

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И
ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.093

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

В. Г. ТУРУШЕВ, А. Е. АЛЕКСЕЕВ, Е. Г. ЦАРЕВ

Архангельский лесотехнический институт
ХАЛП Северолесозэкспорт

При специализации лесопильно-деревообрабатывающих предприятий ориентируются на соотношение сечений пиломатериалов, обеспечивающее рациональное использование сырья. Соотношение толстых и тонких, широких и узких, длинных и коротких досок определяется способами раскря, спецификацией потребителей, сырья, показателями его использования и др.

Цель данной работы — разработка метода повышения основных показателей раскря пиловочного сырья на примере лесопильных предприятий ХАЛП Северолесозэкспорт.

Исследования состояли из трех этапов: первый — разработка алгоритма продольного раскря бревен и брусьев при различных способах их установки перед распиловкой; второй — оптимизация поставов на распиловку пиловочника заданных размерных характеристик; третий — определение предпочтительных, относящихся к поставам технологических факторов, взаимодействие которых обеспечивало бы увеличение выхода толстых досок (и пиломатериалов в целом) при распиловке сырья заданных объемов на предприятиях планируемого круга.

В качестве базового принят брусоразвальный метод раскря бревен с ориентацией их по оси постава инструмента лесопильного станка (лесопильной рамы, фрезернопильной линии). При раскря бревен как исходные принимали положения, направленные на выпилровку досок двух толщин. Поверхность бревна — усеченный параболоид вращения.

Разработанный алгоритм можно применять при использовании и развальной схемы раскря с учетом замены толщины бруса толщиной боковой доски с условиями; аналогичными формированию тонких боковых досок на первом проходе.

*Общие методические положения
раскря бревен*

Расчет рационального постава начинают с характеристики бревна: диаметр вершинного торца d , длина L , сбег C . Далее определяют диаметр комлевого торца бревна D , после чего задают положение бревна в системе координат $OXYZ$ и рассчитывают его объем. Началом работы первого цикла расчета является выбор наименьшей допустимой толщины бруса H , регламентируемой соответствующими нормативными документами с учетом усушки $U(r)$. Первую толстую доску выпиливают таким образом, чтобы ее наружная пласть соединяла противоположные пласти бруса в точках, образующихся в результате пересечения постелей бруса с образующей вершинного торца бревна.

Набор толстых досок в постав производят от наименьшей допустимой ширины с учетом припуска на усушку каждой доски по толщине, а также ширины пропила между ними. Число толстых досок определяют из выражения

$$K_1 = \text{int} \left[(\sqrt{100d^2 - H_0^2} + z_2 + e_2) / (h_2 + z_2 + e_2) \right], \quad (1)$$

где H_0 — толщина бруса с припуском на усушку, мм;
 z_2 — припуск на усушку толстой доски по толщине, мм;
 e_2 — ширина пропила, мм;
 h_2 — толщина толстой доски, мм.

Оператор int означает выделение целой части выражения в правой части.

При недоиспользовании пласти бруса на выпилку толстых досок, которое характеризуется некратностью размеров постелей и толщины доски, запас пласти бруса может быть израсходован на выпилку чистообрезной тонкой доски полной длины. При этом число тонких («верхних») досок, не требующих обрезки, находят по формуле

$$K_2 = \text{int} \frac{\sqrt{100d^2 - H_0^2} - (h_2 + z_2 + e_2) K_1 + z_2 + e_2}{h_1 + z_1 + e_2}, \quad (2)$$

где h_1 — толщина тонкой доски, мм;
 z_1 — припуск на усушку тонкой доски по толщине, мм.

Последующие доски будут выходить за пределы вершинного диаметра бревна и подлежат укорочению. Их расстояние от оси бревна определяется по формулам для наружной пласти («верхней») доски, требующей обрезки,

$$Y_{\text{в}} = (h_2 + z_2 + e_2) K_1 + (h_1 + z_1 + e_2) K_2 + h_1 + z_1 - 1/2 \sqrt{100d^2 - H_0^2}; \quad (3)$$

для наружной пласти первой («нижней») доски, требующей обрезки,

$$Y_{\text{н}} = 1/2 \sqrt{100d^2 - H_0^2} + e_2 + h_1 + z_1. \quad (4)$$

Перед рассмотрением условий формирования ширины и длины пиломатериалов, выпиливаемых из параболической зоны бруса, обратимся к формированию сечений тонких боковых досок, получаемых на первом проходе. Координату внешней пласти первой боковой доски, требующей обрезки, до оси рассчитываем по формуле

$$Y_6 = H_0/2 + h_1 + z_1 + e_1. \quad (5)$$

Длину хорды, являющейся сечением комлевого торца бревна плоскостью, параллельной оси бревна, на расстоянии Y_6 от этой оси найдем из выражения

$$m_i = \sqrt{100D^2 - 4y^2}. \quad (6)$$

Здесь y — координата пласти k -й доски, мм.

