2.6.4 Расчет погрузочно-разгрузочного и транспортного оборудования:

## 2.7 Хранение щепы

## 2.8. Описание технологического процесса по выпуску технологической щепы

### 2.1 Режим работы цеха

При расчете режима работы цеха необходимо принять: количество рабочих дней в неделе, продолжительность смены, количество смен работы цеха (в одну, в две, в три). Затем необходимо рассчитать количество рабочих дней в году.

Количество рабочих дней определяется по формуле

$$D_p = 365 (366) - (D_v + D_{пр} + D_{рем}), \text{ дней}, \quad (6)$$

где  $D_v$  - количество выходных дней;  
 $D_{рем}$  - количество дней на ремонт оборудования ( $D_{рем} = 8 \dots 10$ );  
 $D_{пр}$  - количество праздничных дней;

### 2.2 Виды и количество отходов древесины

При распиловке пиловочного сырья кроме пилопродукции образуются кусковые отходы в виде горбылей, реек, коротья, отрезки от торцовки и обрезки досок. А также при заготовке круглых лесоматериалов образуются вершинная часть хлыстов; отторцовка, откомлевка от разделки и козырьки. Процентный выход отходов приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Процентный выход отходов

Наименование отходов	% выход отходов от сырья
Горбыли	6-10

Коротье 0,3 - 1 м	2-3
Рейки	7-14
Торцовые отрезки и вырезки	2-4
Вершинная часть хлыстов	14-15
Отторцовка, откомлевка от разделки	1,75-2,75
Козырьки	0,75

В расчетно-пояснительной записке необходимо представить виды и количество отходов в следующей форме.

Таблица 2.2 - Виды и количество отходов

Наименование отходов	% выход отходов от сырья	Количество отходов, м <sup>3</sup>
Горбыли		
Коротье 0,3 - 1 м		
Рейки		
Торцовые отрезки и вырезки		
Вершинная часть хлыстов		
Отторцовка, откомлевка от разделки		
Козырьки		
Итого		Производительность установки по заданию (с учетом

### 2.3 Нормативы выхода технологической щепы

Таблица 2.3 - Нормативы выхода технологической щепы

Назначение щепы	Вид перерабатываемого сырья			
	Обломки ствола, обрезки при раскряжевке вершин		Топливные дрова	
	хвойные	лиственные	хвойные	лиственные
Для производства целлюлозы и древесной массы марки:				
Ц1	1,35	1,39	-	-
Ц2	1,33	1,37	1,67	1,67
Ц3	1,29	1,32	1,44	1,49

Продолжение таблицы 2.3

Для ДВП (ПВ)	1,09	1,10	1,30	1,30
Для ДСтП (ПС)	1,09	1,10	1,30	1,30
Для гидролизного производства марки:				
ГП1	1,12	1,14	1,39	1,41
ГП2, ГП3	1,23	1,25	1,52	1,54

Норма расхода дровяной древесины и отходов лесозаготовок рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{расх}} = Q_{\text{мат}} \times K_{\text{исп}}, \text{ м}^3, \quad (7)$$

где  $Q_{\text{мат}}$  - плановый объем материала, принятый для выбранной марки щепы,  $\text{м}^3$ ;

$K_{\text{исп}}$  - коэффициент переработки сырья в технологическую щепу;

Общий объем сырья определяется по формуле:

$$Q_{\text{общ}} = \sum Q_{\text{мат}}, \text{ м}^3, \quad (8)$$

Средний расход сырья для выпуска  $1 \text{ м}^3$  щепы определяется по формуле:

$$N_p = Q_{\text{общ}} / Q_{\text{план}}, \text{ м}^3, \quad (9)$$

где  $Q_{\text{план}}$  - плановый объем выпуска щепы по годовой программе;

Плановый объем технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства определяется по формуле:

$$Q_{\text{щ}} = Q_{\text{отх.об}} / 1,2, \text{ м}^3, \quad (10)$$

где  $Q_{\text{отх.об}}$  - общий объем отходов на предприятии,  $\text{м}^3$

## 2.4 Расчет и выбор основного технологического оборудования

### 2.4.1 Расчет и выбор окорочного барабана

В зависимости от вида обрабатываемого сырья, а также требований к качеству обработки древесины окоряют индивидуальным или групповым методом.

