

17. Янушкевич А. А., Кулак М. И., Яковлев М. К. Слайны в моделировании раскроя круглых лесоматериалов // Лесной журнал.- Архангельск: Лесн. пром-сть, 1992. - № 2.- С. 68-73.
18. Янушкевич А. А., Шетько С. В. Индивидуальный подход к раскрою лесоматериалов//Деревообрабатывающая промышленность.-М., 1998.-№ 4. - С.10-12.
19. Янушкевич А. А., Шетько С. В. Влияние особенностей формы бревен на выход пилопродукции // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. - Мн., 1997.- Вып. 5.- С. 60-65.

УДК 674.093

С. В. Шетько, ассистент;  
А. А. Янушкевич, доцент

### **ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАМЕТРОВ И ОБЪЕМОВ БРЕВЕН ИЗМЕРИТЕЛЕМ НА БАЗЕ ЛАЗЕРОВ**

The precision of measuring of logs gauge on the laser base.

В БГТУ разработан автоматизированный измерительный комплекс для обмера и учета пиловочных бревен на базе лазеров [1]. Измерительная информация обрабатывается ПЭВМ, которая строит математическую модель лесоматериала. На основе математической модели определяются фактические и стандартные значения диаметра, длины, объема, а также значения сбега, кривизны и других показателей для каждого сортамента.

Комплекс регистрирует размеры и форму бревна в процессе его движения по конвейеру. Конструкцией предусмотрено, что в плане ось конвейера и точка схождения лучей лазеров установки совпадает.

Наблюдения, проведенные на лесозаводах, показали, что при навалке бревен на продольный цепной конвейер автоматизированными устройствами ось бревен часто имеет отклонение на некоторый угол относительно оси конвейера. Такие отклонения также возникают из-за особенностей формы бревен (закомелистость, кривизна) и из-за наличия необрезанных сучьев. Поэтому возникает вопрос, будет ли это отклонение влиять на точность показаний измерительного комплекса, и если будет, то как? Какая будет абсолютная погрешность измерений диаметров и относительная погрешность определения объемов? Какие предельные отклонения допускаются?

Для ответа на эти вопросы были проведены теоретические исследования, целью которых было определение максимального диаметра бревна любой длины, при котором абсолютная погрешность не должна превышать 2 мм [2]. При этом угол отклонения оси бревна от оси конвейера принимался максимальным. Следует отметить, что точка схождения лучей лазера должна лежать на границе плоскости поперечного сечения бревна, т.к. выход точки схождения лучей из плоскости поперечного сечения приводит к грубым ошибкам измерения.

Абсолютная погрешность измерения диаметра определяется:

$$\Delta d = d_{\text{изм}} - d_{\phi},$$

где  $d_{\text{изм}}$  – диаметр, полученный при измерении бревна, лежащего под углом к оси конвейера, мм;

$d_{\phi}$  – фактический диаметр, мм.

Максимальный угол отклонения оси бревна от оси конвейера составит:

– для цилиндра (рис. 1, а)

$$\cos \alpha = \frac{L}{\sqrt{d_{\phi}^2 + L^2}}; \quad (1)$$

– для бревна со сбегом (рис. 1, б)

$$\cos \alpha = \frac{L}{\sqrt{(Kd_{\phi})^2 + L^2}}. \quad (2)$$

Здесь  $L$  – длина бревна, мм;  $K$  – коэффициент сбега.

