

УДК 674.093.6-413.83

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКРОЯ БРЕВНА НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ ТРАПЕЦИДАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

Шевченко С.А., доцент

(Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства им. Петра Василенко)

Разработана методика оптимизации угла между кромкой и пластью пиломатериалов трапецидального сечения при распиловке бревна вразвал с учетом величины пропила. Коэффициент использования древесины увеличивается на 3..5% при распиловке бревна на 6 досок (по сравнению с изготовлением досок прямоугольного сечения).

Введение. Обрезные пиломатериалы широко применяются в деревянном домостроении, транспортном и сельскохозяйственном машиностроении, Производству обрезных пиломатериалов стандартизованных размеров свойственен невысокий коэффициент использования древесины, типично не превышающий 60% [1], что повышает их себестоимость.

Постановка проблемы. Актуальной проблемой технологии изготовления обрезных пиломатериалов является рациональное использование пиловочного сырья. Основными направлениями уменьшения потерь являются, прежде всего, уменьшения отходов в сбеговую и обзолную рейки, а также уменьшение потерь в опилки. Уменьшить потери в сбеговую рейку можно, изготавливая пиломатериалы и заготовки для склеивания, имеющие пласти трапецидальной формы [2]. Потери в обзолную рейку увеличиваются по мере увеличения толщины пиломатериалов. Далее проанализируем способы уменьшения потерь в обзолную рейку.

Анализ исследований и публикаций. Для уменьшения потерь древесины в сбеговую и обзолную рейку в [3] предложено вырезать из бревна брус шестиугольного сечения, который затем раскраивают на доски. В [4] предложено раскраивать бревна, получая две центральные доски трапецидального сечения (для изготовления щитовых изделий). Что касается производства заготовок постоянного сечения, то в [5] предложено изготавливать их с сечением в виде трапеции, два внутренних угла которой являются прямыми. Эти заготовки предназначены для склеивания в щит. Предложенная схема раскроя может использоваться для крупномерных бревен. Особенностью этой схемы является зависимость угла между пластью и кромкой заготовки от положения в поставе.

Анализ работ [1-5] показывает, что возможным путем увеличения выхода обрезных пиломатериалов является производство досок трапецидального сечения. Для этого бревно раскраивается вразвал на необрезные доски, а затем выполняется обрезка кромок под углом к пласти. При этом, для удобства

последующего сплачивания досок, целесообразно выдерживать постоянное значение угла между пластью и кромкой, одинаковое для всех досок [6]. В работе [6] получены зависимости коэффициента использования древесины (без учета величины пропила) от количества досок в поставе и величины указанного угла.

Нерешенной частью проблемы. является обоснование схемы раскря тонкомерных бревен на доски трапецидального сечения при постоянном значении угла между кромками и пластями досок с учетом величины пропила.

Целью данной статьи является определение зависимости коэффициента использования древесины (с учетом величины пропила) от количества досок трапецидального сечения в поставе и величины угла между пластью и кромкой с целью оптимизации величины указанного угла.

Изложение основного материала.

Рассмотрим раскрой цилиндрической части бревна вразвал на заданное количество досок одинаковой толщины, длина которых равна длине бревна. При получении расчетных соотношений будем полагать, что эти доски вырезаются из двукантного бруса. Использование древесины будем оценивать с помощью коэффициента использования площади торца бруса. Относительная высота бруса может определяться границами зон укорочения или вычисляться исходя из ограничения на минимальную ширину доски. Так можно определить максимально-допустимое значение относительной высоты бруса, которое, в дальнейшем, считаем заданным. Фактическое значение этого коэффициента будет зависеть от толщины бревна, максимально-допустимого значения относительной высоты бруса и расхода поставы на вырезание доски. Постав полагаем симметричным, четным, а количество досок – заданным. Схема расположения досок показана на рис. 1.

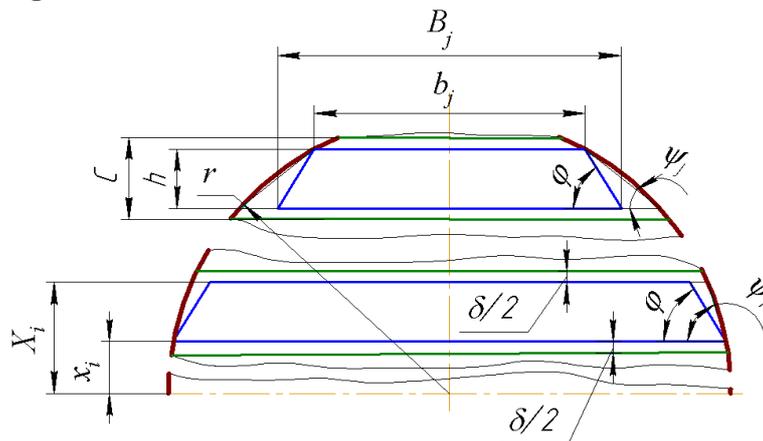


Рисунок 1. Схема для расчета размеров досок

Определим расход поставы и толщину доски:

$$C = \frac{2k_{0\max} r}{N}, \tag{1}$$

$$h = C - \delta, \tag{2}$$

где C – расход поставы на вырезание доски, м; k_0 – относительная высота бруса; r – радиус бревна в верхнем торце, м; N – количество досок в поставе; h – толщина доски, м; δ – величина пропила, м.

Вычислим расстояние от оси бревна до внутренней и внешней пласти i -й доски, а также ширину этой необрезной доски по внутренней и внешней пласти:

$$x_i = C(i-1) + \delta/2, \quad (3)$$

$$X_i = Ci - \delta/2, \quad (4)$$

где x – расстояние от оси бревна до внутренней пласти доски, м; X_i – расстояние от оси бревна до внешней пласти доски, м.

