

УДК 674-4

М. В. Боярский, О. Г. Тарасова

АНАЛИЗ ВИДОВ ПОКОРОБЛЕННОСТЕЙ И СПОСОБОВ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ

Рассмотрены источники причин коробления, такие, как природные свойства древесины и технические погрешности формообразования пиломатериалов при их производстве. Предложен новый способ измерения кривизны как частный случай выявления покоробленностей, дополняющий возможности оперативного контроля качества пиломатериалов и оценки технического состояния лесопильных рам, позволяя: дифференцированно оценивать кривизну и углы взаимного поворота для любой пары контрольных сечений по длине пиломатериала; интенсивность углов поворота бревна для любой пары контрольных сечений и соотносить их положение с условиями базирования бревна в момент образования пропила; упростить технические средства и процесс измерения кривизны.

Ключевые слова: *коробление, кривизна, покоробленность, пороки строения, способы измерения, технические погрешности формообразования.*

Введение. В настоящее время оценка покоробленностей в производственных условиях ведется, главным образом, визуально и преследует две цели:

1) сортировка продукции на соответствующую и несоответствующую с отделением досок, имеющих кривизну и кривизну;

2) выявление возможных технических причин появления покоробленности (диагностирование технического состояния лесопильных рам и околорамного оборудования), что особенно важно для повышения стабильности и качества работы оборудования.

По данным различных исследователей (П. И. Лапина, Е. И. Захаровой, В. И. Лашманова и Е. Ф. Пластова, И. К. Кучерова [1–4] и др.), доля пиломатериалов с кривизной и кривизной в составе технического брака составляет по степени встречаемости до 35 % от числа выявленных дефектов на пиломатериалах.

Остановившись подробнее на появлении продольной покоробленности и кривизны, необходимо отметить, что технические причины их возникновения весьма многообразны: от качества подготовки и установки пил в постав до укладки рельсовых путей. В общей сложности определено около 24 причин для кривизны и 27 – продольной покоробленности [1–4].

Виды и способы измерения величины покоробленности пиломатериалов установлены в следующих нормативных документах: ГОСТ 2140–81 [5] и ГОСТ 10294–90 [6]. *Противоречивость* стандартов в том, что в данных документах используются *разные термины для определения одних и тех же величин* с применением различных средств измерения и контроля, которые не всегда являются эффективными.

Цель работы – предложить новый, более удобный, способ дифференцированной оценки кривизны и углов взаимного поворота пиломатериала, связанный с услови-

ями базирования бревна в момент образования пропила для любой пары контрольных сечений, с более простыми техническими средствами и процессом измерений.

Решаемые задачи:

- 1) анализ терминов, применяемых в нормативной документации для оценки качества пилопродукции (в частности, покоробленности);
- 2) анализ проверок, представленных в нормативной и технической литературе с выявлением недостатков предлагаемых способов и предложением путей их устранения;
- 3) выделение видов возможных источников появления крыловатости, имеющих как *природный*, так и *технический* характер;
- 4) выделение *технической крыловатости* на отдельных участках пиломатериалов на основе предлагаемого метода измерения *местной крыловатости*, т.к. стандартные методы измерения стрелы прогиба (СП) и крыловатости дают лишь общие оценки по всей базовой длине пиломатериалов.

В ГОСТ 2140–81 [5] представлена классификация пороков древесины на группы, одна из которых – покоробленность. Указаны виды покоробленности: простая и сложная; продольная (по пласти и кромке) и поперечная; крыловатость. Приводятся схемы измерения величины, характеризующей покоробленность – стрелы прогиба a :

– продольную по пласти и кромке и поперечную по пласти покоробленности пиломатериалов измеряют по величине a_1, a_2, a_3 (рис. 1, $a, б, в$);

– сложную покоробленность – по величине стрелы прогиба наибольшего из составляющих ее искривлений.

