

УДК 674.093

Д.В. Иванов, С.В. Буров

## ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЛОВОЧНЫМ СЫРЬЕМ

Рассмотрено обеспечение лесопильных предприятий пиловочным сырьем в виде «полубрусьев».

*Ключевые слова:* круглые лесоматериалы, пиломатериалы, «полубрус», пакет, горбыль, себестоимость, затраты.

Одной из важнейших проблем работы лесопильно-деревообрабатывающих предприятий (ЛДП) является обеспечение их пиловочным сырьем. Данные последних лет свидетельствуют, что объем заготовки леса и поставки пиловочного сырья уменьшились в 3-4 раза. Значительная часть круглых лесоматериалов, в том числе и пиловочника, поступает на целлюлозно-бумажные комбинаты (ЦБК) для переработки в щепу. Кроме того, часть пиловочника лесозаготовительные предприятия реализуют не по назначению, несмотря на ограничения и запреты федеральных и региональных органов власти.

Пиловочное сырье на ЛДП поступает в круглых сортаментах по ГОСТ 9463–88 «Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия» и ГОСТ 9462–88 «Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия».

Поставку сырья осуществляют различными видами транспорта:  
водным – в плотках, на судах или баржах;  
сухопутным – в железнодорожных вагонах, различными автолесовозами и смешанным.

Соотношение по видам поставки (водная/ сухопутная) составляет: в 1980-е гг. – 70 : 30 %, в 2000-е гг. – 30 : 70 %.

На применение водного транспорта для поставки древесного сырья имеется ряд ограничений со стороны экологических служб и гидрологического состояния водных путей (по глубинам и т.д.). По результатам выполненных А.А. Митрофановым работ предложено уменьшить осадку плотов, но на их формирование требуются дополнительные затраты труда, такелажа и древесины, поэтому применение этого способа ограничено.

В целях увеличения объемов сухопутной поставки пиловочного сырья, повышения безопасности его транспортировки и сокращения трудозатрат на его подготовку к распиловке на лесозаводах нами предложен способ поставки пиловочного сырья (пат. РФ № 2240227 от 11.2004 г.) в виде «полубрусьев» – 2-кантных необрезных высоких брусьев. Поставку полубрусьев можно осуществлять в увязанных пакетах, что упрощает их крепление и

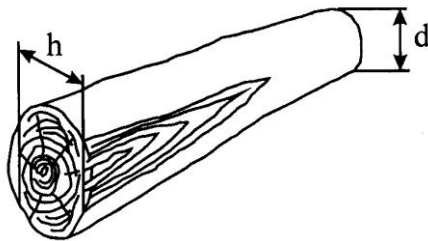


Рис. 1. Схема образования полубруса

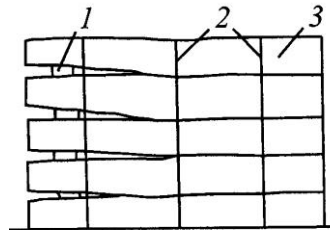


Рис. 2. Схема пакета из полубрусей: 1 – прокладка, 2 – обвязка, 3 – полубрус

перевозку (рис.1, 2). Для обработки круглых лесоматериалов предложена линия (рис. 3), включающая участки подачи и разделки хлыстов, станок для получения полубрусей и участки их сортирования, формирования и погрузки пакетов в подвижной состав и автотранспорт.

Поверхности брусей формируют при обработке круглых сортиментов на упрощенных лесопильных установках (однопильные ленточнопильные, круглопильные, одноэтажные лесорамы), имеющихся на многих лесозаготовительных предприятиях. Это позволит лучше использовать лесопильные установки.

