

О ВЛИЯНИИ ТРИММЕРНОГО МЕТОДА ТОРЦОВКИ
НА ВЫХОД ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Торцовка пиломатериалов на триммере создает ряд преимуществ по сравнению с применением других видов оборудования. Многопильный торцовочный узел триммера позволяет полностью механизировать процесс раскроя досок по любой схеме. Отсутствие затрат ручного труда на переместительно-установочные операции создает благоприятные условия оператору-торцовщику при оценке качества пиломатериалов и выборе схемы раскроя. Одноразовое базирование досок в процессе торцовки на триммере обеспечивает высокую точность прирезки их по длине.

Использование в триммере проходного способа обработки создает основу его высокой пропускной способности и делает возможным применение в высокопроизводительных технологических линиях. Известное разнообразие пиломатериалов по качеству и потребной схеме раскроя вызывает непостоянство времени обработки их оператором. Во избежание дополнительных потерь древесины из-за ошибок торцовщиков и отклонений от оптимальной схемы раскроя досок в условиях лимита времени на оценку качества пиломатериалов, характерного для высокопроизводительных механизированных линий, желательна организация труда операторов в свободном ритме [1, 2, 3].

Торцовка пиломатериалов на триммере благодаря более полной механизации сокращает потребное время определения схемы раскроя досок, уменьшает разброс этого параметра. Проведение полной обработки каждой отдельной доски оператором на одном рабочем месте конвейера создает благоприятную возможность использования преимуществ свободного ритма и резервов повышения производительности.

В получивших широкое распространение 2 - 3-пильных установках ЦТЗ-2М и "РАУТЕ" предусмотрена последовательная обработка комлевого и вершинного концов досок на отдельных рабочих местах конвейера с жесткой транспортной связью. При установке каждого конца доски по месту пропила относительно пилы часть пиломатериалов требует значительного перемещения, процесс которого в указанных установках не механизирован. В условиях принудительного ритма конвейера и необходимости обеспечить возможно более высокую производительность

труда это существенно затрудняет выполнение раскроя досок с укорочением и вырезкой дефектных мест, может вызвать потерю выхода пилопродукции [3].

С целью сокращения потерь ценностного выхода по вышеуказанной причине на предприятиях нередко вынуждены создавать участки предварительной торцовки или дообработки досок. Эта мера способствует упрощению раскроя и стабилизации необходимого времени обработки на торцовочных установках основного участка. Однако введение дополнительных операций, естественно, приводит к росту трудозатрат, а иногда и к потере объемного выхода пилопродукции.

В ряде зарубежных стран с развитым лесопилением триммеры получили широкое применение. По-видимому, и в нашей стране, учитывая огромный объем производства пиломатериалов в условиях укрупнения предприятий и необходимости повышения производительности труда, этот вид оборудования является перспективным. В настоящее же время серийный выпуск триммеров в отечественном машиностроении практически отсутствует (изготовлен лишь опытный агрегат Ц27К). Эксплуатируемые в небольшом количестве триммеры обычно представляют собой собственные конструкции изготовления некоторых предприятий. Эти триммеры весьма несовершенны.

Учитывая преимущества триммера перед другими видами оборудования, нельзя забывать и о его недостатках. Так, в свое время высказывалось мнение о том, что торцовка досок на триммере приводит к снижению выхода пиломатериалов. Тогда же был взят курс на применение 2 - 3-пильных установок типа БТУ-2, ЦТЗ-2м, БТСМ-6, "РАУТЕ" и т.д.

Опыт эксплуатации названного выше оборудования и выявленные недостатки (трудоемкость обработки досок, низкая пропускная способность его) обуславливают необходимость вернуться к рассмотрению вопроса о целесообразности применения триммеров в нашем лесопилении. С этой целью нами проведено исследование влияния некоторых особенностей раскроя досок на триммере на ценностный выход пиломатериалов.

В результате наблюдений были выявлены типичные схемы раскроя досок при торцовке, представленные на рис. 1. В табл. 1 показано распределение досок по указанным схемам раскроя которое было установлено при переборке сырых и сухих досок перед торцовкой. Наблюдения были проведены в условиях производства пиломатериалов на экспорт по ТУ № 13-02-04-67 (ель).