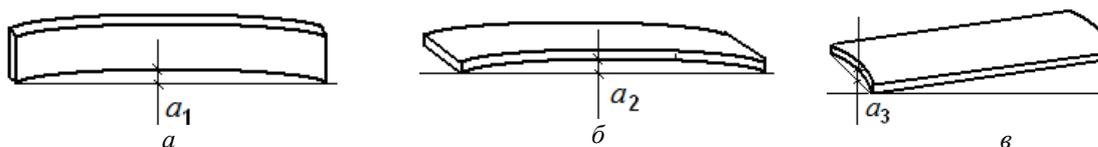


Рис. 1. Виды покоробленностей и схемы измерения стрел прогиба a по ГОСТ 2140–81:
 a – продольная по кромке – a_1 ; $б$ – продольная по пласти – a_2 ;
 $в$ – поперечная по пласти – a_3

Анализ схем ГОСТ 2140–81 позволил установить, что старому понятию *крыловатости* соответствует спиральная покоробленность пиломатериала, а величина измеряется по наибольшему отклонению поверхности сортимента от плоскости, со схемой проверки рис.2, причем здесь крыловатость рассматривается как *следствие коробления* без упоминания технических погрешностей выпиливания, что вполне достаточно для *отделения* брака, но не достаточно для его *исправления* или предупреждения.

Недостатком проверок по ГОСТ 2140–81, представленных на рис. 1, 2, является отсутствие в данном нормативном документе методики проведения измерений покоробленности с указанием применяемых средств измерения стрелы прогиба a .

ГОСТ 10294–90 [6] предусматривает проверку лесопильной рамы в работе при распиливании бревен длиной 3 м и диаметром не менее 200 мм на обрезные доски толщиной 40 мм с последующим контролем размеров и формы пиломатериалов. Одним из показателей, характеризующих качество пилопродукции, является покоробленность, указанная в ГОСТ 10294–90 как плоскостность по пласти в продольном, поперечном и диагональном направлениях и прямолинейность по кромке. Стандарт предусматривает способы проверки при помощи шупа и поверочной линейки длиной 2,2 м, уложенной на расстоянии 400 мм от торцов доски (рис. 3, a).

Недостатками данных проверок являются:

1) ограниченная длина бревен и метрологической базы (применение поверочной линейки в 2,2 м при проверке плоскостности и прямолинейности не дает достаточной информации о погрешностях обработки при распиловке пиловочника длиной 6–6,5 м);

2) на чертеже 8а [6] указана схема проверки плоскостности – крыловатости, однако данная схема измерения не соответствует схеме ГОСТ 2140–81 (рис. 2);

3) под достаточно большим весом поверочной линейки при измерении продольной кривизны и крыловатости возможно деформирование пиломатериалов при укладке поверочной линейки на исследуемую пластъ;

4) трудоемкость измерения отклонений при помощи щупов;

5) высокая стоимость поверочной линейки;

6) не учтена квадратичная зависимость стрелы прогиба от длины метрологической базы [7].

В разделе 3 «Проверка лесопильных рам в работе» [6] о крыловатости (спиральной покоробленности по ГОСТ 2140–81) говорится как о *погрешности обработки* – «плоскостности в диагональном направлении», т.е. здесь крыловатость рассматривается *целиком как техническая погрешность распиловки* без упоминания о возможности *собственного* коробления выпиленных досок, которое может существенно превышать технические погрешности, направляя поиск причин по ложному пути.

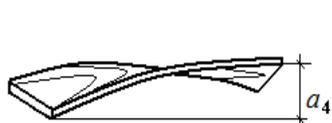


Рис. 2. Схема измерения покоробленности по ГОСТ 2140–81

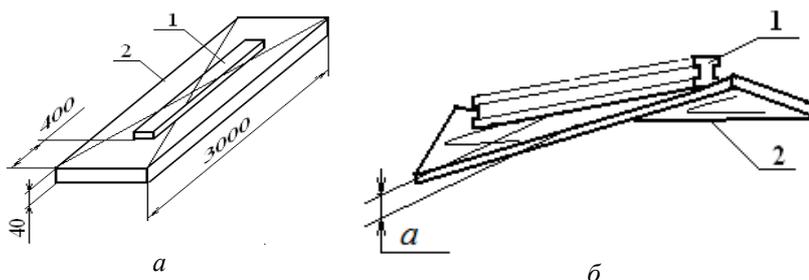


Рис. 3. Схема проверки плоскостности пиломатериалов по ГОСТ 10294–90:
а – схема из НД; б – реальная схема измерений
1 – поверочная линейка, 2 – пиломатериал

Такая нестыковка в терминологии, толковании и схемах измерения крыловатости существенно затрудняет понимание сущности рассматриваемой проблемы и ее решение, т.е. выявляемая на пиломатериалах кривизна является суммой технических погрешностей распиловки и собственных деформаций пиломатериалов [8].