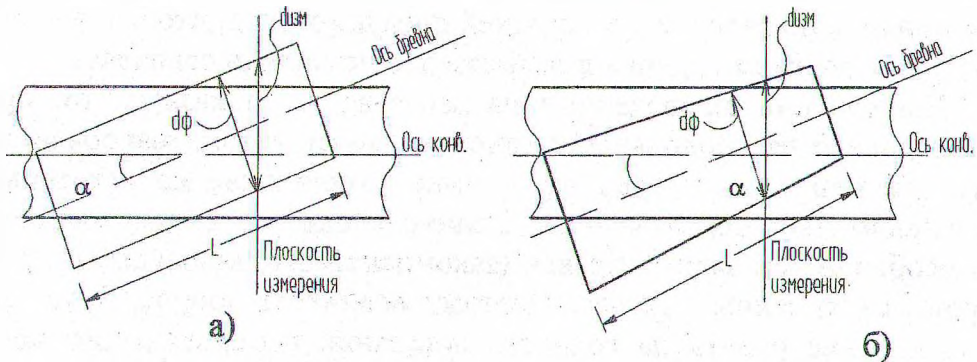


Рис. 1. К определению угла отклонения оси бревна

Из рис. 1 следует, что абсолютная погрешность будет равна:

– для цилиндра

$$\delta = d_{\phi} \frac{\sqrt{d_{\phi}^2 + L^2} - L}{L}; \quad (3)$$

– для бревна со сбегом

$$\delta = d_{\phi} \frac{\sqrt{(Kd_{\phi})^2 + L^2} - L}{L}. \quad (4)$$

По формулам (3) и (4) были построены график зависимости абсолютной погрешности при измерении бревна, лежащего под углом к продольной оси конвейера, от  $d$  и  $L$  (теоретическая зависимость для бревен с коэффициентом сбega 1,2) и график зависимости абсолютной погрешности при измерении бревна, лежащего под углом к продольной оси конвейера, от  $d$  и  $L$  (теоретическая зависимость для цилиндра). Указанные графики приведены на рис. 2 и рис. 3 соответственно.

Графики показывают, что в рабочем диапазоне диаметров и длин ( $d_{cp} = 20$  см и  $L_{cp} = 5$  м) ошибка измерения диаметров не превышает 0,5 мм (допускаемая точность  $\pm 2$  мм). В этом случае положение бревна не сказывается на точности измерений.

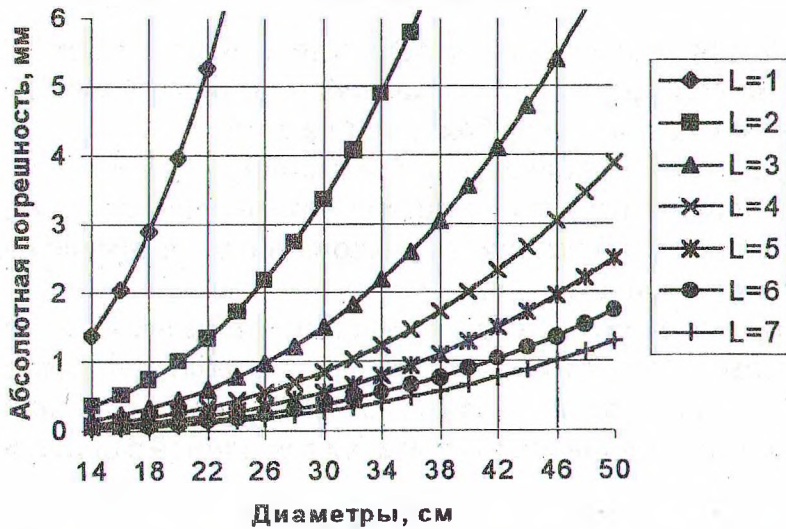


Рис. 2. График изменения абсолютной погрешности при измерении бревна, лежащего под углом к продольной оси конвейера, в зависимости от  $d$  и  $L$  (теоретическая зависимость для бревен с коэффициентом сбega 1,2)