Для сухой окорки низкокачественных коротких лесоматериалов и толстых сучьев длиной до 1,5 м применяют барабанные установки периодического КБ-3 А и непрерывного КБ-6Б, КБ-12 действия.

Часовая производительность барабанных установок определяется по формуле:

$$\Pi = (60 \times \pi \times D^2 \times L \times \psi \times \psi_1 \times \psi_2) / 4 \times t, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (11)$$

где D - диаметр барабана, м;

L - длина барабана, м;

$\psi$  - коэффициент заполнения барабана ( $\psi = 0,5 \dots 0,6$ );

$\psi_1$  - коэффициент полндревесности поленьев ( $\psi_1 = 0,4 \dots 0,5$ );

$\psi_2$  - коэффициент использования рабочего времени ( $\psi_2 = 0,8 \dots 0,9$ );

t - продолжительность окорки, мин, определяется по формуле:

$$t = (60 \times \pi \times D^2 \times L \times \psi \times \psi_1 \times \psi_2) / 4 \times \Pi_2, \text{ мин}, \quad (12)$$

где  $\Pi_2$  - часовая производительность окорочного барабана,  $\text{м}^3$ ;

D - диаметр барабана, м;

L - длина барабана, м;

$\psi$  - коэффициент заполнения барабана ( $\psi = 0,5 \dots 0,6$ );

$\psi_1$  - коэффициент полндревесности поленьев ( $\psi_1 = 0,4 \dots 0,5$ );

$\psi_2$  - коэффициент использования рабочего времени ( $\psi_2 = 0,8 \dots 0,9$ );

Таблица 2.4 - Техническая характеристика окорочных барабанов

Параметры	КБ-3А	КБ-6Б	КБ -12
Диаметр барабана, м	2,85	3,0	3,0
Длина секции, м:			
Загрузочной	3,5	7,5	7,55
Выгрузочной	-	-	7,5
Число секций, шт	1	1	2
Скорость вращения,	10,5	10,1	10,1
Общая мощность привода, кВт	47,9	55	110
Масса, т	23,0	38,0	67,0
Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	3-4	5-8	10-17,5

Коэффициент загрузки оборудования определяется по формуле:

$$K_3 = Q / (D_p \times m \times \Pi \times S \times K) \cdot 100, \% \quad (13)$$

где m- количество смен;

S- продолжительность смены, час;

K - коэффициент, учитывающий простои оборудования (K - 0,9)

#### 2.4.2 Расчет и выбор рубильной машины

Эффективность работы рубильных машин, завершающих переработку низкокачественного древесного сырья в щепу, обусловлена не только выбором типа машины, зависящей от характеристики и объема сырья, но и от привязки машины в потоке, ее оснащенности околomашинными средствами транспорта



Для производства технологической щепы, пригодной к использованию в целлюлозно-бумажном производстве, применяют преимущественно дисковые рубильные машины с геликоидальным дисками.

Часовая производительность машины определяется по формуле:

$$П = 0,06 \times n \times z \times l \times F \times K_1 \times K_2, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (14)$$

где  $n$  - частота вращения рабочего органа, об/мин;  
 $z$  - число режущих ножей на рабочем органе;  
 $l$  - расчетная длина щепы, мм (для щепы марки Ц1, Ц2 длина равняется 18- 20 мм);  
 $F$  - среднее поперечное сечение перерабатываемого сырья, м;  
 $K_1$  - коэффициент использования машинного времени (для многоножевых машин  $K_1 = 0,1 \dots 0,4$ ; для малоножевых  $K_1 = 0,5 \dots 0,8$ );  
 $K_2$  - коэффициент использования рабочего времени ( $K_2 = 0,7 \dots 0,8$ )

Таблица 2.5 -Техническая характеристика рубильных машин

Параметры	МРНП - 10 - 1	МРНП - 30 - 1	МРНП - 30Н	МРГ - 20Н
Расположение оси загрузочного патрона	Наклонное	Наклонное	Наклонное	Горизонтальное
Максимальная толщина перерабатываемого сырья, мм	220	220	220	200
Частота вращения диска, об/мин	590	740	740	740
Число режущих ножей, шт	16	16	16	12
Средняя длина щепы, мм	18	18	18	18
Выброс щепы	Вверх	Вверх	Вниз	Вниз
Производительность,	До10	До 30	До 30	До20

$$K_3 == Q / (D_p \times m \times П \times S \times k) \cdot 100, \%$$

#### 2.4.3 Выбор и расчет сортировочных устройств

После измельчения отходов древесины рубильными машинами необходима сортировка щепы. Это вызвано тем, что с отрезками древесины в рубильные машины попадают значительное количество опилок, гнили, минеральных примесей, которые должны быть отделены от основной массы щепы. Применяют сортировочные установки гирационного типа, обеспечивающие качественную сортировку щепы по фракциям.

