DOI: 10.58168/CouForCom2026_139-143
УДК 674.093.6 – 413.82

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РАСПИЛОВКИ ПРИ ЛЕНТОЧНОМ ЛЕСОПИЛЕНИИ

Максименков А.И., Абрамов В.В., Акопян Д.Х.
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия

IMPROVING THE ACCURACY OF SAWING IN STRIP-LUMBERING

Makimenkov A.I., Abramov V.V., Akopyan D.H.
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: Определены параметры определяющие точность распиловки древесины при ленточном лесопилении исходя из условия обеспечения требуемой величины шероховатости получаемой пилопродукции. Получены аналитические выражения для определения скорости подачи при различной ширине пропила.

Abstract: The parameters determining the accuracy of wood sawing in band sawing have been determined based on the condition of ensuring the required level of roughness of the resulting sawn timber. Analytical expressions have been obtained to determine the feed rate at different cut widths.

Ключевые слова: точность распиловки, ленточное лесопиление, качество, шероховатость.

Keywords: sawing accuracy, band sawing, quality, roughness.

Одной из энергоемких и наиболее важных технологических операций при переработке древесины является ее распиловка на пиломатериалы. При существующей технологии переработки и применяемом оборудовании (лесопильные рамы и круглопильные станки), деловой выход древесины с учетом пороков, очень низок и не превышает 50 – 60%, что обусловлено рядом причин: большие потери в опилки 18 – 20%; не оптимальная схема раскроя пиловочного сырья; низкое качество получаемых пиломатериалов. Это приводит к нерациональному использованию ресурсно-сырьевой базы.

На современном этапе развития деревообрабатывающего производства большинство малых предприятий России используют для распиловки бревен на доски горизонтальные ленточнопилочные станки, заменяющие вертикальные лесопильные рамы. Эти станки, несмотря на сравнительно невысокую производительность, положительно зарекомендовали себя благодаря следующим преимуществам:

- простота конструкции;

© Максименков А. И., Абрамов В. В., Акопян Д. Х., 2026

- мобильность;
- индивидуальный раскрой;
- минимальная ширина пропила.

Одним из основных показателей оценки эффективной работы ленточной пилы горизонтального ленточнопильного станка является качество изготовленных досок. Согласно действующим стандартам доски разделяются по качеству древесины на пять сортов – отборочный, I, II, III, IV. Качество изготовления досок характеризуется такими показателями, как шероховатость обработанной поверхности, непараллельность пластей, волнистость, вырывы, риски. Величины показателей качества обработки допускаются в пределах погрешностей номинальных размеров пиломатериалов, то есть в пределах разнотолщинности досок. Так, для толщин досок 40…100 мм допустимая погрешность сортов высокого качества (отборочного, I и II) находится в пределах ±2 мм. Следует также учитывать, что эти погрешности установлены для сухих пиломатериалов (когда влажность не превышает 22 %), а когда доски обладают большей влажностью (что характерно для условий пиления древесины в виде бревен), то допустимы значения погрешностей согласно данным[1] уменьшены вдвое. То есть отклонения толщины, упомянутых выше номинальных размеров досок, не должны превышать ±1 мм. Именно такая точность, относительно разнотолщинности досок, должна обеспечиваться при распиловке бревен на горизонтальных ленточнопильных станках ленточными пилами.

Распиловка бревен на доски является начальной операцией технологического процесса механической обработки древесины, поэтому точность толщины досок определяет процент полезного выхода древесины вследствие величины припусков на последующих операциях механической обработки заготовок. Поэтому достижение высокой точности изготовления досок в современных условиях является важной задачей для производственников с точки зрения экономии сырья и энергоресурсов.

Следует отметить, что на сегодняшний день отсутствуют данные результатов теоретических и экспериментальных исследований точности распиловки бревен ленточной пилой с определенными геометрическими параметрами на горизонтальных ленточнопильных станках, которые позволили бы обосновать нормативные значения показателей технологической и геометрической точности станков отечественных производителей.

На основе вышеприведенного, считаем актуальным и необходимым проведение исследований точности распиловки бревен на горизонтальных ленточнопилочных станках, с целью определения их фактического уровня точности, основных факторов влияния на точность обработки и разработки способов ее повышения.

Методика замеров разнотолщинности изготовленных досок разрабатывалась на основе требований госстандарта, устанавливающий методы контроля качества досок Замеры выполнялись на пяти досках одинаковой номинальной толщины 40 мм в 20 точках, расположенных с двух сторон равномерно по длине каждой доски через 400 мм. Измерения толщин досок производились с

помощью штангенциркуля с точностью до 0,05 мм. Объем выборки данных замеров N=100.

Статистическая обработка результатов измерения выполнялась с помощью специально разработанной программы на ЭВМ, обеспечивающей определение статистических показателей, класса точности станка, квалитета точности обработанного размера (толщины досок) и установления закона распределения погрешности размера.

Результаты статистической обработки экспериментальных данных на ЭВМ представлен на рис. 1.

