

Мухурова Е.А.

Янушкевич А.А.

Шетько С.В.

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
РАСКРОЯ БРЕВЕН С КРИВИЗНОЙ НА
ПИЛОПРОДУКЦИЮ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

УДК 674.093

По результатам теоретических исследований разработаны графики для определения оптимальных схем распиловки бревен в зависимости от их диаметра и стрелы прогиба. Приведено описание принципа работы измерительного комплекса для бревен. Предложена перспективная бревен с учетом их индивидуальных особенностей.

Ключевые слова: распиловка бревен, зависимости, сканирования, технология раскроя.

Значительная часть пиловочных бревен, поступающих на лесопильные предприятия, имеют кривизну ствола. Бревна лиственных пород (ольха, береза, осина) в большей мере подвержены этому пороку, чем хвойные. При распиловке таких бревен по схемам (поставам), которые являются оптимальными для бревен, не имеющих кривизну, снижается объёмный выход пилопродукции. Считается, что «каждый процент кривизны приводит к снижению объёмного выхода пиломатериалов на 8...10 %» [1]. Профессор Р.Е. Калитеевский пишет «специальным вопросом с точки зрения развития теории раскроя пиловочного сырья является решение задачи рационального раскроя бревен неправильной формы» [1].

Учитывая, что в общем запасе насаждений в спелых и перестойных лесах Беларуси лиственные породы занимают более 50%, вопрос вовлечения в переработку лиственных бревен является актуальным. В этой связи необходимым условием для рационального использования пиловочного сырья лиственных пород является разработка оптимальной технологии переработки бревен с учетом их индивидуальных особенностей, в частности, пороков формы ствола.

Распиловка бревен по оптимальным схемам с учетом их индивидуальных особенностей требует разработки и использования соответствующих измерительных систем для регистрации этих особенностей и управления устройствами для сортировки пиловочного сырья.

Целью исследований является совершенствование технологии раскроя бревен, имеющих пороки формы ствола, на пилопродукцию целевого назначения. Для решения этой задачи в первую очередь необходимо разработать теоретические положения по раскрою бревен с кривизной и совершенствовать измерительное устройство для регистрации индивидуальных особенностей бревен.

Теоретические исследования [2] позволили установить оптимальные размеры бруса и боковых досок при распиловке бревен, имеющих кривизну, в зависимости от диаметра и стрелы прогиба бревна (рис. 1).