Производительность сортировочных установок определяется:

$$П = 0,4 \times F \times g \times K_1 \times K_2, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (15)$$

где  $F$  - площадь сита, м;

g- пропускная способность 1 м сита, м<sup>3</sup>/час (для сит с отверстием 35 мм g= 58, для сит с отверстием 6 - 10 мм g= 22 - 28);

K<sub>1</sub> - коэффициент, учитывающий содержание в щепе частиц, размеры которых меньше отверстий данного сита, для 10% K<sub>1</sub>- 0,58;

K<sub>2</sub> - коэффициент, учитывающий содержание в составе щепы размером менее половины размеров отверстий сита, для 10% K<sub>2</sub> = 0,63

Таблица 2.6 - Техническая характеристика щепосортировочных установок

Параметры	СЩ-1М	СЩМ-60
Производительность (по насыпному объему), м <sup>3</sup> /час	60	60
Количество сит, шт	3	3
Площадь сит, м <sup>2</sup> :		
Верхнего	2,9	2,9
Среднего	2,6	2,6
Нижнего	2,9	2,9
Размеры отверстий, мм:		
Верхнего	35x35	35x35
Среднего	10x10	10x10
Нижнего	6x6	6x6

$$K_3 == Q / (D_p \times m \times \Pi \times S \times k) \cdot 100, \%$$

## 2.5 Расчет и выбор транспортного оборудования

### 2.5.1 Расчет и выбор продольного транспортера (бревнотаска)

Сырье для переработки в щепу подается цепным транспортером к загрузочной воронке окорочного барабана.

Производительность продольного транспортера определяется по формуле:

$$\Pi = (T \times \varphi_1 \times \varphi_2 \times u \times Q) / L, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (16)$$

где T - продолжительность смены, сек (T = 480x 60);

φ<sub>1</sub>- коэффициент использования рабочего времени (φ<sub>1</sub>= 0,85 ... 0,9);

φ<sub>2</sub> - коэффициент загрузки лесотранспортера (φ<sub>2</sub>= 0,8 ... 0,85);

u - скорость движения тягового органа, м/с;

Q- средний объем одного бревна, м (Q= 0,007 ... 0,008 м);

L- средняя длина одного бревна, м (L= 0,7 ... 1 м)

Таблица 2.7 -Техническая характеристика продольных транспортеров

Параметры	БА - 3	Б - 22 - 3	Б-22 У- 1
Скорость цепи транспортера, м/сек	0,5	0,65-1,1	0,67
Наибольший угол подъема, град	22	22	12
Максимальная длина транспортера, м	50	140	120

Шаг цепи, мм	102	116	136
Диаметр цепи, мм	19	22	22

### 2.5.2 Расчет и выбор скребкового транспортера

Скребковые транспортеры применяют для перемещения сыпучих материалов, преимущественно легких по специальному желобу.

Производительность скребкового транспортера определяется по формуле:

$$\Pi = (3600 \times \varphi_1 \times \varphi_2 \times c \times u \times V) / (t \times K), \text{ м}^3/\text{час}, \quad (17)$$

где  $\varphi_1$  - коэффициент использования рабочего времени ( $\varphi_1 = 0,9$ );

$\varphi_2$  - коэффициент заполнения желоба транспортера ( $\varphi_2 = 0,5 \dots 0,6$ );

$c$  - поправочный коэффициент, учитывающий угол подъема транспортера ( $c = 0,65 \dots 0,8$ );

$u$  - скорость движения транспортера, м/сек (для марки ТОЦ 16-5  $u = 0,5 \dots 0,8$  м/сек);

$V$  - средний объем сыпучего лесоматериала, перемещаемых одним скребком,  $\text{м}^3$  определяется по формуле:

$$V = K_1 \times h \times b, \text{ м}^3, \quad (18)$$

где  $h$  - высота скребка, м ( $h = 0,06 \dots 0,1$  м);

$K_1$  - опытный коэффициент, показывающий распределение сыпучих лесоматериалов по длине перед скребком ( $K_1 = 0,4 \dots 0,5$ );