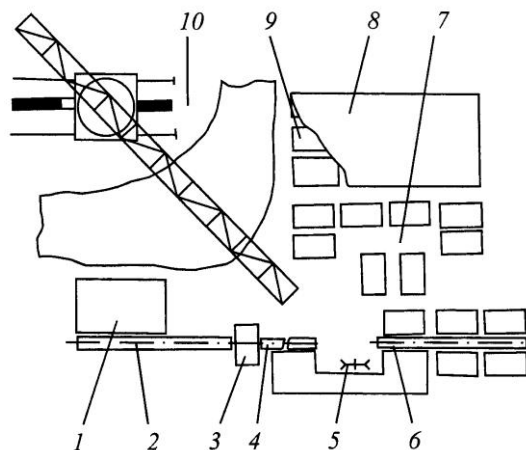
На упрощенных лесопильных установках при образовании пластей с противоположных сторон от оси бревна снимают сегменты (горбыли) и получают полубрус высотой

$$h_{пб} = A_{пр} + \Delta_{max2}. \quad (1)$$

Здесь  $A_{пр}$  – предельный охват диаметра бревен поставом;

$\Delta_{max2}$  – максимальное смещение бруса при подаче в лесопильное оборудование на втором проходе лесопильного цеха ЛДП.

Рис. 3. Линия подготовки пиловочного сырья: 1 – загрузочное устройство; 2, 4 – продольный конвейер; 3 – окорочный станок; 5 – станок для продольной распиловки; 6 – сортировочный конвейер; 7 – участок пакетирования; 8 – участок складирования готовых пакетов; 9 – транспортный пакет; 10 – участок отгрузки готовых пакетов



Величину  $A_{пр}$  определяют по формуле

$$A_{пр} = \sqrt{(D^2 - b_{\min}^2) - (D^2 - d^2)} l / L, \quad (2)$$

где  $D$  – комлевой диаметр бревна,  $D = d + SL$ , мм;

$d$  – вершинный диаметр бревна, мм;

$S$  – сбеги бревна, мм/м;

$L$  – длина бревна, м;

$b_{\min}$  – минимальная ширина доски,  $b_{\min} = 100$  мм;

$l$  – минимальная длина доски,  $l = 2,7$  м.

Расчетные значения высоты полубрусев в зависимости от длины бревен (для короткомерных – до 4 м, для длинномерных – до 6 м) и их характеристики приведены в табл. 1.

Таблица 1

### Определение высоты полубруса

$d$ , мм	$S$ ,	$L$ ,	$D$	$A_{пр}$	$H$
	м		мм		
140	8,0	4,0	172,0	113,2	126,0
		6,1	188,8	136,5	150,0
160	8,0	4,0	192,0	138,8	152,0
		6,1	208,8	160,0	173,0
180	8,0	4,0	212,0	162,7	176,0
		6,1	228,8	183,1	196,0
200	9,0	4,0	236,0	187,3	200,0
		6,1	254,9	210,0	223,0
220	9,0	4,0	256,0	209,7	223,0
		6,1	274,9	231,5	245,0
240	10,0	4,0	280,0	233,0	246,0
		6,1	301,0	256,2	270,0
260	10,0	4,0	300,0	254,7	271,0
		6,1	321,0	278,0	291,0
280	11,0	4,0	324,0	277,6	290,0
		6,1	347,1	303,1	316,0
300	11,0	4,0	344,0	298,7	312,0
		6,1	367,1	324,0	337,0
320	11,5	4,0	368,0	320,4	333,0
		6,1	390,2	347,4	360,0
340	11,5	4,0	386,0	341,2	354,0
		6,1	410,2	367,7	380,0
360	12,5	4,0	410,0	363,9	377,0
		6,1	436,3	391,5	404,0
380	12,5	4,0	430,0	384,1	387,0
		6,1	456,3	412,4	425,0
400	13,5	4,0	454,0	406,2	419,0
		6,1	482,35	436,2	450,0
420	13,5	4,0	474,0	426,7	440,0
		6,1	502,4	456,5	470,0

С учетом расчетных высот из полубрусьев можно получить такое же количество пиломатериалов, как и из круглых сортиментов.

