

сравнению с переработкой ее только на технологическую щепу при сравнительно высоком общем полезном использовании исходного сырья.

Учитывая возрастающую потребность народного хозяйства в пилопродукции, в том числе и для нужд тарного производства, следует отметить, что при распиловке бревен на доски, подлежащие целевому раскрою на паркетную фризку, целесообразно попутно получать из боковых зон бревен более тонкие пиломатериалы, которые могут быть использованы для производства мелкой пилопродукции. Кроме того, часть паркетной фризки, качество которой не удовлетворяет требованиям ГОСТ, также может быть использовано при изготовлении менее ответственной продукции из цельной древесины. Такое направление комбинированной переработки позволит получить еще более высокие экономические показатели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы расхода сырья и материалов на изделиях деревообработки по Минлеспрому Грузинской ССР на 1981 г. Утверждены 8.12.80 г. 2. Постановление ЦК КП Грузии и Совета Министров Грузинской ССР от 6 мая 1980 г., № 416, г. Тбилиси "Об использовании ольховой древесины для производства паркета". 3. Прейскурант № 07-03. Оптовые цены на лесопroduкцию. — М., 1980.

УДК 674.023.338

А.Г.ЛАХТАНОВ, канд.техн.наук (БТИ)

ВЛИЯНИЕ КРИВИЗНЫ БРЕВЕН НА ВЫХОД ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КУБАТУРЫ

В настоящее время в лесопильном производстве во все больших объемах вовлекается в переработку на пилопродукцию тонкомерное древесное сырье. Одной из характерных особенностей такого сырья является то, что значительная доля его имеет кривизну.

Наиболее эффективным способом переработки тонкомерного сырья на пилопродукцию является комплексная переработка его на агрегатных фрезерно-брусующих станках (ФБС) и агрегатных линиях типа ЛАПБ. Поэтому, применительно к технологии комплексной переработки тонкомерных бревен на ФБС и ЛАПБ, приобретает теоретический и практический интерес выявление влияния кривизны на размеры и объемный выход вырабатываемой пилопродукции из кривых бревен.

Общая оценка влияния кривизны бревен на снижение возможного объемного выхода пилопродукции может быть дана по влиянию кривизны на объем вписанного цилиндра в кривое бревно, т.е. влиянию кривизны на выход цилиндрической кубатуры из кривого бревна.

Решение поставленной задачи сводится к определению оптимальных размеров (оптимального диаметра d_0 и оптимальной длины l_0) цилиндра, вписанного в кривое бревно (рис. 1).

При принятых на рис. 1 обозначениях объем цилиндра, вписанного в кривое бревно, определяется по формуле

$$V_{ц(0)} = \frac{\pi d_0^2}{4} l_0 \quad (1)$$

где d_0 — диаметр цилиндра, вписанного в кривое бревно; l_0 — длина цилиндра, вписанного в кривое бревно.

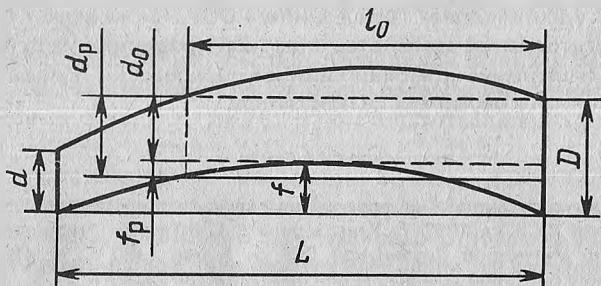


Рис. 1. Схема к расчету размеров цилиндра, вписанного в кривое бревно.

Значение d_0 определится из схемы (рис. 1)

$$d_0 = d_p - f_p \quad (2)$$

где d_p — расчетный диаметр в сечении, отстоящем от комлевого торца бревна на расстоянии l_0 ; f_p — величина, на которую уменьшается расчетный диаметр (d_p) из-за кривизны бревна f .

Принимая бревно за усеченный параболоид вращения, расчетный диаметр его (d_p) определится по известной формуле

$$d_p = \sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_0} \quad (3)$$

Значение f_p может быть определено по формуле, приведенной в [1]:

$$f_p = \frac{(4f \frac{l_0}{L} - \Delta)^2}{16f} \quad (4)$$

где $\Delta = D - d$ или

$$f_p = \frac{(4f l_0 - L \Delta)^2}{16f L^2} \quad (5)$$

Подставляя в формулу (1) значение d_p по формуле (3) и f_p по формуле (5), будем иметь

$$V_{ц(0)} = \frac{\pi}{4} \left[\sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_0} - \frac{(4f l_0 - L \Delta)^2}{16f L^2} \right]^2 l_0 \quad (6)$$