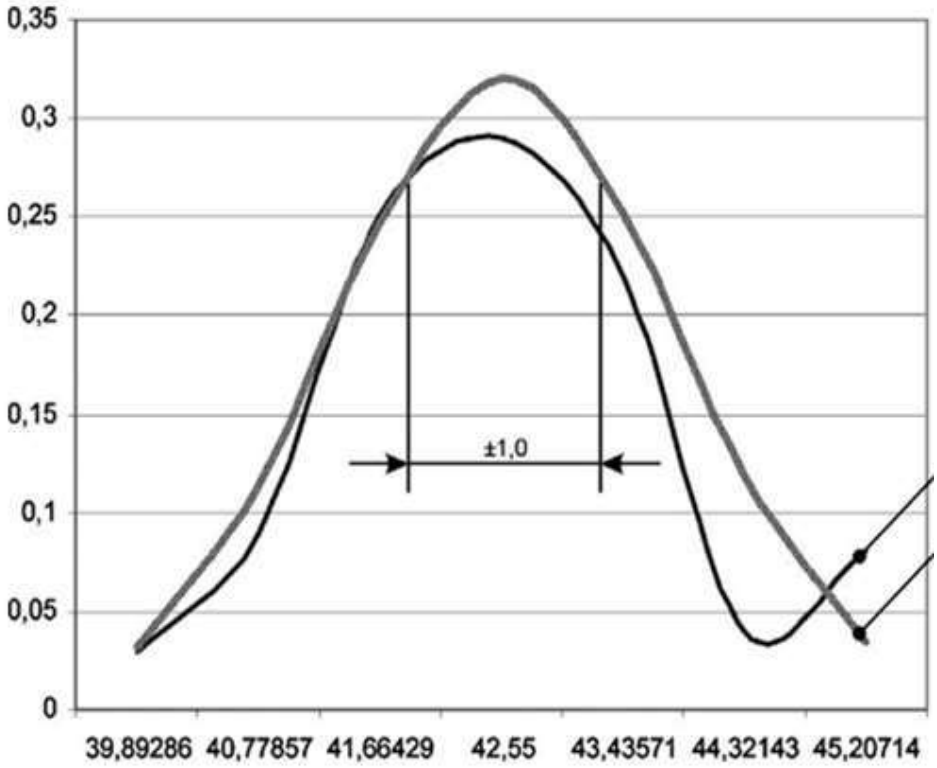


Рисунок 1 – Результаты статистической обработки данных разнотолщинности досок

На основе статистической обработки выборки данных разнотолщинности досок установлено:

- средний размер толщины 42,60 мм;
- квалитет обработки размера – 18;
- класс точности станка – 4 (низкий);
- закон распределения погрешностей – нормальный;
- поле рассеяния размера – ±3,74 мм.

Закономерность нормального распределения погрешностей толщин досок позволяет утверждать, что количество изготовленных досок на станке в пределах допуска ±1,0 мм составляет 25 % от общего объема производства.

На основе анализа характера изменения разнотолщинности по длине доски установлено, что основным фактором влияния на периодичность его изменения является неоднородность структуры древесины в плоскости резки. К названной

неоднородности можно отнести наличие сучков, увеличение твердости древесины от кроны до корневой части бревна, а также взаиморасположение годовых колец в плоскости резки.

Результаты измерений максимальной шероховатости при пилении бревен дуба с использованием малогабаритного ленточнопильного станка можно описать зависимостью от трех переменных – скорости подачи U, ширины пропила B, и температуры t:

$$R_{max}(U,B,t) = 67.23 - 0.1004\ B + 0.0001313\ B^2 - 0.10288 - 0.0008895\ B\ t + \\ + 0.01474\ t^2 + 177.0\ U + 0.01746\ B\ U + 0.03495\ t\ U - 16.93\ U^2. \quad (1)$$

Выражение (1), аппроксимирует опытные данные с относительной погрешностью < 10 %. Сумма квадратов отклонений для $R_{max}/R_{хар}$, ($R_{хар}$=100 мкм) меньше 1. Зависимость R_{max} от температуры незначительна, поэтому для расчетов максимальной шероховатости пиломатериалов из древесины дуба можно использовать функцию двух переменных вида:

$$R_{max}(U,B) = 45.62 - 0.02246\ B + 0.00004827\ B^2 + 180.9\ U + 0.006853B\ U - 16.83U^2 \quad (2)$$

Относительная погрешность (2) также меньше 10%, сумма квадратов отклонений для $R_{max}/R_{хар}$, ($R_{хар}$=400 мкм) меньше 1.

На основании результатов замеров толщины досок и шероховатости поверхности, полученных при различных скоростях подачи и ширине пропила, построены графики, иллюстрирующие качественные показатели процесса пиления. На рис. 2 и 3 показано изменение шероховатости пиломатериалов в зависимости от ширины пропила и скорости подачи.