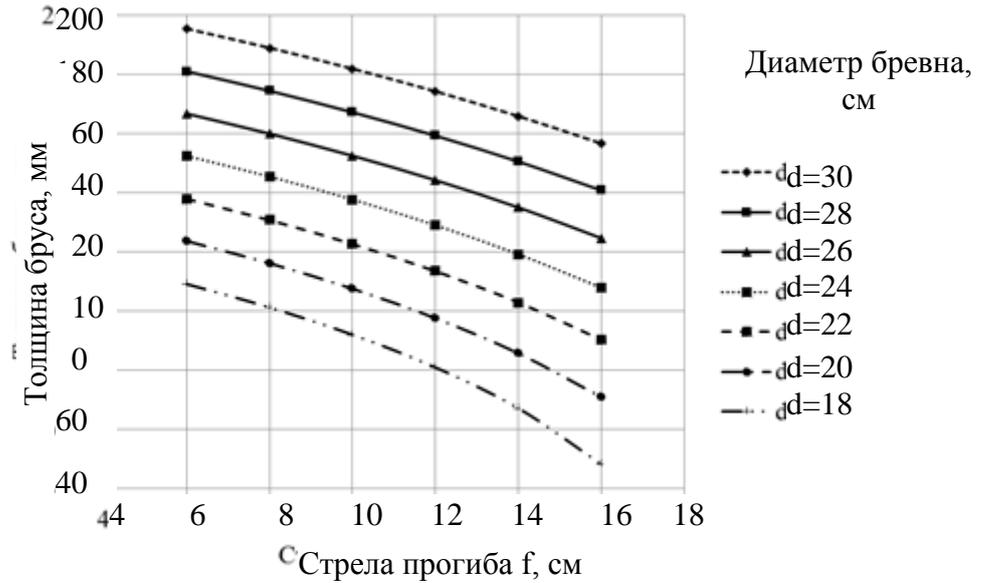


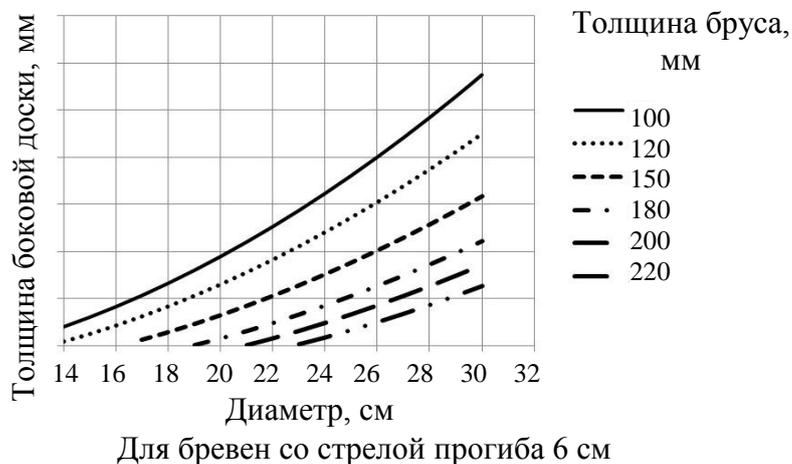
Рисунок 1 – График для определения толщины бруса при распиловке бревен, имеющих кривизну

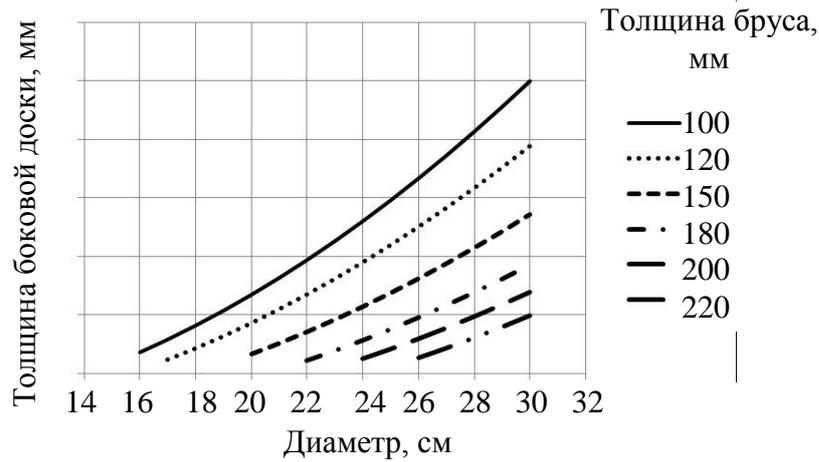
График показывает, что с увеличением стрелы прогиба толщина выпиливаемых брусьев уменьшается. С увеличением диаметра распиливаемых бревен влияние кривизны на изменение толщины брусьев снижается.

На основании результатов исследований были разработаны номограмма и графики для составления поставок [3], позволяющие проектировать распиловку бревен на пилопродукцию целевого назначения по заданной спецификации в зависимости от размеров и индивидуальных особенностей бревен (диаметра и стрелы прогиба). В качестве примера на рис. 2 приведены графики для составления поставок на распиловку бревен, имеющих стрелу прогиба 6 см, 10 см и 12 см.

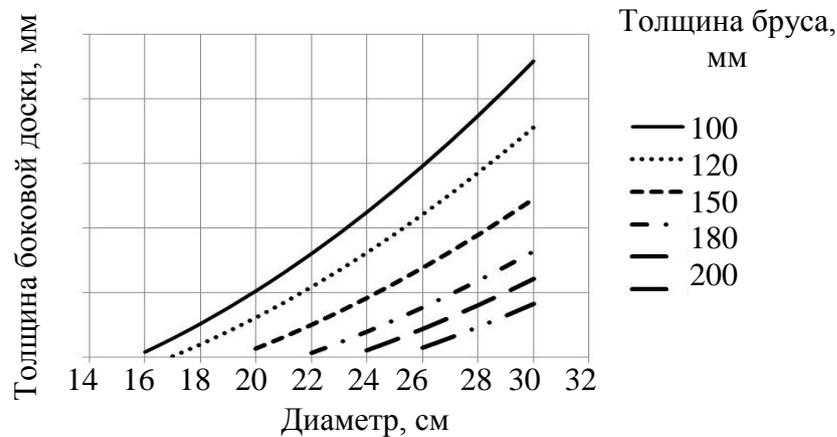
Таким образом, пользуясь разработанными графиками, можно определить оптимальную схему распиловки бревна в зависимости от его размеров и стрелы прогиба. На основе теоретических положений по раскрою бревен, имеющих кривизну, разработано оригинальное программное обеспечение, которое позволяет выполнить виртуальный раскрой бревна с учетом его индивидуальных особенностей и заданной спецификации пилопродукции и выбрать оптимальную схему распиловки каждого бревна.