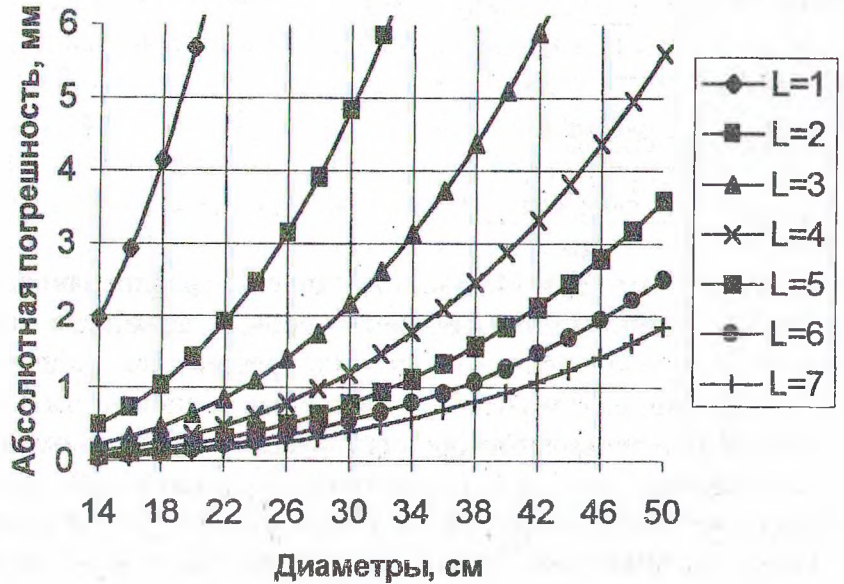


Рис. 3. График изменения абсолютной погрешности при измерении бревна, лежащего под углом к продольной оси конвейера, в зависимости от  $d$  и  $L$  (теоретическая зависимость для цилиндра)

Для бревен длиной 6 м в диапазоне диаметров от 14 до 50 см отклонение оси бревна от оси конвейера вызывает искажение размера измеряемого диаметра не более чем на 2 мм.

Для бревен длиной 4 м при диаметре более 40 см имеется область в плоскости сечения бревна, при попадании в которую точки схождения лучей будет иметь место ошибка, превышающая 2 мм, т.е. требуется выравнивание бревна.

По результатам теоретических исследований были установлены предельные углы отклонения оси бревен различной длины и диаметров от оси конвейера. В качестве примера в табл. 1 приведены предельные углы отклонения оси для бревен длиной 5 м при  $K=1,2$ .

Таблица 1

Предельные углы отклонения для бревен длиной 5 м при  $K=1,2$

Группы диаметров, см	8-13	14-24	26-42
Значения углов, град	0,92-1,49	1,6-2,75	2,98-5,58

Относительная погрешность определения объемов будет:

$$\epsilon = 100 \frac{|V_{\text{изм}} - V_{\phi}|}{V_{\phi}} = 100 \frac{\Pi d_{\text{изм}}^2 - \Pi d_{\phi}^2}{\Pi d_{\phi}^2}.$$

С учетом рис. 1 следует, что

$$\epsilon = 100 \left( \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1 \right) = 100 \operatorname{tg}^2 \alpha. \quad (5)$$

Подставляя в формулу (5) значения углов, приведенных в табл. 1, можно установить, что относительная погрешность определения объемов не будет превышать 3%.

Для подтверждения теоретических положений были проведены экспериментальные исследования по обмеру модельных образцов.

Вначале выполнялся ручной обмер образцов и определялся их объем по формуле объема цилиндра. Затем выполнялось определение с помощью автоматизированного измерительного комплекса размеров этих же образцов, которые располагались под некоторым углом в разных плоскостях по отношению к продольной оси конвейера.