$b$  - длина скребка, м ( $b = 0,2 \dots 0,4$  м);

$t$  - расстояние между скребками, м ( $t = 0,4 \dots 1$  м);

$K$  - коэффициент разрыхления сыпучих лесоматериалов ( $K = 2 \dots 2,5$ )

Таблица 2.8 - Техническая характеристика скребковых транспортеров

Параметры	ТОЦ-16-5	ТС-40	КСД-800
Производительность, $\text{м}^3/\text{час}$	15	70	110
Длина, м	40	20	50
Скорость движения цепи, м/с	0,5-0,8	0,8-1,0	0,25
Высота скребка, мм	83	90	100
Расстояние между скребками, мм	810	228	200
Мощность привода, кВт	5,5	11	16

### 2.5.3 Расчет и выбор ленточного конвейера

Ленточные транспортеры применяют для перемещения коротких сортиментов, щепы, опилок и других мелких кусковых отходов.

Производительность ленточного конвейера определяется по формуле:

$$\Pi = 3600 \times \varphi \times F \times u \times c / K, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (19)$$

где  $\varphi$  - коэффициент использования рабочего времени ( $\varphi = 0,9$ );  
 $F$  - площадь поперечного сечения материала,  $\text{м}^2$ , определяется по формуле:

$$F = 2/3 \times b \times h, \text{ м}^2, \quad (20)$$

где  $b$  - ширина слоя транспортируемого материала, определяется по формуле:

$$b = 0,8 \times B, \text{ м}, \quad (21)$$

где  $B$  - ширина ленты, м (для КЛС-500 ширина ленты равняется 0,5 м);  
 $h$  - высота слоя, м, определяется по формуле:

$$h = b/12, \text{ м}, \quad (22)$$

где  $u$  - скорость ленты транспортера, м/сек (для марки КЛС - 500  $u = 1,6$  м/сек);  
 $c$  - поправочный коэффициент, учитывающий угол подъема транспортера ( $c = 1; 0,95; 0,9; 0,85$  и  $0,75$ );  
 $K$  - коэффициент разрыхления сыпучих лесоматериалов ( $K = 2 \dots 2,5$ )

Таблица 2.9 - Техническая характеристика ленточных конвейеров

Тип конвейера	Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$		Ширина ленты, мм	Длина конвейера, м	Масса, кг
	Лента желобчатая	Лента плоская			
КЛС-400	25 - 80	15 - 20	400	23,0	506,4
КЛС-500	40 - 150	30 - 70	500	39,0	1 225,0
КЛС-650	63 - 260	60 - 125	650	46,0	2 508,0

#### 2.5.4 Расчет и выбор пневматической установки

В настоящее время отходы лесозаготовок и лесообрабатывающих производств используются для получения технологической щепы. Для транспортировки щепы и её погрузки на транспорт широко применяют пневмотранспортные установки.

Пневмотранспортные установки подразделяются на всасывающие, нагнетательные и всасывающе-нагнетательные. Для заданной производительности установки находим весовой расход транспортируемой измельченной древесины,  $\text{Н/с}$ :

$$Q_B = \Pi_{\text{ч}} \times \Upsilon_{\text{д}} \times C_{\text{н}} / 3600 \text{ Н/с}, \quad (23)$$

где  $\Pi_{\text{ч}}$  - часовая производительность установки в плотных  $\text{м}^3$ ;

$\Upsilon_{\text{д}}$  - удельный вес древесины,  $\text{Н/м}^3$ ;

$C_{\text{н}}$  - коэффициент неравномерности подачи материала, принимаемый в пределах 0,2 - 5,0.

Необходимый объемный расход воздуха определяем по формуле

$$Q_V = Q_B / \Upsilon_{\text{в}} \times \mu, \text{м}^3, \quad (24)$$

где  $\Upsilon_{\text{в}}$  - удельный вес атмосферного воздуха,  $\text{Н/м}^3$  ( $\Upsilon_{\text{в}} = 11,8 \text{ Н/м}^3$ );

$\mu$  - концентрация аэросмеси. В средненапорных установках на базе турбовоздуходувки  $\mu = 3 \dots 7$ .