Сканирование каждого бревна и передача информации о его размерах и особенностях формы в компьютер выполняет разработанный измерительный комплекс [4].





Для брусів со стрелою прогиба 10 см



Для брусів со стрелою прогиба 12 см

Рисунок 2 – Графики для составления поставок на распиловку брусів со стрелою прогиба 6 см, 10 см, 12 см с учетом спецификации пиломатериалов

Измерительный комплекс (рис. 3) состоит из двух линейных видеокамер с помещенными в центре объективов точечными источниками света (1) и двух панелей с нанесенным на них световозвращающим покрытием (retro-reflective heetings) (2).

Световые лучи от точечного источника попадают на световозвращающее покрытие и возвращаются назад в объектив, если измеряемый объект их не перекрывает.

В основу принципа измерений положено фиксирование линейными видеокамерами двух теней объекта на световозвращающих покрытиях в сходящих лучах. Затем с помощью персонального компьютера рассчитывается диаметр и центр круга, вписанного в четырехугольник, образованный пересечением крайних лучей на границах теней.

Преимуществом такого измерителя является применение интегральных монолитных микросхем фотоприемников и двух точечных источников света вместо протяженных источников, замененных световозвращающим покрытием, что приводит к упрощению конструкции, повышает технологичность изготовления и облегчает встраиваемость в действующие системы.

Для определения диаметров для этой измерительной системы было создано оригинальное математическое обеспечение. Основой для расчетов является схема, которая приведена на рис. 3.

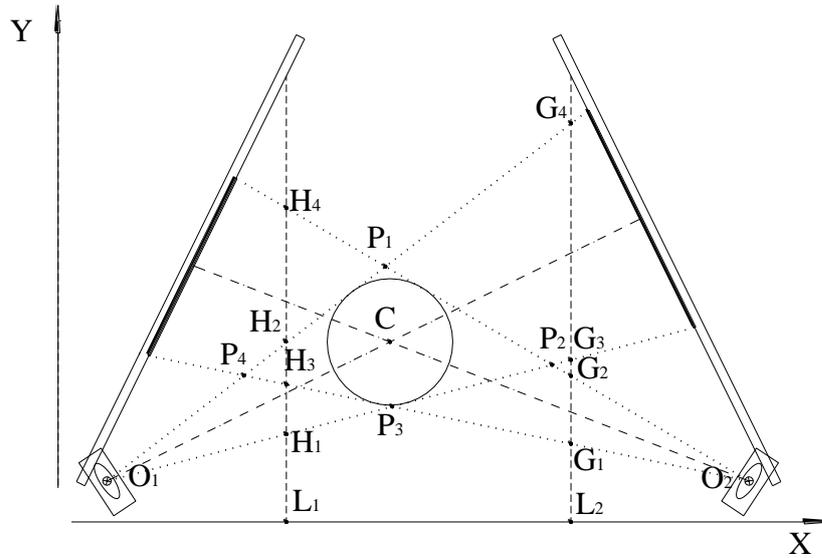


Рисунок 3 – Расчетная схема измерителя

Определение диаметра сечения объекта измерения сводится к расчету радиуса окружности.

За расчетный радиус принято среднее значение радиусов четырех окружностей, ограниченных тремя касательными: $H_4G_2-H_1G_3-H_2G_4$, $H_4G_2-H_1G_3-H_3G_1$, $H_3G_1-H_1G_3-H_2G_4$, $H_4G_2-H_2G_4-H_3G_1$.

Две вертикальные линии с координатами L_1 и L_2 – это виртуальные линейки, которые получены при калибровке измерительного комплекса, а $H_1, H_2, H_3, H_4, G_1, G_2, G_3, G_4$ – координаты тени объекта на этих линейках.