Исследуя данную функцию на максимум, получим

$$\frac{dV_{\text{ц}}(0)}{dl_0} = \frac{\pi}{4} \left[\sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_0} - \frac{(4fl_0 - L\Delta)^2}{16fL^2} \right] +$$

$$+ 2l_0 \left[\sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_0} - \frac{(4fl_0 - L\Delta)^2}{16fL^2} \right] \left[- \frac{D^2 - d^2}{2L\sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_0}} - \right.$$

$$\left. \frac{2(4fl_0 - L\Delta)}{16fL^2} 4f \right] = 0,$$

откуда находим

$$\sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_0} - \frac{(4fl_0 - L\Delta)^2}{16fL^2} - \frac{(D^2 - d^2) l_0}{L\sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_0}} -$$

$$- \frac{(4fl_0 - L\Delta) l_0}{L^2} = 0. \quad (7)$$

Определим значение критической стрелы прогиба $f_{\text{кр}}$ из условия, когда длина цилиндра l_0 , вписанного в кривое бревно, будет равна длине бревна L , т.е. $l_0 = L$. Заменяя в формуле (7) f на $f_{\text{кр}}$ и приравнявая $l_0 = L$, будем иметь

$$d - \frac{(4f_{\text{кр}} - \Delta)^2}{16f_{\text{кр}}} - \frac{D^2 - d^2}{d} - (4f_{\text{кр}} - \Delta) = 0 \quad (8)$$

или

$$80df_{\text{кр}} - (8d^2 + 24dD - 16D^2) f_{\text{кр}} - d\Delta^2 = 0. \quad (9)$$

Решая уравнение (9), получим

$$\frac{f_{\text{кр}}}{d} = \frac{(1+3K-2K^2) + \sqrt{(1+3K-2K^2)^2 - 5(K-1)^2}}{20}. \quad (10)$$

Приведем значение $f_{\text{кр}}$ в долях диаметра бревна в вершинном торце, подсчитанное по формуле (10) для коэффициента сбега K (1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4):

K	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
$\frac{f_{\text{кр}}}{d}$	0,200	0,186	0,169	0,144	0,110

При $f \leq f_{\text{кр}}$ оптимальная длина цилиндра (l_0), вписанного в кривое бревно, будет равна длине бревна (L), т.е. $l_0 = L$. Это указывает на необходи-

мость более строгого нормирования кривизны бревен с тем, чтобы стрела прогиба (f) не превышала значения $f_{кр}$. Данное требование вытекает из условий, предопределяющих рациональность раскроя пиловочного сырья.

При $f > f_{кр}$ оптимальная длина цилиндра (l_0), вписанного в кривое бревно, будет меньше длины бревна. В этом случае необходимо осуществлять урезку цилиндра, вписанного в кривое бревно.

Оптимальная длина укороченного цилиндра (l_0), вписанного в кривое бревно и зависящая от f и K , может быть определена по уравнению (7), которое более просто решается графическим способом.

Для этого уравнение (7) представим в следующем виде:

$$D^2 - (D^2 - d^2) \frac{l_0}{L} - (D^2 - d^2) \frac{l_0}{L} = \\ = \sqrt{D^2 - (D^2 - d^2) \frac{l_0}{L}} \left\{ \frac{[4f \frac{l_0}{L} - (D-d)]^2}{16f} + [4f \frac{l_0}{L} - (D-d)] \frac{l_0}{L} \right\}. \quad (11)$$

Заменяя в уравнении (11)

$$\frac{l_0}{L} = \gamma; \quad \frac{f}{d} = a; \quad \frac{D}{d} = K,$$

будем иметь

$$K^2 - 2(K^2 - 1)\gamma = \sqrt{K^2 - (K^2 - 1)\gamma} \left\{ \frac{[4a\gamma - (K-1)]^2}{16a} + [4a\gamma - (K-1)]\gamma \right\}. \quad (12)$$

Приравняв левую и правую части уравнения (12) к y , получим

$$y = K^2 - 2(K^2 - 1)\gamma; \quad (13)$$

$$y = \sqrt{K^2 - (K^2 - 1)\gamma} \left\{ \frac{[4a\gamma - (K-1)]^2}{16a} + [4a\gamma - (K-1)]\gamma \right\}. \quad (14)$$

Решая совместно уравнения (13) и (14), найдем значения оптимальной длины цилиндра (l_0), вписанного в кривое бревно. Для этого в прямоугольных координатах ($\gamma - y$) по уравнениям (13) и (14) строим кривые, точка пересечения которых дает искомые значения $\gamma = \frac{l_0}{L}$.

В табл. 1 приводится уравнение (13) для значений $K = 1,1; 1,2; 1,3; 1,4$.