Таблица 1

| Размерная группа досок | Распределение досок по схемам раскроя, % | | | | | | Всего |
|------------------------|--|------|-----|------|------|-----|-------|
| | А | Б | В | Г | Д | Е | |
| Торцовка сырых досок | | | | | | | |
| Толстые | 50,9 | 20,5 | 4,1 | 6,9 | 8,2 | 0,4 | 100,0 |
| Тонкие широкие | 46,0 | 39,7 | 1,9 | 7,4 | 4,8 | 0,2 | 100,0 |
| Тонкие узкие | 30,2 | 37,2 | 4,6 | 13,0 | 13,0 | 2,0 | 100,0 |
| Торцовка сухих досок | | | | | | | |
| Толстые | 49,7 | 29,6 | 2,9 | 8,2 | 9,6 | - | 100,0 |
| Тонкие широкие | 41,7 | 40,6 | 2,7 | 7,9 | 6,8 | 0,3 | 100,0 |
| Тонкие узкие | 31,2 | 36,3 | 3,0 | 12,8 | 13,7 | 3,0 | 100,0 |



Рис. 1. Схемы раскроя обрезных досок при торцовке.

Приведенные в табл. 1, данные показывают, что значительная часть досок (схемы Б, В, Г, Д, Е) требует при торцовке укорочения, превышающего фактический размер припуска по длине. Торцовка досок по схеме А вполне поддается автоматизации. Раскрой по другим схемам при отсутствии средств дефектоскопии требует участия оператора. В этих условиях применение триммера является весьма эффективным с точки зрения экономии трудозатрат по сравнению с 2 - 3-пильными установками.

Отметим, что частота и размер необходимого укорочения пиломатериалов возрастает у досок, выпиленных из периферийной зоны бревна (тонкие доски). Встречаемость схем Б, В, Г, Д, Е в среднем выше при торцовке сухих пиломатериалов, что является следствием приобретения некоторой частью пилопродукции дефектов сушки. Торцовка пиломатериалов в основном требует двух пропилов; более сложные схемы раскроя с полу-

чением двух-трех сортиментов из одной доски (схемы Д, Е) встречаются реже и характерны преимущественно для тонких досок и сухих пиломатериалов.

Рассмотрим работу триммера и поперечный раскрой пиломатериалов группой пил в условиях, когда полностью автоматизировано перемещение и базирование досок на участке торцовки, т.е. создана основа высокой производительности труда. Пусть триммер имеет количество пил, достаточное для торцовки всех поступающих досок с установленной градацией по длине (0,3 м). Перед выбором схемы раскроя доски выравниваются по комлевому торцу на базирующем упоре, установленном в определенном постоянном положении, которое обеспечивает зачистку комля. Базирование доски относительно пил триммера — одноразовое.

ГОСТом 9463 - 72 установлен припуск по длине бревен 3 - 6 см. Для зачистки торца доски обычно достаточен срез не более 5 см, так например [2], рекомендуется снятие слоя 3 см. Известно, что использование комлевого торца доски после зачистки в качестве базы получения стандартной длины более выгодно, чем вершинного. Примем размер зачистки комля на триммере постоянным и нерегулируемым $l_{ку}$. При принятых начальных условиях рассмотрим возможное влияние раскроя, осуществляемого набором пил триммера, на выход пиломатериалов (для выделенных типичных схем, рис. 1).

При торцовке досок по схеме А имеют место внебалансовые потери древесины, которые могут быть определены по (3). Размер укорочения доски в этом случае определяется фактическим припуском доски по длине:

$$l_y = l_{пф} = l_{ф} - l_n = l_k + l_v, \quad (1)$$

где l_y — суммарное укорочение доски, м; $l_{пф}$ — фактический припуск по длине неторцованной доски при $l_{пф} \leq l_r$, м; $l_{ф}$ — длина неторцованной доски, соответственно фактическая и номинальная, $l_n = \frac{1}{r} m$; l_r — размер градации по длине, м; m — количество градаций, целое число; l_k, l_v — укорочение соответственно комлевого и вершинного конца доски, м.

Раскрой по схеме А возможен при условии

$$l_{зк} + l_{зв} \leq l_{пф}, \quad (2)$$

где $l_{зк}, l_{зв}$ — требуемый размер зачистки комлевого и вершинного торца соответственно, м.