Транспортирующая скорость воздуха в нагнетательном трубопроводе

$$V_{\text{н}} = C' \times (4 \times \mu \times (V_{\text{н}}/V_{\text{м}}) + 0,001 \times \Upsilon \times \pi \times b) \sqrt{(12/\Upsilon_{\text{в}})}, \text{м}^3/\text{час}, \quad (25)$$

где  $C'$  - коэффициент, зависящий от устройств, снижающих скорость воздуха; для транспортных установок  $C' = 1,05 \dots 1,10$ ;

$V_{\text{н}}/V_{\text{м}}$  - относительная транспортирующая скорость воздуха (для щепы  $V_{\text{н}}/V_{\text{м}} = 1,33$ );

$b$  - коэффициент, зависящий от вида транспортируемого материала (для щепы  $b = 12$ ).

Таблица 2.10 - Техническая характеристика пневматических установок

Основные показатели	ПНТУ-2М	ВО-59	ЛТ-67	ВП-1	ВП-5	ВП-3М
Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	7	35	30	15	60	60
Длина, м	70	75	100	400	350	650
Диаметр, мм	260	319	319	260	515	359
Давление, кПа	4,9	11,77	11,77	39,24	17,66	63,76
Установленная мощность, кВт	28,4	78,0	72,0	104,5	264,0	414,0

Исходя из предложенной характеристики оборудования из таблицы 2.10, с учетом требуемых параметров, выбираем пневматическую установку

После расчета требуемых параметров и выбора оборудования составляется сводная таблица оборудования, в которой указаны основные параметры, общие для выбранного оборудования.

Таблица 2.11 - Сводная таблица оборудования

Параметры	Тип оборудования						
Производительность, м³/час							
Коэффициент загрузки, %							
Длина, м							
Количество оборудования, шт							

## 2.6 Организация инструментального хозяйства

### 2.6.1 Задачи и функции инструментального хозяйства

В этом подразделе необходимо подробно описать какие задачи и какие функции инструментального хозяйства. Для чего предназначено инструментальное хозяйство.

### 2.6.2 Расчет потребного количества режущего инструмента

Потребное количество режущего инструмента в год на рубительную машину определяется по формуле:

$$P = (100 \times N \times n) / (a/b) \times t \times (100-g), \text{ шт}, \quad (26)$$

где N- число часов работы инструмента в год определяется по формуле:

$$N = D_p \times m \times S \times K, \text{ час}, \quad (27)$$

где K - коэффициент использования времени станка (K= 0,8);

n - количество однотипного инструмента, установленного на станке, шт;

a - величина допустимого стачивания инструмента при переточках, мм;

t- время работы инструмента без переточки, час;

g- процент на поломку и непредвиденные расходы;

b- величина стачивания инструмента за одну переточку, мм.

### 2.6.3 Расчет потребного количества заточных станков

Количество заточных станков для заточки дереворежущего инструмента определяется по формуле:

$$C = (f \times m \times t) / (T \times K \times n), \text{ шт}, \quad (28)$$

где  $f$  - длительность заточки одного инструмента, мин;  
 $m$  - количество инструмента, подлежащего обработке на данной операций, шт,  
 определяется по формуле:

$$m = (z \times T_{\text{см}} \times e) / t_{\text{раб}}, \text{ шт}, \quad (29)$$

где  $z$  - число одинаковых инструментов в комплекте станка, шт;  
 $t_{\text{раб}}$  - продолжительность работы инструмента без переточки, ч; ( $t_{\text{раб}} = 8$  ч)  
 $e$  - количество одинаковых ножеточных станков, установленных в цехе, шт; ( $e = 1$  шт)  
 $t$  - количество смен работы цеха технологической щепы;  
 $T$  - продолжительность смены, мин;  
 $K$  - коэффициент использования станков  
 $n$  - число смен работы заточного станка

#### 2.6.4 Расчет погрузочно-разгрузочного и транспортного оборудования:

После выработки щепы и ее поступления в бункер, требуется доставить щепу на дальнейшее производство или для продажи. Для перевозки щепы необходимо выбрать транспорт.