Помимо сделанного выше замечания о двойственном характере крыловатости, по п. 3.3, 3.4 [6] имеются и другие:

1) на схеме рис. 3, а дано неправильное положение поверочной линейки (рабочее положение линейки должно быть на «ребро» (рис. 3, б), а не плашмя);

2) величина допуска для стрелы прогиба (2 мм на длине 1000 мм) представляется слишком завышенной при её сравнении с технологическим припуском на обработку брусковых заготовок (~2,5 мм на одну сторону). Это видно из схемы на рис. 4, показывающей соотношение между стрелой прогиба и припуском на обработку (вид с торца заготовки).

Из схемы видно, что СП по [6] вдвое меньше минимального припуска, необходимого для выравнивания крыловатой поверхности при симметричном базировании заготовки, и вчетверо меньше типичного припуска, соответствующего обычному способу базирования заготовки на фуговальном станке с надежной опорой на стол заднего торца и одной из кромок заготовки:

$$K = 2\Delta_{\min} = 4a. \quad (1)$$

(Этому типичному припуску соответствует схема измерения крыловатости по ГОСТ 2140–81, предусматривающая базирование заготовки на поверочной плите с плотным прижимом к ней одного из торцов и одной из кромок заготовки.)



Рис. 4. Совмещенная схема измерения K и a :
 а – схема измерения по ГОСТ 2140–81; б – схема для расчета a и K ;
 a – стрела прогиба по ГОСТ 10294–90,
 Δ_{\min} – минимальный припуск на обработку каждой
 поверхности при симметричном базировании заготовки,
 K – крыловатость заготовки (по ГОСТ 2140–81)

Таким образом, стрела прогиба в 2 мм, допускаемая по ГОСТ 10294–90, потребует удаления с каждой поверхности заготовки припуска в 8 мм, т.е. «узаконивает» грубый технический брак по крыловатости пиломатериала в качестве допускаемого. А для того, чтобы «вписаться» в обычный припуск 2,5 мм на сторону, следовало бы отграничить СП от K (по диагоналям пиломатериала) величиной $\sim 0,6$ мм на длине 1000 мм;

3) предыдущее замечание можно дополнить ещё одним: при измерении СП с помощью тяжелой поверочной линейки измеренная величина СП получится заниженной вследствие смятия поверхностей пропила в точках контакта с линейкой под действием её собственного веса. Такое занижение измеряемой СП дополнительно способствует пропуску грубого технического брака по крыловатости в качестве допускаемого.

Метод измерения крыловатости по [5] тоже не вполне удобен для практической оценки длинных досок (например, 3000 мм, как рекомендуется по [6] при испытаниях лесопильных рам), т.к. требует соответствующей длины поверочной плиты, на которую укладывается образец. Кроме того, длинные доски будут несколько деформироваться под действием собственного веса.

Предложения.

1. Для выделения крыловатости по техническим причинам предлагается статистический анализ крыловатости различных досок и брусев, особенно после первого прохода. Основой для такого анализа могут послужить следующие соображения:

1.1 Очевидно, что крыловатость по техническим причинам может существенно изменяться по длине пиломатериала соответственно изменению условий базирования бревна (или бруса) в процессе его пиления. Таких участков по длине пиломатериала насчитывается, как минимум, 5:

1) базирование в клещах впередирамной тележки и передних подающих вальцах лесопильных рам (передний конец пиломатериала длиной около 0,4 м);

2) добавление к базам участка 1 задних подающих вальцов лесопильных рам (участок от 0,4 до ~ 1 м);

3) добавление к базам участков 1 и 2 ножей направляющего аппарата (основной этап наиболее качественного пиления на длине от ~ 1 до ~ 4 м);

4) освобождение заднего конца бревна от зажима в клещах тележки (за 1,5 – 2 м до конца бревна);

5) освобождение заднего конца бревна от базирования в передних подающих вальцах (остаточное базирование бревна в задних вальцах и направляющем аппарате – очень короткий участок $\sim 0,2$ м на заднем конце пиломатериала).

При этом погрешности пиления на первом и последнем этапах настолько велики, что соответствующие участки обычно не учитывают при оценке точности работы лесопильных рам (в частности, по ГОСТ 10294–90 измерение погрешностей предусматривается на расстоянии 400 мм от концов выпиленных пиломатериалов).

