

Н. Н. Батина

## ВЫХОД ГОРБЫЛЕЙ И МЕЛКОЙ ПИЛОПРОДУКЦИИ ИЗ НИХ

Горбыли являются наиболее крупными отходами лесопиления. Они получаются из боковой зоны бревна, характеризуются сравнительно высоким качеством древесины и могут быть использованы для выработки различной по назначению мелкой пилопродукции и технологической щепы. В связи с этим горбыли занимают особое место в решении проблемы переработки и использования отходов лесопиления.

При этом одни авторы считают, что экономически наиболее целесообразно перерабатывать горбыли в технологическую щепу, так как выработка мелкой пилопродукции из горбылей связана со значительными трудозатратами, а получаемая щепка может отвечать высоким техническим требованиям целлюлозно-бумажного производства.

Другие отдают предпочтение комплексной переработке горбылей, т.е. получению из них мелкой пилопродукции с переработкой получающихся кусковых отходов в технологическую щепу. Это направление может получить более широкое распространение при условии переработки горбылей в перспективе на станках фрезерного типа, обеспечивающих одновременное получение мелкой пилопродукции и технологической щепы.

Принятие того или иного направления в использовании и переработке горбылей скажется на построении технологического процесса лесопиления, разработке и включении в поток соответствующего технологического и транспортного оборудования. Это должно производиться на основе технико-экономических расчетов, учитывающих конкретные производственные условия. Для таких расчетов прежде всего необходимо иметь данные по выходу горбылей и получаемой из них мелкой пилопродукции. При распиловке бревна вразвал из него получают два горбыля, а с брусковкой — четыре. Поэтому приведенные расчеты по определению выхода горбылей и получаемой из них пилопродукции даются для случая распиловки бревен вразвал. Следовательно, при распиловке бревен с брусковкой эти показатели будут в два раза больше.

Выход горбылей от объема распиливаемых бревен может колебаться в значительных пределах (от 4 до 20%). Он зависит от способа распиловки, коэффициента сбегания распиливаемых бревен ( $K = \frac{D}{d}$ ) и охвата диаметра бревна поставом ( $E$ ).

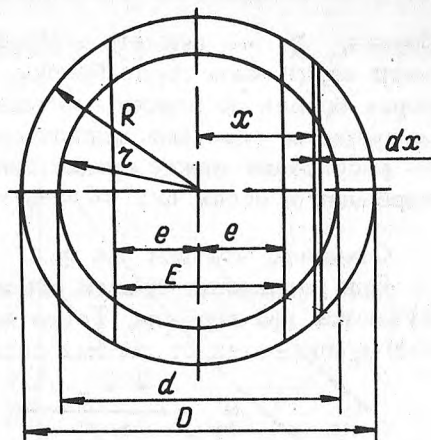


Рис. 1. Схема к расчету объема горбыля.

Уподобляя бревно усеченному параболоиду вращения, объем одного горбыля (рис.1) определится по формуле

$$V_r = \frac{4}{3} \frac{L}{R^2 - r^2} \left[ \int_e^R \sqrt{(R^2 - x^2)^3} dx - \int_e^r \sqrt{(r^2 - x^2)^3} dx \right],$$

откуда находим

$$V_r = \frac{L}{6(R^2 - r^2)} \left\{ 1,5\pi(R^4 - r^4) - \left[ e(5R^2 - 2e^2) \sqrt{R^2 - e^2} + 3R^4 \arcsin \frac{e}{R} \right] + \left[ e(5r^2 - 2e^2) \sqrt{r^2 - e^2} + 3r^4 \arcsin \frac{e}{r} \right] \right\}.$$

Заменяя в формуле (1)  $R = \frac{D}{2}$ ;  $r = \frac{d}{2}$ ;  $e = \frac{E}{2}$ ; (1)

$$\frac{D}{d} = K \text{ и } \frac{e}{r} = \frac{E}{d} = \alpha$$

получим

$$V_r = \frac{d^2 L}{24(K^2 - 1)} \left[ 1,5\pi(K^4 - 1) - (\Psi - \psi) \right] \quad (2)$$