Объем сортиментов определяют несколькими способами, из которых наиболее известны :

ГОСТ 2708–75 «Лесоматериалы круглые. Таблицы объемов»;

формула И.В. Соболева

$$V_6 = (0,87 L + 0,01 L^2) (d + 0,0001 L^2)^2 + 0,00002 L^3 \text{ (где } d \text{ и } L \text{ – м);} \quad (3)$$

формула В.С. Шалаева

$$V_6 = L (0,9225 - 0,0034L) (0,01d)^{2,0829-0,02234L}, \text{ (где } L \text{ – м; } d \text{ – см.).} \quad (4)$$

Объем полубруса

$$V_{пб} = V_6 - 2V_r,$$

где  $V_r$  – объем горбыля.

Принимая бревно за усеченный параболоид вращения, можно определить объем одного горбыля:

$$V_r = 4L/3(R^2 - r^2) \left\{ \int_e^R \sqrt{(R^2 - x^2)}^3 dx - \int_e^r \sqrt{(R^2 - x^2)}^3 dx \right\}, \quad (5)$$

где  $R = D/2$ ;

$r = d/2$ ;

$e = A_{пр}/2$ .

С учетом вышеизложенного выполнены расчеты объемов полубруса и горбылей в зависимости от основных характеристик круглых лесоматериалов (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты расчетов потерь на горбыли и объемов полубруса**

Вершинный диаметр бревна, мм	Длина бревна, м	Объем горбыля		Объем полубруса	
		при длине бревна $L$	при максимальной длине бревна	при длине бревна $L$	при максимальной длине бревна
		%			
140	4,00	10,27	1,70	79,46	96,60
	6,10	4,20	4,20	91,60	91,60
	5,05*	6,63	3,20	86,74	93,60
160	4,00	6,10	1,04	87,80	97,92
	6,10	2,44	2,44	95,12	95,12
	5,05	3,90	1,88	92,2	96,23
180	4,00	4,00	1,32	92,00	95,36
	6,1	4,53	4,53	90,94	90,94
	5,05	4,31	3,60	91,36	92,71
200	4,00	3,00	0,24	94,0	99,52
	6,10	2,05	2,05	95,9	95,90
	5,05	2,65	1,55	94,7	96,91
220	4,00	2,07	0,14	95,86	99,72
	6,10	1,07	1,07	97,86	97,86
	5,05	1,47	0,70	97,06	98,60

Окончание табл. 2

Вершинный диаметр бревна, мм	Длина бревна, м	Объем горбыля		Объем полубруса	
		при длине бревна $L$	при максимальной длине бревна	при длине бревна $L$	при максимальной длине бревна
%					
240	4,00	1,75	0,08	96,5	99,84
	6,10	1,00	1,00	98,0	98,00
	5,05	1,30	0,63	97,4	98,14
260	4,00	1,10	0,60	97,80	98,80
	6,10	0,80	0,80	98,40	98,40
	5,05	0,92	0,72	98,16	98,36
280	4,00	1,30	0,06	97,40	99,88
	6,10	0,70	0,70	98,6	98,60
	5,05	0,94	0,444	98,12	99,11
300	4,00	1,00	0,32	98,00	99,36
	6,10	0,64	0,64	98,72	98,72
	5,05	0,78	0,51	98,43	98,98
320	4,00	1,10	0,23	97,80	99,54
	6,10	0,50	0,50	99,00	99,00
	5,05	0,74	0,39	98,52	99,21
340	4,00	0,78	0,01	98,44	99,97
	6,10	0,45	0,45	99,10	99,10
	5,05	0,58	0,33	98,83	99,35
360	4,00	0,73	0,01	98,54	99,98
	6,10	0,34	0,34	99,32	99,32
	5,05	0,50	0,21	99,00	99,58
380	4,00	1,30	0,01	97,4	99,98
	6,10	0,40	0,40	99,2	99,20
	5,05	0,76	0,24	98,5	99,51
400	4,00	0,85	0,01	98,28	99,99
	6,10	0,36	0,36	99,28	99,28
	5,05	0,56	0,22	98,89	99,56
420	4,00	0,60	0,01	98,80	99,99
	6,10	0,33	0,33	99,34	99,34
	5,05	0,44	0,20	99,12	99,60
Средневзвешенный выход полубрусьев				94,6	96,6

\* Средняя длина бревна.