Определим угол между внутренней пластью и хордой дуги, отсекаемой плоскостями резов:

$$\psi_i = \text{arcctg} \frac{\sqrt{r^2 - (C(i-1) + \delta/2)^2} - \sqrt{r^2 - (Ci - \delta/2)^2}}{h}, \quad (5)$$

где ψ_i – угол между внутренней пластью i -й доски и хордой дуги, отсекаемой плоскостями резов, град.

Если доска расположена сравнительно близко от сердцевины ($\psi_i > \varphi$), то при обрезке с заданным углом уменьшится ширина её внешней пласти (см. рис. 1). Если же доска расположена сравнительно близко к пласти бруса ($\psi_i < \varphi$), то при обрезке уменьшится ширина её внутренней пласти. Определим ширину обрезных досок по внутренней и внешней пласти и площадь трапециoidalного торца доски:

$$\begin{cases} B_i = 2\sqrt{r^2 - x_i^2}, & \text{если } \psi_i > \varphi \\ B_i = 2\left(\sqrt{r^2 - X_i^2} + h \text{ctg } \varphi\right), & \text{если } \psi_i \leq \varphi \end{cases}, \quad (6)$$

$$\begin{cases} b_i = 2\sqrt{r^2 - X_i^2}, & \text{если } \psi_i \leq \varphi \\ b_i = 2\left(\sqrt{r^2 - x_i^2} - h \text{ctg } \varphi\right), & \text{если } \psi_i > \varphi \end{cases}, \quad (7)$$

$$S_i = h(B_i + b_i)/2, \quad (8)$$

где B_i – ширина внутренней пласти i -й доски, м; b_i – ширина внешней пласти i -й доски, м; S_i – площадь торца i -й доски, м².

Площадь верхнего торца двукантного бруса определим как разность площади торца бревна и площадей двух сегментов:

$$S_B = r^2 \left(\pi - \arcsin\left(2k_0\sqrt{1-k_0^2}\right) + 2k_0\sqrt{1-k_0^2} \right), \quad (9)$$

где S_B – площадь торца бруса, м².

Определим целевую функцию как зависимость коэффициента использования площади торца бруса от угла между пластью и кромкой досок и сформулируем задачу оптимизации:

$$K_T(\varphi) = \frac{2 \sum_{i=1}^{N/2} S_i(\varphi)}{S_B}, \quad (10)$$

$$K_T(\varphi) \xrightarrow{\varphi} \max \Rightarrow \varphi_{opt}, \quad (11)$$

где K_T – коэффициент использования площади торца бруса; φ_{opt} – оптимальный угол между пластью и кромкой доски, град.

Вывод. Численное решение задачи (11) показывает, что оптимальные значения угла между пластью и кромкой досок находится в пределах 55–70°, при этом увеличение выхода пиломатериалов составляет 3..5% (по сравнению с пиломатериалами прямоугольного сечения). Перспективным направлением дальнейших работ является оптимизация угла между пластью и кромкой досок с учетом вероятностного распределения бревен по толщине.

Список литературы

1. Азаренок В.А., Левинская Г.Н., Меньшиков Б.Е. Основы технологии лесопиления на предприятиях лесного комплекса. –Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. универ., 2002. –279с.
2. Технология пиломатериалов / Аксенов П.П., Макарова Н.С., Прохоров И.К., Тюкина Ю.П. - М.: Лесная промышленность, 1976. -480 с.
3. Патент РФ №2329137 С2 МПК В27В1/00 (2006.01). Способ распиловки бревен / Руденок В.Я., Тупицын В. П., Исаев С. П., Бегунков О. И. и др. – 2006119065/03; заявл.: 31.05.27006; опубл.: 20.07.2008.
4. Чикулаев П.С. Повышение выхода пиломатериалов путем получения заготовок трапецеидального сечения. – Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Вып. 181. – 2007. – С. 131–136.
5. Коширець С.І., Грицюк, Ю.І. Аналіз технологій виготовлення заготовок клеєного бруса для потреб столярного виробництва. – Науковий вісник НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.2. – С. 87-91.
6. Шевченко С.А., Абдин А. П. Раскрой бревен на обрезные пиломатериалы трапецеидального сечения // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенко. – 2014. – Вип. 155. – С. 110-115.

Анотація

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗКРОЮ КОЛОДИ НА ПИЛОМАТЕРІАЛИ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОГО ПЕРЕТИНУ

Шевченко С.А.

Розроблено методику оптимізації кута між крайкою та пластью пиломатеріалів трапецеїдального перетину при розпилюванні колоди врозвал з урахуванням величини припилу. Коефіцієнт використання деревини збільшується

на 3..5% при розпилюванні колоди на 6 дощок (у порівнянні з виготовленням дощок прямокутного перетину).

Abstract

OPTIMIZATION OF CUTTING LOGS INTO TRAPEZOIDAL SECTION LUMBER

Shevchenko S.

The technique of optimizing of the angle between the edge and the face of the trapezoidal section lumber at live sawing of logs. Kerf taken into account. The input data for optimization are the ratio of the total thickness of the sawn timbers to the diameter of the upper wood-block log and the number of lumbers. It is shown that the optimal angle between the edge and the face of sawn timber is about 55-70 degrees at log cutting into six lumbers. The sawn timber volume is increased to 3..5% compared with the manufacturing of rectangular section lumbers.

Рецензент: д.т.н., професор Войтов В.А.