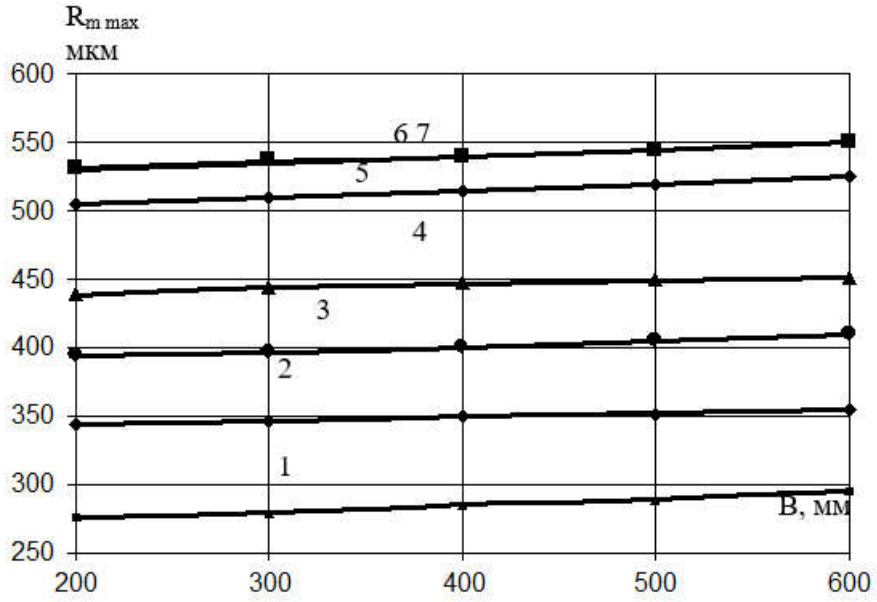


Рисунок 2 – Зависимость шероховатости от ширины пропила бревен дуба при значениях скорости подачи U=1,5 м/мин – 1; 2 – 2; 2,5 – 3; 4 – 4; 5 – 5; 6 – 6; 7 – 7

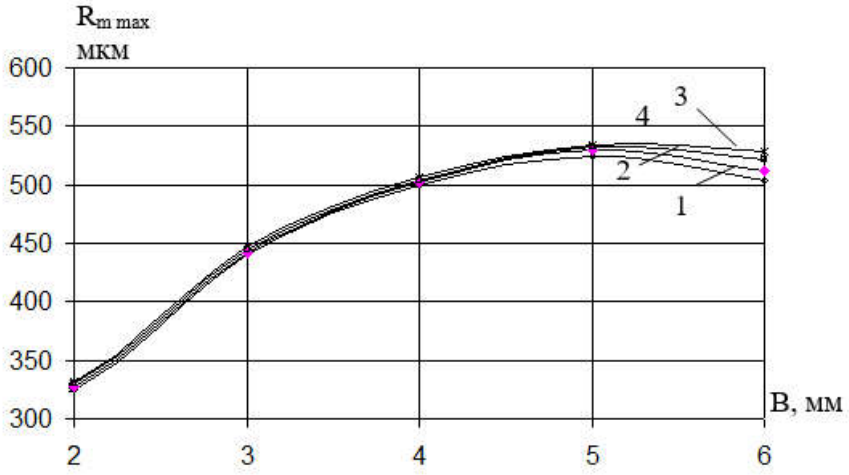


Рисунок 3 – Зависимость шероховатости от скорости подачи при различной ширине пропила бревен дуба В=200 мм – 1, 300 – 2, 400 – 3, 500 – 4

Анализ приведенных графических зависимостей показывает, что с увеличением ширины пропила и скорости подачи происходит возрастание шероховатости пиломатериалов, причем интенсивность этого возрастания практически одинакова как для данной ширины пропила при различных подачах, так и для выбранной скорости подачи при различных значениях ширины пропила (кривые на рис. 1 - 2 почти совпадают при параллельном переносе).

Из (2) можно получить выражение ограничения на скорость подачи по шероховатости при различной ширине пропила бревен дуба, которое имеет аналитическую форму:

$$U_{ш} = 2.976 \cdot 10^{-9}[1.81 \cdot 10^{9} + 68500.0\ B - 573819.0 \cdot (1.088 \cdot 10^{7} + 293.9\ B + B^{2} - 20408.89\ R_{gost})^{0.5}] \quad (3)$$

где R_{gost} – требуемое значение максимальной шероховатости пиломатериалов дуба.

Используя выражения (3) можно получить численные значения скорости подачи для различной ширины пропила.

Вывод: В результате анализа разнотолщинности досок по их длине установлено, что наибольшее влияние на величину волнистости пропила оказывает неоднородность структуры древесины мягких пород дерева в плоскости резки, отмечаемой соответствующим изменением твердости древесины.

Список литературы

1. Справочник по лесопилению: Справочник [Текст] / Под ред. С.М. Хасдана.– М: Лесн. пром–сть, 1980.– 415с.

References

1. Sawmilling Handbook: Handbook [Text] / Ed. by S.M. Khasdan. – Moscow: Lesnaya Promyshlennost, 1980. – 415 p.