1.2 В то же время, наблюдаемое чередование крыловатости «по техническим причинам» по длине пиломатериала должно носить постоянный характер, а точнее – статистически однородный как по месту, так и по величине проявления крыловатости.

1.3 K от внутренних напряжений, в отличие от «технической», должна носить монотонный характер по длине пиломатериала – плавное «закручивание» контрольных сечений относительно продольной оси либо в одну сторону по всей длине пиломатериала, либо в разные стороны, но на больших участках длины, не связанных с условиями перебазирования бревна. Причем величина и направление крыловатости («правое» или «левое» закручивание пиломатериала) должны иметь индивидуальный характер для каждой доски. Особенно это должно проявляться для парных досок постава, расположенных симметрично в правой и левой сторонах постава, у которых деформации от внутренних напряжений (и продольные, и диагональные) должны иметь противоположное направление, но сходный характер, близкий к зеркальному отражению относительно продольной оси бревна.

1.4 Поскольку обе составляющие проявляются в единстве, причем собственное коробление пиломатериала может существенно превышать «техническую» крыловатость, целесообразно начинать анализ с выделения «собственных» деформаций путем выявления гармонических составляющих большого периода (полуволны или полной волны на всей длине пиломатериала).

1.5 Для выявления «технической» крыловатости на отдельных участках пиломатериала требуется новый метод измерения местной крыловатости, т.к. стандартные методы измерения СП и крыловатости дают лишь общие оценки по всей базовой длине пиломатериала.

2. В качестве такого метода для измерения крыловатости предлагается применить уровень, а пиломатериал укладывать на три горизонтальные опоры (рис. 5) [9]. Основной опорой служит поперечная горизонтальная опора 2 в середине пиломатериала; продольные опоры 1 и 5 выполняют вспомогательную роль поддерживания концов пиломатериала, не искажая естественный поворот поперечных сечений вокруг продольной оси. Уровень 4 обеспечивает измерение наклона поверхности пиломатериала 3 в любом контрольном сечении (КС) по его длине.

Алгебраическая разность отсчетов по уровню (угол взаимного поворота КС) позволит оценивать не только максимальную крыловатость пиломатериала (включающую и технические погрешности, и собственные деформации древесины), но и местные углы поворота поперечных сечений в мм на 1000 мм (или, переходя к угловым мерам, – в радианах), отражающие действительно технические повороты бревна вокруг оси при выпиливании бруса. Умножая разность показаний уровня (угол поворота сечений) на ширину пиломатериала, получим абсолютное значение «местной» крыловатости (для любой пары КС), соответствующее [5], а деля эту разность (угол поворота) на расстояние между контрольными сечениями, получим относительную характеристику «местной» крыловатости в виде интенсивности угла «закручивания» ε в радианах на единицу длины пиломатериала:

$$\varepsilon = \Delta\alpha/\Delta l, \quad (2)$$

где $\Delta\alpha$ – разность показаний уровня в КС, радиан;
 Δl – расстояние между парой КС, м

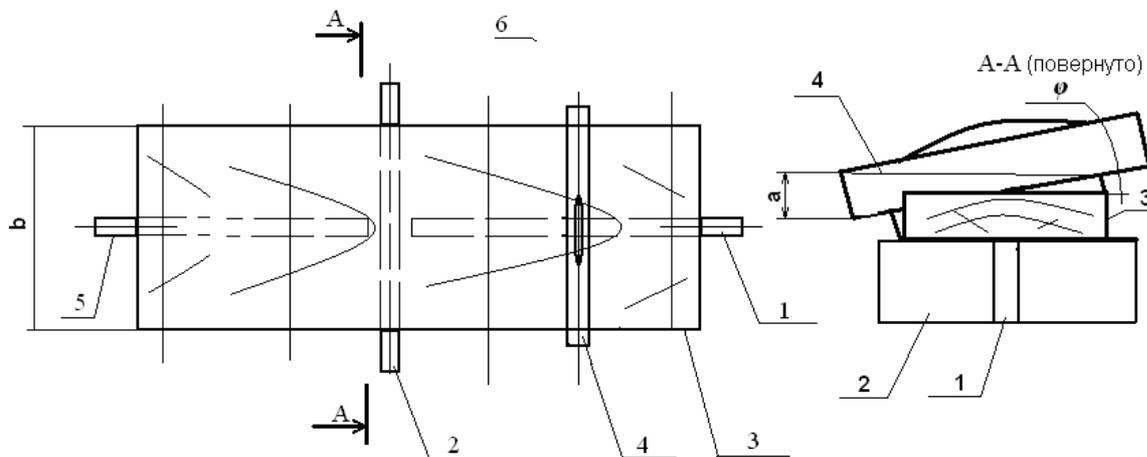


Рис. 5. Схема измерения кривизны: 1,5 – продольные опоры;
 2 – поперечная опора; 3 – пиломатериал; 4 – уровень