Выход горбылей от объема распиливаемых бревен может колебаться в значительных пределах (от 0,5 до 20,0 %). Он зависит от сбега, диаметра и длины бревна, охвата его диаметра поставом. При этом их значения увеличиваются с уменьшением диаметра сортиментов. Получаемые горбыли можно использовать в качестве прокладок в пакетах полубрусьев, на топливо и т.д.

Объем полубрусьев составляет 80,0 ... 99,9 % от объема бревен, причем для вершинных диаметров 200 мм и более выход составляет более 98,0 %. Поэтому выход пиломатериалов  $Q_{п}$  из полубрусьев несколько выше, чем из бревен:

$$Q_{\text{п}} = V_{\text{п}} 100 / V_{\text{пб}} = V_{\text{п}} 100 / 0,98 \quad Q_{\text{бр}} = 102 V_{\text{п}} / Q_{\text{бр}}$$

Для получения полубрусьев можно использовать однопильные и ленточнопильные станки, одноэтажные лесорамы, 2-пильные круглопильные и фрезернопильные станки, имеющиеся в большом количестве на существующих лесозаготовительных предприятиях, а также широко известные по экспозициям международных и региональных выставок. Эти станки имеют различную цену, мощность привода и примерно одинаковую в условиях ЛПХ мощность по пропуску сырья.

По стоимости их можно разделить на следующие основные группы:

1. Стоимость 50 ... 100 тыс. р., мощность привода 15 кВт: ЛГУ-50 («Бриз»); БЛП-50 («Данил ЗДС»); ЛГД, ЛПС-2 («Чурак ЛГД»); «Авангард 60-80» (средние стоимость 60 тыс. р. и мощность 15 кВт).

2. Стоимость 300 ... 400 тыс. р., мощность привода 40 ... 50 кВт: УСК-1, ЛБ-100-1; ЦМР-4 и -4М, МГ-6500 М, УП-2Э, «Wood-Mizer», ЦМКД-28; «Гравитон»; аналоги «Лаймет» (средние стоимость 350 тыс. р. и мощность 40 кВт).

3. Стоимость 500 ... 900 тыс. р., мощность привода 60 ... 70 кВт: ЛЛК-1, ЛГС-100, ЛГС-50Б, Р-40, Р-63; ЛБ-100-3, «Кага» и его аналоги (средние стоимость 600 тыс. р. и мощность 70 кВт).

С учетом необходимости всего двух резов длиной 2,5 м производительность по пропуску сырья можно определить по методике, изложенной в инструкции по расчету производственной мощности лесопильного предприятия (Архангельск: ЦНИИМОД, 1986. – 65 с.):

$$P_{\text{ч}} = 3600 q k_{\text{т}} / (T_{\text{ц}} + \sum t_{\text{п}}), \quad (7)$$

где  $q$  – средней объем бревен,  $q = 0,19 \text{ м}^3$ ;

$k_{\text{т}} = 0,88$ ;

$T_{\text{ц}} + \sum t_{\text{п}} = 52,14 \text{ с.}$

Таким образом,

$$P_{\text{ч}} = 3600 \cdot 0,19 \cdot 0,88 / 52,14 = 10 \text{ м}^3/\text{ч},$$

а при 2-сменной работе в течение года (225 дн.) составит 40 ... 50 тыс.  $\text{м}^3$  круглых лесоматериалов.

Для каждой из рассмотренных групп оборудования выполнен расчет себестоимости изготовления полубруса. Результаты расчета приведены в табл. 3.