Здесь  $\Psi = \alpha(5K^2 - 2\alpha^2) \sqrt{K^2 - \alpha^2} + 3K^4 \arcsin \frac{\alpha}{K}$ ,  
 $\psi = \alpha(5 - 2\alpha^2) \sqrt{1 - \alpha^2} + 3 \arcsin \alpha$ ,

где  $K$  -- коэффициент сбега бревна,  $K = \frac{D}{d}$ ;  $L$  -- длина бревна;  $D$  -- диаметр комлевого торца бревна;  $d$  -- диаметр вершинного торца бревна;  $e$  -- расстояние от центра торца бревна до пласти горбыля;  $E$  -- расстояние между симметричными пластинами выпиливаемых горбылей,  $E = 2e$ ;  $\alpha$  -- расстояние между симметричными пластинами выпиливаемых горбылей в долях  $d$ ,  $\alpha = \frac{E}{d}$ .

Отметим, что при  $\alpha \geq 1$  значение  $\psi = 0$ .

При распиловке бревен вразвал, как отмечалось выше, получаются два горбыля. Тогда выход этих горбылей, выраженный в процентах от объема распиливаемого бревна, составит

$$\eta_r = \frac{2 V_r}{V_{бр}} 100\%, \quad (3)$$

где  $\eta_r$  -- выход горбылей при распиловке бревен вразвал, %;  $V_{бр}$  -- объем бревна.

Объем бревна ( $V_{бр}$ ) определяется по формуле

$$V_{бр} = \frac{\pi}{4} \left( \frac{D^2 + d^2}{2} \right) L = \frac{\pi}{8} d^2 L (K^2 + 1). \quad (4)$$

Подставляя в формулу (3) значение  $V_r$  (2) и  $V_{бр}$  (4) получим

$$\eta_r = \left[ 1 - \frac{(\psi - \Psi)}{1,5 \pi (K^4 - 1)} \right] 100\%.$$

По формуле (5) построен график (рис.2), отражающий изменение выхода горбылей в зависимости от  $\alpha = \frac{E}{d}$  и  $K = \frac{D}{d}$ .

По данному графику можно определять и анализировать выход горбылей для заданных условий, т.е. в зависимости от коэффициента сбега распиливаемых бревен ( $K = \frac{D}{d}$ ) и охвата диаметра бревна поставом ( $\alpha = \frac{E}{d}$ ). Отметим, что выход горбылей, как это отражает график (рис.2), с увеличением  $K = \frac{D}{d}$  и уменьшением  $\alpha = \frac{E}{d}$  резко возрастает.

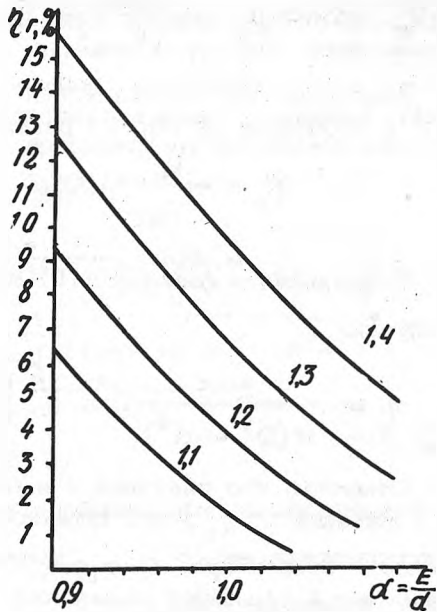


Рис. 2. Изменение выхода горбылей ( $\eta_r$ ) в зависимости от  $\alpha$  и  $K$ .