Выводы. Предложенный метод измерения кривизны при помощи уровня существенно дополнит возможности оперативного контроля качества пиломатериалов и оценки технического состояния лесопильных рам, позволяя:

- 1) дифференцированно оценивать кривизны и углы взаимного поворота для любой пары контрольных сечений по длине пиломатериала;
- 2) оценивать интенсивность углов поворота бревна для любой пары контрольных сечений и соотнести их положение с условиями базирования бревна в момент образования пропила;
- 3) упростить технические средства и процесс измерения кривизны;
- 4) создать возможность для проведения массовых измерений кривизны.

Список литературы

1. Захарова, Е. И. Лесопильное оборудование и его эксплуатация / Е. И. Захарова. – М.: Гослесбумиздат, 1961. – 230 с.
2. Лапин, П. И. Виды технического брака в лесопильном производстве / П. И. Лапин. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 45 с.
3. Лащманов, В. И. Выверка лесопильных рам / П. И. Лащманов, Е. Ф. Пластов. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 45 с.
4. Кучеров, И. К. Ремонт лесопильных рам / И. К. Кучеров. – М.: Лесная промышленность, 1968. – 171 с.
5. ГОСТ 2140–81. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. Введ. 1982.01.01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1981. – 45 с.
6. ГОСТ 10294 – 90. Рамы лесопильные вертикальные двухэтажные. Основные параметры. Нормы точности. – Введ. 1990-01-03. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1990. – 8 с.
7. Боярский, М. В. Анализ стандартных норм допускаемой покособленности при распиловке на вертикальных лесопильных рамах / М. В. Боярский, О. Г. Тарасова // Материалы 7-го Всероссийского совещания-семинара «Инженерно-физические проблемы новой техники». – М., 2003. – С. 101–102.

8. Анализ способов измерения кривоватости пиломатериалов / Боярский М. В., Тарасова О. Г.; Марийский государственный технический университет. – Йошкар-Ола, 2008. – 6 с. – Деп. в ВИНТИ 28.01.2009, № 47-B2009.

9. Пат. 2365874 РФ, МПК G01B 5/28. Способ оценки отклонений от плоскостности по пласти (кривоватости) пиломатериалов / Боярский М. В., Тарасова О. Г.; Шулепова Н. А. –RU 2365874 C1; заявл. 27.03.2008; опубл. 27.08.2009; Бюл. № 24. (0,31 / 0,15).

Статья поступила в редакцию 30.06.10.

M. V. Boyarsky, O. G. Tarasova

ANALYSIS OF THE TYPES OF BUCKLE AND THE WAYS OF ITS MEASUREMENT

The sources of the reasons of buckle, such as wood natural properties and technological errors of industrial wood forming while production are considered. A new way of twist measurement as a particular case of structure defects revealing which supplements the possibility of operating control of industrial wood quality and evaluation of technical condition of log frames, allowing to evaluate differentially the twist and mutual turn angles for any pair of control section along the length of lumber; intensity of log mutual turn angles for any pair of control section and to correlate their position with the conditions of log location at the moment of saw cut formation; to simplify the technical equipment and the process of twist measurement.

Keywords: buckle, twist, crook, structure defect, method of measurement, technological error of forming.

БОЯРСКИЙ Михаил Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации, сертификации и товароведения МарГТУ. Область научных интересов – деревообработка, режущие инструменты. Автор более 80 публикаций.

E-mail BoyarskiyMV@marstu.net

ТАРАСОВА Ольга Германовна – доцент кафедры стандартизации, сертификации и товароведения МарГТУ. Область научных интересов – сертификация, стандартизация, разработка нормативной документации, исследование качества мебели и изделий из древесины, деревообработка. Автор более 35 публикаций.

E-mail TarasovaOG@marstu.net