

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

**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ:
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

In the article was constructed and introduced a measuring device for registration of roundwood dimensional specifications.

В процессе создания ресурсосберегающей технологии лесопиления необходимо при раскросе бревен учитывать все факторы, которые оказывают влияние на объемный выход пилопродукции. Было исследовано влияние коэффициента сбега, кривизны, диаметра, длины бревен на показатель эффективности переработки сырья [1].

Для адекватного описания размеров и формы пиловочного сырья разработано измерительное устройство [2].

Устройство реализует светотеневой автоколлимационный принцип измерения объектов. Отличительными особенностями комплекса является то, что источник излучения устройства оптически совмещен с центром объектива приемника, излучение от источника не попадает в объектив приемника излучения, кроме как после отражения от световозвращающей поверхности (retro-reflective sheetings), предмет измерения или контроля находится между совмещенным источником с приемником излучения и световозвращающей поверхностью.

Математическое и программное обеспечение включает в себя алгоритмы определения диаметров и координат центров окружностей по длине, которые формируют модель бревна.

Определение диаметра сечения объекта измерения сводится к расчету радиуса окружности, вписанного в четырехугольник P₁P₂P₃P₄ (см. рисунок).

За расчетный радиус было решено принять среднее значение радиусов четырех окружностей, каждая из которых ограничена тремя касательными: H₄G₂-H₁G₃-H₂G₄, H₄G₂-H₁G₃-H₃G₁, H₃G₁-H₁G₃-H₂G₄, H₄G₂-H₂G₄-H₃G₁.

Две вертикальные линии с координатами L₁ и L₂ – это виртуальные линейки, которые получены при «калибровке» измерительного комплекса, а H₁, H₂, H₃, H₄, G₁, G₂, G₃, G₄ – координаты тени объекта на этих линейках.

Определение радиусов (R_i) и координат центров окружности (X_i; Y_i) сводится к решению систем уравнений:

$$R_1, X_1, Y_1 = \begin{cases} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{cases}; R_2, X_2, Y_2 = \begin{cases} d_1 \\ d_2 \\ d_4 \end{cases}; R_3, X_3, Y_3 = \begin{cases} d_1 \\ d_3 \\ d_4 \end{cases} \text{ и } R_4, X_4, Y_4 = \begin{cases} d_4 \\ d_2 \\ d_3 \end{cases}$$

где d₁, d₂, d₃, d₄ – расстояние от точки (предполагаемый центр окружности) до прямой (касательной к этой окружности).

$$d_i = \frac{AX_i + BX_i + C}{\pm \sqrt{A^2 + B^2}}$$

где в числителе уравнение прямой в общем виде:

$$(G_3 - H_1)X_1 - (L_2 - L_1)Y_1 + H_1(L_2 - L_1) - L_1(G_3 - H_1) = 0 \text{ – уравнение прямой } H_1G_3;$$

$$(G_4 - H_2)X_1 - (L_2 - L_1)Y_1 + H_2(L_2 - L_1) - L_1(G_4 - H_2) = 0 \text{ – уравнение прямой } H_2G_4;$$

$$(G_1 - H_3)X_1 - (L_2 - L_1)Y_1 + H_3(L_2 - L_1) - L_1(G_1 - H_3) = 0 \text{ - уравнение прямой } H_3G_1;$$

$$(G_2 - H_4)X_1 - (L_2 - L_1)Y_1 + H_4(L_2 - L_1) - L_1(G_2 - H_4) = 0 \text{ - уравнение прямой } H_4G_2.$$