При $l_{зк} + l_{зв} > l_{пф}$ происходит переход от схемы А к схемам Б и В. Он сопровождается появлением балансовых потерь древесины. На триммере изменение схемы раскроя с потерей градации длины может происходить в некоторых случаях и при $l_{зк} + l_{зв} < l_{пф}$. Вероятность такого перехода зависит от частоты появления неблагоприятного сочетания $l_{пф}$, $l_{зк}$, $l_{зв}$ и $l_{ку}$. Относительные потери объемного, а следовательно, и ценностного выхода при торцовке пиломатериалов на триммере могут быть определены по выражению

$$\varepsilon_c = \frac{l_{ун}}{l_n} \cdot P_{п} \cdot 100 \quad (3)$$

в зависимости от величины потерь номинальной длины досок $l_{ун}$ и вероятности $P_{п}$ неблагоприятного сочетания указанных параметров.

Раскрой пиломатериалов на триммере по схемам с двумя пропилами (рис. 1) может дать потери объемного выхода, теоретически не превышающие одну градацию по длине. Потери возникают при условии, описываемом одним из следующих неравенств, которые не имеют общего решения:

на комлевом конце

$$l_{ку} < l_{зк} < l_{пф}; \quad (4)$$

на вершинном конце

$$(l_{пф} - l_{ку}) < l_{зв} < l_{пф}. \quad (5)$$

При этом получится доска длиной $l_n = l_{г} (m - 1)$, балансовые потери выхода определяются отношением $\frac{l_{г}}{l_n} \cdot 100$ и полные потери древесины выражением $\frac{l_v}{l_{ф}} \cdot 100 \frac{l_{г} + l_{пф}}{l_{ф}} 100$.

Отрезок $l_{зк}$ зачистки комля является случайной величиной. На торцовочных установках, конструкция которых позволяет вручную корректировать размер зачистки, получая $l_{к} = l_{зк}$, с некоторой вероятностью (в зависимости от сочетания $l_{зк}$, $l_{пф}$ и $l_{зв}$) возможна экономия одной градации длины для части досок. Она получается за счет увеличения запаса на отторцовку вершины $l_{в} = (l_{пф} - l_{к})$ при $l_{в} \leq l_{зв}$ и минимизации $l_{к} = l_{зк}$.

На триммере же установка постоянного $l_{ку} = \text{const}$ несколько повышает вероятность потерь одной градации длины по сравнению с оборудованием, предусматривающим установку $l_{к}$ вручную.

Возможность потери одной градации длины при торцовке пиломатериалов на триммере существует для любой из выделенных схем раскроя (рис. 1). Относительные потери объемного выхода на триммере увеличиваются по мере увеличения вероятности неблагоприятного сочетания $l_{ку}$, $l_{зк}$, $l_{зв}$, $l_{пф}$, которая повышается с увеличением интервалов, описываемых выражениями (4) и (5). Наблюдения показали, что при $l_{ку} = 3 \text{ см}$ и обоснованности $l_{ку} \gtrsim l_{зк}$ с вероятностью 95% вероятность потери одной градации длины на триммере для опытных партий не превышала $P_{п} = 0,5$.

Для уменьшения потерь объемного выхода необходимо оптимизировать $l_{ку}$ в зависимости от $l_{зк}$, $l_{зв}$ и $l_{пф}$ и уменьшать величину последних, либо предусматривать возможность регулирования на триммере $l_{ку}$ и интервале $l_{зк} \leq l_{ку} < l_{г}$ в зависимости от характерных особенностей досок и потребного $l_{зк}$ (регулирование, однако, несколько повышает трудозатраты). Следует отметить также, что с увеличением градации по длине балансовые потери объемного выхода возрастают прямо пропорционально величине градации $l_{г}$.