Таблица 1

К	Уравнение (13) при К
1,1	$y = 1,21 - 0,42 \gamma$
1,2	$y = 1,44 - 0,88 \gamma$
1,3	$y = 1,69 - 1,38 \gamma$
1,4	$y = 1,96 - 1,92 \gamma$

В табл. 2 приводится уравнение (14) для значений $K = 1,1; 1,2; 1,3; 1,4$. Решения уравнений (13) и (14) графическим методом при $K = 1,1; 1,2; 1,3$ и $1,4$ и $a = 0,2; 0,3$ и $0,4$ показаны на рис. 2, а, б, в, г.

Оптимальные значения длины цилиндра (l_0), вписанного в кривое бревно, определенные по графикам (рис. 2, а, б, в, г), приведены в табл. 3.

По результатам решения уравнений (13) и (14) относительно γ , для различных значений K и a построен график (рис. 3), по которому можно определить значение оптимальной длины цилиндра (l_0), вписанного в кривое бревно.

Таблица 2

K	Уравнение (14) при K
1,1	$\gamma = \sqrt{1,21 - 0,21\gamma} \left[\frac{(4a\gamma - 0,1)^2}{16a} + (4a\gamma - 0,1)\gamma \right]$
1,2	$\gamma = \sqrt{1,44 - 0,44\gamma} \left[\frac{(4a\gamma - 0,2)^2}{16a} + (4a\gamma - 0,2)\gamma \right]$
1,3	$\gamma = \sqrt{1,69 - 0,69\gamma} \left[\frac{(4a\gamma - 0,3)^2}{16a} + (4a\gamma - 0,3)\gamma \right]$
1,4	$\gamma = \sqrt{1,96 - 0,96\gamma} \left[\frac{(4a\gamma - 0,4)^2}{16a} + (4a\gamma - 0,4)\gamma \right]$

Таблица 3

$a = \frac{f}{d}$	Значения $l_0 = \gamma L$ при K			
	1,1	1,2	1,3	1,4
0,2	0,97L	0,94L	0,90L	0,865L
0,3	0,805L	0,79L	0,775L	0,76L
0,4	0,705L	0,70L	0,69L	0,685L

По графику (рис. 3) можно судить о величине и характере изменения оптимальной длины цилиндра (l_0), вписанного в кривое бревно, в зависимости от кривизны бревна (f) и коэффициента сбега (K). Из графика (рис. 3) видно, что увеличение стрелы прогиба (f) ведет к снижению оптимальной длины цилиндра (l_0), вписанного в кривое бревно. При одинаковой стреле прогиба (f) большее снижение оптимальной длины цилиндра (l_0), вписанного в кривое бревно, будет у кривых бревен с большим коэффициентом сбега (K). Уменьшение l_0 приведет к снижению объема цилиндра, вписанного в кривое бревно, а тем самым и к снижению объемного выхода цилиндрической кубатуры при оцилиндровке кривых бревен.

Относительное снижение объемного выхода цилиндрической кубатуры при оцилиндровке кривых бревен определится по формуле

$$\beta = \frac{V_{\text{ц}} - V_{\text{ц}}(0)}{V_{\text{ц}}} 100\%, \quad (15)$$

где β — относительное снижение объемного выхода цилиндрической кубатуры при оцилиндровке кривых бревен со стрелой прогиба (f); $V_{\text{ц}}$ — объем цилиндра, вписанного в бревно без кривизны ($f = 0$); $V_{\text{ц}}(0)$ — объем цилиндра, вписанного в бревно со стрелой прогиба (f).

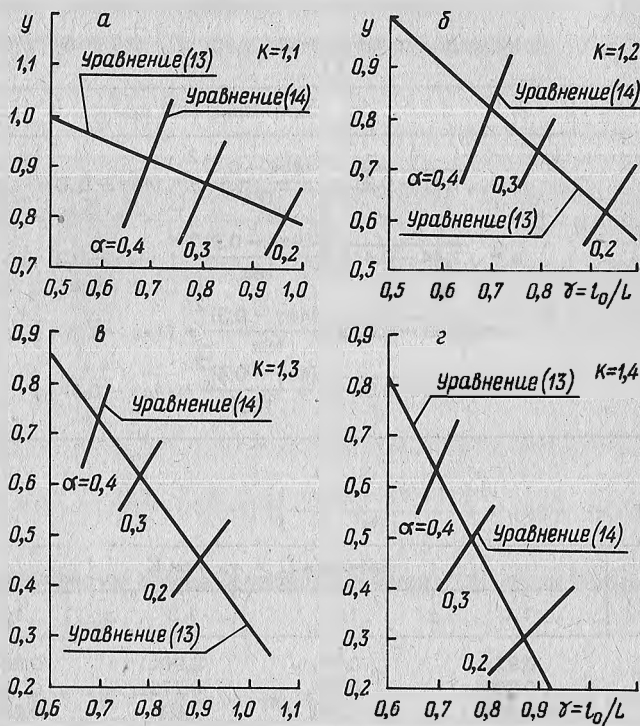


Рис. 2. Графики для определения оптимальной длины цилиндра, вписанного в кривое бревно.