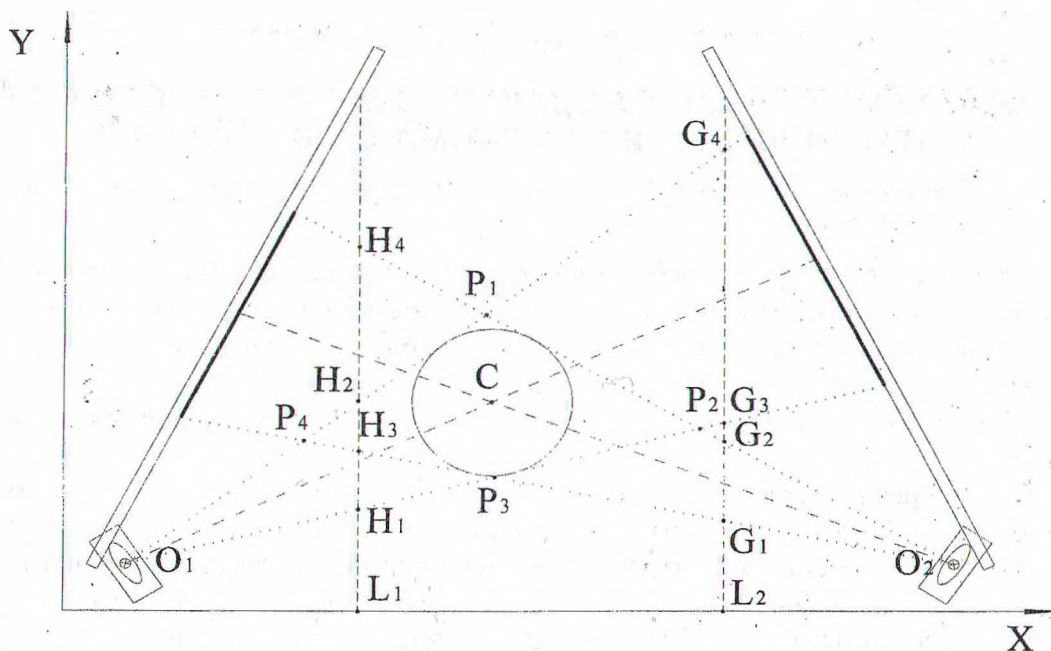


Рис. Расчетная схема для определения диаметров и координат центра
 Расчетный радиус определяем по формуле

$$R = 0,25(R_1 + R_2 + R_3 + R_4),$$

расчетные координаты центра окружности по формулам

$$X = 0,25 (X_1 + X_2 + X_3 + X_4),$$

$$Y = 0,25 (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4).$$

Площадь поперечного сечения $S = \pi R^2$.

$$\text{Длина бревна } L = \sum_{k=1}^{N-1} \ell_k.$$

$$\text{Объем бревна } V = 0,5 \sum_{k=1}^{N-1} (S_k + S_{k+1}) \ell_k,$$

где S_k – площадь k -го сечения; ℓ_k – расстояние по длине бревна между сечениями S_k и S_{k+1} ; N – число сечений S_k .

Программное обеспечение измерительной установки состоит из трех функциональных частей и представляет собой совокупность программных модулей, выполняющих определенные функции.

Первая часть программного обеспечения включает в себя модули: управления фотоприемниками через соответствующие порты ПЭВМ, коммутации сигналов осветителей, самодиагностики измерительного комплекса.

Вторая часть – модули по обработке первичной информации: фильтрации данных о координатах поверхности, обработки профилей полностью не обрезанных сучьев, задиров коры, налипания снега и пр.; корректировки координат с учетом коры.

Третья часть – модули: расчета диаметров, площадей и объемов; управления базой данных измеренных сортиментов, управления сортировочным конвейером, определения оптимальной схемы распиловки, определения границ сортировочных групп.

Для работы устройства в составе сортировочной линии было создано программное

обеспечение, которое позволяет сортировать бревна и вести учет поступающего сырья.

После создания опытно-промышленного образца оптико-электронного устройства были проведены эксперименты по исследованию точности определения диаметров и объемов с использованием разработанного математического и программного обеспечения. Вначале были поставлены эксперименты в лабораторных условиях на цилиндрических образцах. Затем были проведены испытания в производственных условиях на реальных бревнах.

В результате этих исследований было установлено, что точность измерительного комплекса соответствует стандарту на автоматизированные средства измерения [3].

Созданное измерительное устройство может быть использовано по следующим направлениям:

в деревообработке: в качестве самостоятельного устройства для обмера и учета сырья, в составе сортировочной линии, в составе линии для раскроя хлыстов;

в других отраслях промышленности для контроля диаметров объектов: труб, стержней и др.

Автоматизированный измерительный комплекс в составе сортировочной линии был внедрен на складе сырья лесопильного завода Столбцовского лесхоза. А на устройство определения диаметров объектов подана заявка на получение патента Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Янушкевич А.А., Шетько С.В. Влияние особенностей формы бревен на выход пилопродукции // Труды БГТУ. Вып. V. Сер. II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – Мн.: БГТУ, 1997. – С. 60–64.
2. Янушкевич А.А., Яковлев М.К., Шетько С.В., Василенок Г.Д. Опытный образец оптоэлектронной установки для учета круглых лесоматериалов // Труды БГТУ. Вып. IV. Сер. II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – Мн.: БГТУ, 1996. – С. 102–106.
3. Янушкевич А.А., Шетько С.В., Василенок Г.Д. Автоматизированный контроль размеров и формы круглых лесоматериалов // Автоматический контроль и автоматизация производственных процессов: Матер. междунар. научно-техн. конф. – Мн.: БГТУ, 2000. – С. 23–24.