Таким образом производство полубрусьев является рентабельным уже при незначительном (на 1 ... 4 р./ $\text{м}^3$ ) повышении их цены по сравнению с круглыми лесоматериалами. Дальнейшее повышение цены до уровня цен в соседних регионах (Карелия – 725 р./ $\text{м}^3$ ; Мурманская обл. – 820 р./ $\text{м}^3$ ) увеличит прибыль, но повысит себестоимость производства пиломатериалов на лесозаводах незначительно. Повышение цены на пиловочное сырье – процесс, который происходит на предприятиях постоянно и не зависит от способа поставки сырья.

Таблица 3

## Расчет себестоимости выработки полубрусьев

Статья затрат	Группа 1	Группа 2	Группа 3
Годовой фонд зарплаты, тыс.р.	218	218	218
Социальный налог (38 %)	83	83	83
Расходы на содержание и эксплуатацию	21,3	78,0	127,2
В том числе:			
амортизация оборудования (2,1%)	1,3	7,4	12,6
ремонтный фонд (2,6 %)	1,6	9,1	15,6
Силовая электроэнергия	15,4	44,0	69
Прочие расходы (5 %)	3,0	17,5	30,0
Цеховые расходы	4,4	20,1	33,6
В том числе:			
амортизация зданий (1,2 %)	1,2	1,2	1,2
затраты на ремонт (5,4 %)	3,2	18,9	32,4
Итого:	326,7	399,1	463,8
Удельные затраты на переработку 1 м <sup>3</sup> круглых лесоматериалов в полубрусья	8,2	10,0	11,6
« с учетом рентабельности 40 %	11,5	14,0	16,2
Стоимость 1 м <sup>3</sup> бревен, р.	630,0	630,0	630,0
Стоимость древесины в 1 м <sup>3</sup> полубрусьев, р.	617,4	617,4	617,4
Стоимость 1 м <sup>3</sup> полубрусьев	625,6	627,4	629,0
Стоимость полубрусьев с учетом уровня рентабельности 40 %, р.	628,9	631,4	633,6
Прибыль от продажи полубрусьев по сравнению с круглыми сортименами, р./м <sup>3</sup>	-1,1	+1,4	+3,6

Основные затраты на ЛДП приходятся на сырье (50 ... 70 % от всех затрат на производство пиломатериалов), поэтому повышение себестоимости производства пиломатериалов составит около 50 % от повышения цены на сырье.

Выпуск на лесозаготовительных предприятиях полубрусьев позволит их поставлять на экспорт и увеличивать объем продаж этой специализированной продукции на ближайшие лесопильные предприятия с учетом того, что все предприятия ЦБП в настоящее время обеспечены сырьем, а производственные мощности их используются на 100 %.

Кроме того, поставка сырья в виде полубрусьев на лесопильные предприятия позволит значительно механизировать и снизить затраты на лесоскладских операциях ЛДП. При поставке такого сырья возможна выгрузка его различными кранами, а также колесными погрузчиками и хранение полубрусьев в штабелях и пакетах. Учет сырья можно осуществлять поштучно пакетами полубрусьев каждой высоты. При этом исключаются

операции сортировки бревен по диаметрам, оборудование для этого и связанные с ними транспортные операции. Подачу сырья лесопильному цеху будут осуществлять из заранее сформированных запасов уже рассортированного сырья по высоте полубруса.

В целом переход на поставку сырья в виде полубрусьев позволит организовать производство новой более дорогой продукции, которая может быть реализована любым потребителем; более эффективно использовать имеющееся оборудование по обработке круглых лесоматериалов и повысить его загрузку; обеспечить работой обслуживающих линию рабочих; поставлять сортированную по размерам продукцию в виде пакетов, увязанных металлической лентой или проволокой; повысить экономические показатели работы предприятия.

Архангельский государственный  
технический университет

Поступила 14.12.04

*D.V.Ivanov, S.V. Burov*

### **On Supplying Sawmills with Sawlogs**

The supply of sawmills with sawlogs in the form of half-beams is considered.