Подставляя в формулу (15) значение

$$V_{\text{ц}} = \frac{\pi d^2}{4} L \quad (16)$$

и значение $V_{\text{ц}}(0)$ по формуле (6), будем иметь

$$\beta = \left\{ 1 - \left[\sqrt{K^2 - (K^2 - 1)\gamma} - \frac{(4\alpha\gamma - K + 1)^2 \gamma}{16\alpha} \right] \right\} 100\%. \quad (17)$$

Для анализа влияния кривизны бревен на объемный выход цилиндрической кубатуры при оцилиндровке кривых бревен построен график (рис. 4).

На оси абсцисс отложены значения $\frac{f}{d}$, а по оси ординат — значения β .

График (рис. 4) наглядно показывает, что с изменением $(\frac{f}{d})$ и коэффициента сбега (K) изменяется относительный объемный выход цилиндрической кубатуры (β) при оцилиндровке кривых бревен. Причем для бревен с меньшим коэффициентом сбега (K) при одинаковом значении $(\frac{f}{d})$ относительные потери выхода цилиндрической кубатуры увеличиваются.

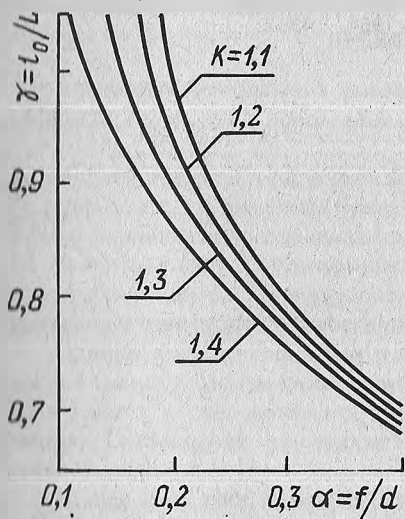


Рис. 3. График изменения l_0 в зависимости от f/d и K .

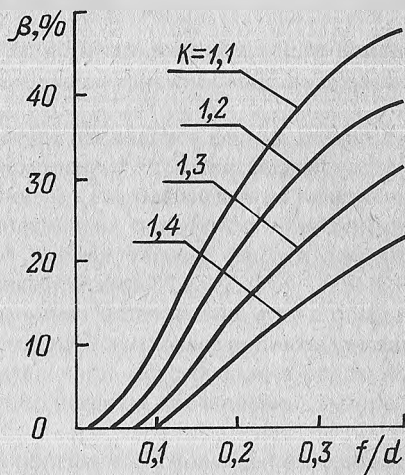


Рис. 4. Изменение β в зависимости от f/d и K .

Это снижение зависит от f и K и может достигать до 47 %.

Проведенные теоретические исследования по выявлению влияния кривизны на выход цилиндрической кубатуры из кривого бревна позволяют сделать следующие выводы.

1. Кривизна бревен оказывает большое влияние на снижение выхода цилиндрической кубатуры из кривого бревна, что имеет большое значение при решении вопросов рациональной переработки тонкомерного сырья. Кроме того, следует отметить, что при решении вопросов, связанных с внедрением оцилиндровки бревен в технологический процесс лесопиления, необходимо учитывать влияние кривизны на выход цилиндрической кубатуры. В соответствии с этим следует определять технологические требования, предъявляемые к оцилиндровке бревен исходя из условий рационального их раскроя. Эти требования в равной степени необходимо учитывать и при подготовке круглых лесоматериалов (кряжей) для выработки лущеного шпона в фанерном производстве.

2. Для получения вписанного в кривое бревно цилиндра оптимального объема длиной (l_0), равной длине бревна (L), стрела прогиба бревна (f) не должна превышать значения $f_{кр}$.

При $f > f_{кр}$ оптимальная длина вписанного цилиндра в кривое бревно определится по графику (рис. 3).

3. График (рис. 4) подтверждает выводы проф. Н.А.Батина [1], который отмечал, что "с увеличением сбега бревен влияние кривизны на снижение выхода уменьшается".

ЛИТЕРАТУРА

1. Б а т и н Н.А. Теоретические и экспериментальные исследования раскрытия пиловочного сырья. Дис.... докт.техн.наук. — Минск, 1964. — 438 с.