Выход мелкой пилопродукции определяется из условия выпилки из горбыля одной обрезной заготовки оптимальных размеров. Согласно теории максимальных поставок оптимальные размеры таких обрезных заготовок определяются по следующим формулам:

оптимальная толщина заготовок

$$2a = \frac{\sqrt{16D^2 + 9E^2} - 5E}{8}; \quad (6)$$

оптимальная ширина ( $b_0$ )

$$b_0 = \sqrt{\frac{D^2 - (E + 2a)^2}{3}}; \quad (7)$$

оптимальная длина ( $l_0$ )

$$l_0 = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - (E + 2a)^2}{D^2 - d^2}. \quad (8)$$

Тогда объем выпиливаемых обрезных заготовок из двух горбылей определится

$$V_{\Pi} = 2ab_{00}l_0 = \frac{0,385}{D^2 - d^2} L 2a \sqrt{[D^2 - (E + 2a)^2]^3} \quad (9)$$

Выход мелкой пилопродукции из двух горбылей, выраженный в процентах от объема распиливаемых бревен, составит

$$\eta_{\Pi} = \frac{V_{\Pi}}{V_{бр}} 100\% \quad (10)$$

Подставляя в формулу (10) значения  $V_{\Pi}$  (9) и  $V_{бр}$  (4), получим

$$\eta_{\Pi} = \frac{308}{\pi(D^4 - d^4)} 2a \sqrt{[D^2 - (E + 2a)^2]^3} \% \quad (11)$$

Отметим, что значение  $2a$  определяется по формуле (6).

Значение  $\eta_{\Pi}$ , подсчитанное по формуле (11) для распиловки бревен вразвал и с брусковой, дается в табл.1. Данные табл.1 отражают изменение выхода мелкой пилопродукции из горбылей в зависимости от коэффициента сбega распиливаемых бревен ( $K = \frac{D}{d}$ ) охвата диаметра бревна поставом ( $\alpha = \frac{E}{d}$ ) и способа распиловки. Эти данные указывают на важность переработки горбылей, получаемых из бревен с повышенным сбегом и при  $\alpha \leq 1$ .

Таблица 1.

$K = \frac{D}{d}$	Выход мелкой пилопродукции из горбылей ( $\eta_{\Pi}$ ), % от объема бревен, распиливаемых							
	вразвал при $\alpha = \frac{E}{d}$				с брусковой при $\alpha = \frac{E}{d}$			
	0,9	0,95	1,00	1,05	0,9	0,95	1,00	1,05
1,1	2,1	1,05	0,39	-	4,2	2,1	0,78	-
1,2	2,76	1,79	1,05	0,52	5,52	3,58	2,10	1,04
1,3	3,61	2,60	1,82	1,17	7,22	5,20	3,64	2,34
1,4	4,5	3,51	2,66	1,93	9,00	7,02	5,32	3,86

Выход деловых горбылей. Для выработки мелкой пилопродукции используется комлевая часть горбыля, а вершинная (шилохвостая) часть отторцовывается и перерабатывается в технологическую щепу. Горбыли, у которых удалена вершинная (шилохвостая) часть, принято называть деловыми.

Для бревен, распиливаемых вразвал, выход деловых горбылей ( $\eta_{д.г.}$ ), выраженный в процентах от их объема, может быть определен по следующей формуле:

$$\eta_{д.г.} = \frac{2 V_{д.г.}}{V_{бр}} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{62,5}{K^4 - 1} \left[ K^2 - (0,4K + 0,6a)^2 \right] \cdot \left[ (K - a) \sqrt{K^2 - a^2} + \right.$$

$$\left. + (K_p - a) \sqrt{K_p^2 - a^2} \right] \% \quad (12)$$

где  $\eta_{д.г.}$  -- выход деловых горбылей при распиловке бревен вразвал, %;  $V_{д.г.} = \frac{F+t}{2} l_{д.г.}$  -- объем делового горбыля;  $F = \frac{2}{3}(D-E) \sqrt{D^2 - E^2}$  -- площадь торцевого сечения делового горбыля в комле;  $f = \frac{2}{3}(d_p - E) \sqrt{d_p^2 - E^2}$  -- площадь торцевого сечения делового горбыля в вершине;

$d_p = \sqrt{\frac{0,8D^2 + 2,2(0,4D + 0,6E)^2}{3}}$  -- диаметр бревна в сечении, отстоящем от комлевого торца на расстоянии  $l_{д.г.}$

$K_p = \frac{d_p}{d}$ ;  $l_{д.г.}$  -- длина делового горбыля, принятая равной  $1,1 l_{оп}$ ;  $l_{оп}$  -- оптимальная длина выпиливаемых заготовок из горбыля (8).