При торцовке по схемам Б и В сохраняется возможность дополнительных потерь от укорочения на одну градацию, аналогично той, что имеет место при переходе от схемы А к схемам Б, В, Г. Однако удельный вес потерь здесь, очевидно, будет несколько выше за счет меньшей средней длины досок $l_{н}$. Отметим, что при торцовке по схеме Г потеря объемного выхода доски более высокого сорта происходит за счет перехода в низкосортный окончательно неторцуемый сортимент. Поэтому раскрой по схеме Г с потерей градации в общем-то должен привести к повышению ценностного выхода. При решении вопроса о целесообразности укорочения в схемах Б, В, Г следует руководствоваться правилом допустимого укорочения:

$$x_{д} \leq \frac{C_2 - C_1}{C_2 - C_x} l_{н}, \quad (6)$$

где $x_{д}$ — допускаемое укорочение из условия повышения ценностного выхода, м; C_x — цена за 1 м^3 попутной продукции

(отрезка укорочения), руб.; C_1 и C_2 - цена за 1 м^3 досок до и после торцовки, руб.

При раскрое досок на триммере по схеме Д получаются два сортимента стандартной длины. Определяя целесообразность раскроя, также следует руководствоваться выражением (6). При получении доски длиной $l'_{\text{нI}} + l'_{\text{нII}}$, раскраиваемой одновременно на два сортимента, возможна потеря градации аналогично схеме А (с той же вероятностью). Потеря объемного выхода при выборе места реза должна произойти за счет высокосортного сортимента I из условия $l'_{\text{нII}} \leq x_{\text{д}}$.

Для раскроя по схеме Е характерна возможность потери одной и даже двух градаций длины. Раскрой досок на три сортимента должен происходить, если возможно повышение ценностного выхода. При получении III низкосортного сортимента потери, второй градации длины досок $l'_{\text{нI}} + l'_{\text{нII}}$ дают увеличение $l'_{\text{нIII}}$. Обычно вырезка $l'_{\text{нIII}}$ была пригодна лишь для выработки технологической щепы. Раскрой досок по схеме Е на триммере может привести к наиболее ощутимому снижению объемного выхода высокосортного сортимента. В то же время следует отметить, что раскрой по схеме Е производится редко и потери ценностного выхода из-за укорочения на одну-две градации, даже при вероятности $P_{\text{п}} = 1,0$ в среднем по партии будут незначительными.

Таким образом, можно заключить, что торцовка досок на триммере может вызвать несколько большие потери, чем на оборудовании с установкой досок по месту реза вручную. Однако с оптимизацией $l_{\text{ку}}$, снижением $l_{\text{зк}}$, $l_{\text{зв}}$ и $l_{\text{пф}}$ (до размеров стандартного припуска $l_{\text{пс}} = 3 - 6 \text{ см}$) эти потери можно уменьшить. При регулировании на триммере $l_{\text{ку}}$ снижение выхода за счет потерь градации по длине досок в наиболее распространенных схемах раскроя с двумя пропилами теоретически вообще исключены.

Торцовка пиломатериалов на триммере существенно облегчает выполнение сложных схем раскроя досок. На других видах оборудования (ЦТЗ-2м, "Рауте") во избежание снижения производительности от реализации трудоемких схем раскроя (Г, Д, Е) иногда приходится отказываться, что вызывает либо потери ценностного выхода, либо потребность создания участков дообработки. Применение триммера напротив позволяет при одноразовой обработке обеспечить получение наибольшего ценностного выхода за счет полного раскроя досок.

Таблица 2

| Размерная группа досок | Средняя длина неторцованных досок $l_{\text{н.м}}$ | Снижение ценностного выхода за счет потерь в длине, $\epsilon_{\text{с}}$ % | | | | Повышение ценностного выхода $\epsilon_{\text{п}}$ % | | | | Эффект триммера по ценностному выходу (%) при $P_{\text{п}}$ | |
|------------------------|---|---|---------|---|-----|--|------|---------------------|------|--|------|
| | | при $P_{\text{п}} = 1$ | | в среднем для схем раскроя по партии при $P_{\text{п}}$ | | для схем раскроя досок | | в среднем по партии | | | |
| | | А, Б, В, Е | А, Г, Д | 0,25 | 0,5 | Г | Д | Е | 0,25 | 0,5 | |
| Торцовка сырых досок | | | | | | | | | | | |
| Толстые | 5,4 | 5,6 | 11,2 | 1,4 | 2,8 | 79,5 | 44,3 | 62,9 | 9,4 | +8,0 | +6,6 |
| Тонкие широкие | 4,5 | 6,6 | 13,2 | 1,7 | 3,3 | 48,9 | 30,4 | 137,1 | 5,4 | +3,7 | +2,1 |
| Тонкие узкие | 4,2 | 7,2 | 14,4 | 1,9 | 3,7 | 40,1 | 36,7 | 19,8 | 10,4 | +8,5 | +6,7 |
| Торцовка сухих досок | | | | | | | | | | | |
| Толстые | 5,4 | 5,6 | 11,2 | 1,4 | 2,8 | 77,4 | 36,5 | - | 9,9 | +8,5 | +7,1 |
| Тонкие широкие | 4,5 | 6,6 | 13,2 | 1,7 | 3,3 | 40,9 | 34,4 | 80,8 | 5,8 | +4,1 | +2,5 |
| Тонкие узкие | 4,2 | 7,2 | 14,4 | 1,9 | 3,7 | 40,9 | 32,2 | 30,8 | 10,5 | +8,6 | +6,8 |