По результатам определения диаметров и объемов образцов выбирались максимальные значения абсолютных погрешностей диаметров и относительных погрешностей объемов, которые являются характеристиками точности измерительного комплекса.



$$a' = 55 \text{ мм}$$

$$a = 57,3 \text{ мм}$$

$$a'' = 60 \text{ мм}$$

$$\alpha' = 6,97^\circ$$

$$\alpha = 7,26^\circ$$

$$\alpha'' = 7,59^\circ$$

Рис. 4. Расчетная схема

Для исследования точности измерений диаметра и объема, а также влияния угла отклонения оси бревна от оси конвейера использовался образец диаметром 28 см, длиной 0,45 м и объемом 0,0280 м<sup>3</sup>. По формуле (1) был рассчитан предельный угол для указанного образца. Он составил 7,26°, что соответствует линейному отклонению  $a=57,3$  мм (рис. 4). Для установления влияния величины отклонения на точность измерения были выбраны соседние линейные отклонения,

равные 55 мм и 60 мм, что соответствует углам  $6,97^\circ$  и  $7,59^\circ$ . Два последних угла взяты такими для того, чтобы показать, как изменяется точность измерений при переходе через предельный угол. Результаты обработки экспериментальных исследований по обмеру модельных образцов приведены в табл. 2 и 3.

Анализ данных, приведенных в табл. 2, показывает, что точность определения диаметра, выраженная значением максимальной абсолютной погрешности, составила 1,9 мм – для угла не превышающего предельного, что находится в пределах, допустимых для автоматизированных средств измерений, которые составляют  $\pm 2$  мм для диапазона диаметров 6-60 см [2]. Для угла, превышающего предельный, абсолютная погрешность составила 3,5 мм, что выше допускаемой.

Максимальное значение среднего квадратичного отклонения диаметра составило в условиях эксперимента 0,23063 см, что указывает на незначительное влияние случайных погрешностей и устойчивую работу измерительной установки.

Таблица 2

## Статистические показатели измерения диаметра

Угол	Среднее значение, см	Среднее квадратическое отклонение, см	Абсолютная погрешность, см
0	28,0	0,16499	-0,01
6,97	28,2	0,12258	-0,19
7,59	28,4	0,23063	-0,35

Таблица 3

## Статистические показатели определения объема

Угол	Среднее значение, м <sup>3</sup>	Среднее квадратическое отклонение, м <sup>3</sup>	Относительная погрешность, %
0	0,0280	0,00638	0,99
6,97	0,0283	0,01449	2,08
7,59	0,0286	0,01556	3,20

Максимальное значение относительной погрешности определения объема (табл. 3) составило по результатам экспериментов 2,08% – для угла, не превышающего предельного, что также удовлетворяет предельному значению по точности для автоматизированных устройств определения объемов, величина которого равна 3% [2]. Для уг-



ла, превышающего предельный, относительная погрешность составила 3,2%, что выше допустимой.

Эти данные подтверждают теоретические зависимости изменения точности измерений, установленные ранее.

Анализ результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований показал, что перед вхождением бревна в измеритель его необходимо выравнивать, чтобы отклонение оси бревна от оси конвейера не превышало предельного угла. Значения установленных предельных углов могут быть использованы при конструировании выравнивающих устройств для бревен.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Янушкевич А.А., Яковлев М.К., Шетько С.В., Василенок Г.Д. Опытный образец оптоэлектронной установки для учета круглых лесоматериалов // Труды БГТУ. Вып. 4. Мн., 1996.
2. ГОСТ 21524-76. Лесоматериалы. Средства для линейных и объемных измерений. М.: Госстандарт СССР, 1976.

УДК 674.093

А. Н. Кривоблоцкий, аспирант

#### ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ МАШИН ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ОБРЕЗНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

This article has the grounds of applying different edge-surfaced lumber producing machinery systems.

Перевод экономики страны, в том числе и лесопильного производства, на рыночный путь развития означает, что конечные результаты хозяйственной деятельности должны опережать темпы вовлечения в производственную сферу ресурсов (трудовых, финансовых, материальных, природных), т.е. прирост продукции должен происходить в основном за счет увеличения производительности труда, повышения фондо- и материалоотдачи, рационального использования распиливаемого сырья.

К общим недостаткам существующей технологии следует отнести следующее:

— уровень механизации технологического процесса довольно низкий, так как на подавляющем числе производств и лесопильных цехов только раскрой бревен и досок производится на