Определение радиусов (R_i) и координат центров окружности (X_i, Y_i) сводится к решению систем уравнений (1):

$$R_1, X_1, Y_1 = \begin{cases} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{cases}, R_2, X_2, Y_2 = \begin{cases} d_1 \\ d_2 \\ d_4 \end{cases}, R_3, X_3, Y_3 = \begin{cases} d_1 \\ d_3 \\ d_4 \end{cases}, R_4, X_4, Y_4 = \begin{cases} d_4 \\ d_2 \\ d_3 \end{cases}, \quad (1)$$

где d_1, d_2, d_3, d_4 – расстояние от точки (предполагаемый центр окружности) до прямой (касательной к этой окружности).

$$d_i = \frac{AX_i + BY_i + C}{\pm \sqrt{A^2 + B^2}}, \quad (2)$$

где в числителе – уравнение прямой в общем виде:

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

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

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

$(G_2 - H_4)X_1 - (L_2 - L_1)Y_1 + H_4(L_2 - L_1) - L_1(G_2 - H_4) = 0$ – уравнение прямой H_4G_2 .

Расчетный радиус определяем по формуле:

$$R = 0,25 (R_1 + R_2 + R_3 + R_4), \quad (3)$$

расчетные координаты центра окружности по формулам:

$$X = 0,25 (X_1 + X_2 + X_3 + X_4), \quad (4)$$

$$Y = 0,25 (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4). \quad (5)$$

Измерительный комплекс установлен на сортировочном конвейере лесопильного цеха в Столбцовском опытном лесхозе.

По результатам исследований можно обосновать перспективную технологию, которая включает:

- сканирование бревна и регистрацию его размеров и особенностей формы ствола;
- виртуальный раскрой бревна на пиломатериалы целевого назначения (по заданной спецификации);
- выбор оптимальной схемы раскройки с учетом размеров и особенностей формы ствола;
- сортировку и распиловку бревна по оптимальным схемам, обеспечивающим наибольший объемный выход пиломатериала целевого назначения.

Вовлечение в переработку бревен лиственных пород позволит расширить сырьевую базу лесопильного производства. Распиловка бревен по оптимальным схемам способствует сохранению лесных ресурсов – национального богатства страны.

Литература:

1. Калитеевский, Р. Е. Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент / Р. Е. Калитеевский. – СПб.: Профинформ, 2005. – 480 с.
2. Янушкевич, А.А. Оптимальные размеры пиломатериалов при распиловке бревен лиственных пород / А.А. Янушкевич, С.В. Шетько, Е.А. Жуковская // Сб. науч. тр./ Труды БГТУ. – Сер. II, Вып. XVIII: Лесная и деревообработка. – Минск, 2010. – С. 205–208.
3. Жуковская, Е.А. Ресурсосберегающая технология раскройки бревен лиственных пород / Е.А. Жуковская, А.А. Янушкевич // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Труды VI международного евразийского симпозиума – Екатеринбург, 2011. – С. 124–129.
4. Устройство для измерения диаметров круглых лесоматериалов: пат. 7986 Респ. Беларусь, С1 2006.04.30 / А. А. Янушкевич, С. В. Шетько, Г. Д. Василенок; заявитель Белорус. гос. технол. ун-т. – № а 200330492; заявл. 06.06.03; опубл. 30.04.06 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. № 2. – С. 108.

Muhurova K., Yanushkevich A., Shetko S. **Improving the technology of cutting logs with a curvature of sawn timber on purpose**

According to the results of theoretical studies designed to determine the optimal schedules schemes sawing depending on their diameter and deflection. The description of the operating principle of measuring complex for scan logs. A promising technology for cutting logs based on their individual characteristics.

Keywords: sawing logs, depending, scanning, cutting technology.

References

1. Kaliteevskii, RE Sawmills in HHI century. Technology, equipment, management / RE Kaliteevskii. - SPb .: Profinform, 2005. - 480 p.
2. Yanushkevich, AA Optimal dimensions of lumber at sawing hardwood logs /A.A. Yanushkevich, SV Shetko, EA Zhukovskaya // Coll. scientific. Tr. / Proceedings BSTU. - Ser. II, Vol. XVIII: Forest and Woodworking. prom-st. - Minsk, 2010. - P. 205-208.
3. Zhukovskaya, EA Resource-saving technology is the cutting of hardwood logs / EA Zhukovskaya, AA Yanushkevich // Woodworking: technologies, equipment, management HHI century. Proceedings of the VI International Eurasian Symposium - Ekaterinburg, 2011. - P. 124-129.
4. A device for measuring the diameter roundwood: US Pat. 7986 Rep. Belarus, C1 2006.04.30 / AA Yanushkevich, SV Shetko, GD Vasilenok; Belarusian applicant. state. tehnol. Univ. - № and 200330492; appl. 06.06.03; publ. 30.04.06 // Afitsyyny Bull. / Nat. tsentr intelektual. ulasnasti. - 2006. № 2. - S. 108.