Результаты расчета балансовых потерь древесины по формуле (3) при торцовке пиломатериалов на триммере ($1_{\text{ку}} = \text{const}$) для различных схем раскроя при вероятности потерь градации длины $P_{\text{п}} = 1$ приведены в табл. 2. Там же указано возможное снижение ценностного выхода $\epsilon_{\text{с}}$ в среднем по партии пиломатериалов, учитывая распределение досок по схемам раскроя (табл. 1) при $P_{\text{п}} = 0,25$ и $P_{\text{п}} = 0,5$.

В табл. 2 содержатся также данные о возможном повышении ценностного выхода за счет полного раскроя досок в соответствии с их качеством. Они получены при анализе результатов производственных наблюдений. Повышение выхода пиломатериалов $\epsilon_{\text{п}}$ определено относительно выхода при торцовке досок без значительного укорочения с получением одного сортимента. Последний показатель принят за 100%. Расчет выполнен по следующей формуле:

$$\epsilon_{\text{п}} = \frac{K_{\text{ср}2} - K_{\text{ср}1}}{K_{\text{ср}1}} 100, \quad (7)$$

где $K_{\text{ср}1}$ - $K_{\text{ср}2}$ - средние ценностные коэффициенты партии пиломатериалов, соответственно при проведении раскроя досок на один сортимент и полном раскрое их; они определялись по методике [4].

Повышение ценностного выхода пиломатериалов ϵ_{Π} в среднем по партии, указанное в табл. 2, рассчитано с учетом распределения досок по схемам раскроя (табл. 1). При этом принято, что раскрой по схемам А, Б, В дает $K_{\text{ср}1} = K_{\text{ср}2}$ и $\epsilon_{\Pi} = 0$. Эффект применения триммера, характеризующий ценностный выход пиломатериалов, определен разницей $\epsilon_{\Pi} - \epsilon_{\text{с}}$ (в среднем по партии) при $P_{\Pi} = 0,25$ и $P_{\Pi} = 0,5$.

Резюме. Применение триммера для торцовки пиломатериалов позволяет повысить ценностный выход их при экономии трудозатрат. Этот вид оборудования практически исключает потери древесины по причине неточной меры.

Возможное снижение выхода за счет потери градации длины может быть уменьшено при оптимизации и регулировании размера зачистки комля.

Результаты исследования представляют практический интерес и могут быть использованы в качестве обоснования при выборе оборудования для торцовки досок.

Л и т е р а т у р а

1. Калигиевский Р.Е. Проектирование лесопильных потоков, М., 1972.
2. Лурье Л.З. Браковка, торцовка и сортировка пиломатериалов, М., 1970.
3. Турушев В.Г. Технологические основы автоматизированного производства пиломатериалов, М., 1975.
4. Трофимов С.П. Влияние места окончательной торцовки досок в лесопилении на ценностный выход продукции. - В сб.: Механическая технология древесины, вып. 6. Минск, 1976.

УДК 674.093:658.5

В.Г. Уласовец

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ МИНИМАЛЬНО НЕОБХОДИМОГО ЗАПАСА СОРТИРОВАННЫХ БРЕВЕН НА ЛЕСОПИЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ С КРУГЛОГОДОВЫМ ПОСТУПЛЕНИЕМ СЫРЬЯ

В настоящей статье рассматривается задача по определению минимального запаса сырья, который необходим для обеспечения бесперебойной работы лесопильного цеха (имеющего в качестве головного оборудования лесопильные рамы) на любой период работы.