Отметим, что в данных выводах значение  $2a$ , входящее в формулу (8), определено по следующему уравнению:

$$2a = 0,4 (D - E).$$

Данная зависимость обосновывается положениями теории максимальных поставок. Значение  $\eta_{д.г.}$ , подсчитанное по формуле (12), дается в табл.2.

Таблица 2.

$K = \frac{D}{d}$	Значение $\eta_{д.г}$ при $\alpha = \frac{E}{d}$			
	0,9	0,95	1,00	1,05
1,1	6,03	3,01	1,12	-
1,2	7,85	5,1	3,0	1,49
1,3	10,2	7,4	5,18	3,35
1,4	12,6	9,9	7,55	5,5

Таблица 3.

$K = \frac{D}{d}$	Значение $\eta'_{п}$ при $\alpha = \frac{E}{d}$			
	0,9	0,95	1,00	1,05
1,1	34,9	34,9	34,8	-
1,2	35,2	35,1	35,0	34,9
1,3	35,4	35,2	35,1	34,9
1,4	35,7	35,5	35,2	35,1

Выход мелкой пилопродукции из деловых горбылей. Выход мелкой пилопродукции в процентах от объема раскраиваемых деловых горбылей может быть определен по следующей формуле:

$$\eta'_{п} = \frac{\eta_{п}}{\eta_{д.г}} 100, \quad (13)$$

где  $\eta'_{п}$  — выход мелкой пилопродукции в процентах от объема деловых горбылей;  $\eta_{п}$  — выход мелкой пилопродукции из горбылей в процентах от объема распиливаемых бревен (табл.1);  $\eta_{д.г}$  — выход деловых горбылей в процентах от объема распиливаемых бревен (табл.2).

Значение  $\eta'_{п}$ , подсчитанное по формуле (13), дается в табл.3.

Данные табл. 3 показывают, что выход мелкой пилопродукции из деловых горбылей, выраженный в процентах от их объ-

ема, с измерением К и L меняется незначительно и может быть принят 35,0%.

Эти теоретические положения подтверждаются и работами кафедры лесопиления БТИ им. С.М.Кирова по опытному раскрою деловых горбылей на дощечки ящичной тары, выход которых из деловых горбылей составил 30,2% [1].

#### Л и т е р а т у р а

1. Батин Н.А., Сергеев Е.Е., Пастушени В.И. Об экономической эффективности переработки низкосортных пиломатериалов и горбылей. — Тезисы докл. научн.-техн. конф. Минск, 1967.

А.Г. Лахтанов, Л.А. Зайцева

### К ВОПРОСУ О РАСКРОЕ ТОНКОМЕРНЫХ БРЕВЕН НА ФРЕЗЕРНО-ПИЛЬНЫХ АГРЕГАТАХ

В настоящее время в спецификации пиловочного сырья значительный удельный вес занимают тонкомерные бревна (диаметр 14--20 см). В ближайшем будущем количество таких бревен в общем объеме пиловочного сырья будет увеличиваться.

Использование лесопильных рам в качестве головного оборудования для переработки тонкомерного сырья оказалось малоэффективным. Это привело к созданию нового, более производительного головного технологического оборудования (агрегатного) для переработки тонкомерных бревен и к различным технологическим схемам их раскроя.

Тонкомерное сырье может перерабатываться по двум основным направлениям: целиком на технологическую щепу или комплексно — на пилопродукцию и технологическую щепу. Второй способ, как показала практика, экономически более эффективен.

Создание агрегатных линий позволяет вести комплексную переработку пиловочного сырья, увеличить производительность труда при некотором снижении полезного выхода пиломатериалов.

Однако и в этом случае необходимо определить основные технологические требования, которые позволили бы получить оптимальный выход пилопродукции при тех же затратах и при увеличении производительности труда.