Определение количества транспортного оборудования:

$$N = \Phi \times K_n / \Pi_{\text{год}}, \quad (30)$$

где  $\Pi_{\text{год}}$  годовая производительность оборудования, м<sup>3</sup>

$$\Pi_{\text{год}} = (T_{\text{год}} \times q \times K_d) / t_u, \text{ м}^3, \quad (31)$$

где  $T$  - год количество часов механизма в году;

$q$  - объем транспортируемого пакета, м<sup>3</sup>;

$K_d$  - коэффициент использования рабочего времени ( $K_d = 0,9$ )

$t_u$  - продолжительность одного транспортного цикла, ч

$$T_{\text{год}} = t \times i \times D_p, \text{ ч}, \quad (32)$$

$t$  - количество часов в смене ( $t = 8$  ч);

$i$  - число смен в сутки ( $i = 2$ );

$D_p$  - число рабочих дней

$$f = (N / N_1) \times 100, \% \quad (33)$$

где  $N_1$  - принятое количество оборудования

Коэффициенты перевода насыпного объема щепы в плотный зависят от типа транспорта, типа погрузочных устройств и расстояния вывозки щепы.

Для перевода насыпного объема щепы в плотный при перевозках железнодорожным транспортом применяют коэффициенты для перевода насыпного объема щепы в плотный объем. Для перевода насыпного объема щепы в плотный объем при перевозках автомобильным транспортом применяют следующие коэффициенты: 0,36 - до отправки потребителю; 0,40 - после перевозки на расстояние до 50 км; 0,42 - после перевозки на расстояние более 50 км.

Таблица 2.12 - Величина коэффициентов для перевода насыпного объема щепы в плотный объем в зависимости от типа погрузочных устройств и расстояния перевозки

Типы погрузочных устройств	Расстояние перевозки, км			
	0	до 200	201-650	более 650
Механические	0,36	0,38	0,39	0,41
Пневматические	0,41	0,41	0,43	0,43

## 2.7 Хранение щепы

Хранение щепы может осуществляться: в бункерах и бункерных галереях, в контейнерах; в кучах.

Небольшие объемы щепы часто хранят в бункерах и бункерных галереях (закрытых складах), используемых для погрузки щепы в автомобильный транспорт и вагоны.

Бункер и бункерные галереи являются буферными емкостями с небольшим сроком хранения. Обычно хранение до 5-7 дней не сказывается на потере щепой каких-либо эксплуатационных качеств.

Бункер представляет собой однорядную или двухрядную емкость с нижней подачей (разгрузкой) щепы в транспортное средство (кузов автомобиля, вагон).

Бункерная галерея состоит из системы последовательно расположенных друг за другом бункеров и снабжена выгрузочными люками в боковых стенках с боковой подачей (разгрузкой) или в нижней части. Количество бункеров определяется объемом отгружаемой щепы и периодичностью подачи транспорта.

### Погрузка щепы

Погрузка щепы в автомобильный или железнодорожный транспорт на нижних лесоскладах леспромхозов обычно осуществляется из бункеров с нижней подачей (разгрузкой) щепы в транспортное средство или из выгрузочных люков в боковых стенках с боковой подачей (разгрузкой) в транспортное средство.

## 2.8 Описание технологического процесса по выпуску технологической щепы

В этом пункте пояснительной записке необходимо дать описание технологического производства технологической щепы, начиная от подачи сырья в цех и заканчивая отгрузки готовой продукции. Описание технологического процесса должно соответствовать выбранному оборудованию и технологическим операциям.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК



1. ГОСТ 15815-83 – Щепа технологическая. Технические условия. [Текст]: – Введ. 1985-01-01 – М.: Издательство стандартов, 1985.

- Энергетическое использование древесной биомассы : учебник / А.Б. Левин, Ю.П. Семенов, В.Г. Малинин, А.В. Хроменко ; под ред. канд. техн. наук А.Б. Левина. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 199 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – [www.dx.doi.org/10.12737/17634](http://www.dx.doi.org/10.12737/17634). – ISBN 978-5-16-011408-8. – Текст : электронный. – Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=355670>
- Фокин, С. В. Совершенствование технических средств переработки отходов лесосечных работ на топливную щепу в условиях вырубki : монография / С.В. Фокин. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 187 с. – (Научная мысль). – Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=358172>
- Просвирников, Д. Б. Разработка технологии делигнификации активированной древесины : монография / Д. Б. Просвирников, Д. Ш. Гайнуллина, Р. Г. Сафин. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. – 140 с. – ISBN 978-5-7882-2485-5. – Текст : электронный. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=100682>

Технологические процессы и оборудование термохимических процессов переработки древесины : учебное пособие / А. Р. Садртдинов, Р. Г. Сафин, А. А. Фомин [и др.]. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. – 128 с. – ISBN 978-5-7882-2513-5. – Текст : электронный. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=100632>