Расчетную длину обрезной доски (m) определим как

$$l = \frac{100D^2 - (b + \Delta b)^2 - 4y^2}{D^2 - d^2} 10L', \quad (7)$$

где b — ширина доски без припуска на усушку, мм;
 Δb — усушка доски i -й ширины, равная $U(r)$, мм;
 L' — длина прямоугольника шириной $b + \Delta b$, вписывающегося в сечение параболоида вращения плоскостью, параллельной оси бревна, на расстоянии Y_6 от оси, м.

Выбор ширины обрезной доски, выпиливаемой из параболической зоны бревна или бруса (первый и второй проходы), осуществляют следующим образом. Сравнение начинается с минимальной ширины, регламентируемой нормативными документами. Для этого в программу введен цикл перебора возможных ширин, позволяющий находить опти-

мальные размеры путем сравнения возможных, кратных градаций ряда ширин пиломатериалов.

После получения координаты наружной пласти боковой доски, подлежащей обрезке на ширину $G_1(j)$, $G_2(j)$, $G_3(j)$ (где $G_1(j), \dots$ — номера стандартных ширин для обрезки j -й в порядке отсчета от оси бревна соответственно «верхней», «нижней» и боковой тонких досок при заданной H), определяется соответствующая длина L' и площадь S каждого из вписанных прямоугольников. Далее производится сравнение и выделение варианта, позволяющего получать большую площадь пласти обрезной доски S_{\max} . Для всех полученных вариантов вычисляется объем тонких («верхних» и «нижних») досок и одной половины боковых V_3, V_4, V_5 .

После определения объема полученных пиломатериалов V_n при заданной толщине бруса H цикл повторяется для следующего размера бруса до нарушения условия равенства толщин бруса и бревна.

По окончании расчетов поставов при всех толщинах бруса производится сравнение полученных результатов и выбор наиболее рационального постава для распиловки бревна заданных характеристик. В качестве выходной информации выдаются данные о максимальном объеме пиломатериалов V_{\max} , объеме толстых досок V_t , а по каждому варианту — процентный выход W и размеры каждой из обрезных тонких досок (где $M_1(j)$, $M_2(j)$, $M_3(j)$ — номера стандартных ширин j -й в порядке отсчета от оси бревна соответственно «верхней», «нижней» и боковой тонких досок при оптимальном варианте распиловки бревен). При этом выводятся на печать также размеры бруса H_{\max} , при которых достигается наибольший выход пиломатериалов, и длины досок.

Принятые условия и ограничения

По приведенному алгоритму на IBM PC/AT разработана программа, реализованная для следующих условий.

Сырье — лесоматериалы круглые хвойных пород (ГОСТ 9463). Порода — ель. Образующая поперечного сечения бревна — круг, продольного — парабола. Кривизна не учитывалась. Диапазон диаметров бревен 16...40 см в верхнем торце, сбеж — нормальный, средняя длина бревен для условий ХАЛП Северолесозэкспорт — 5,2, минимальная — 4,0 м.

Продукция — пиломатериалы транспортной влажности (20...22 %) двух толщин и шести ширин по ГОСТ 26002—Э с учетом укорочения до стандартной длины. Толщина толстых досок в поставе характеризуется рядом 32, 36, 38, 44, 50, 63, 75 мм; тонких — 16, 19, 22, 25 мм. Ширина пиломатериалов изменяется через 25 мм, начиная со 100 мм. Толщина бруса находится в диапазоне 100...250 мм. Наименьшая длина доски 1,5 м. Длина доски изменяется через 0,3 м. Усушка выбирается в соответствии с ГОСТ 6782.1. Ширина пропила e (4,1 и 3,8 мм соответственно на первом и втором проходе) выбрана исходя из условий рамной распиловки бревен средних диаметров на экспортные пиломатериалы в унифицированной размерной сетке для условий Архангельского промышленного узла.

Наибольшая стандартная длина (см), уместяющаяся в длине бревна L (м)

$$L_{\text{ст}} = \text{int}(L/0,3) 30, \quad (8)$$

где 0,3 — градация длин бревна, м.

Координата доски наименьшей ширины

$$Y_0 = \sqrt{100R_i^2 - \frac{100 + U(i)}{2}}, \quad (9)$$

где Y_0 — расстояние от оси бревна до плоскости, параллельной оси и отсекающей на окружности сечения бревна радиуса R хорду длиной $100 + U(i)$, мм;

R_i — радиус сечения бревна плоскостью, перпендикулярной оси бревна на заданном расстоянии от комлевого торца, мм;

$U(i)$ — припуск на усушку первого номера ширины доски, мм.

Радиус сечения (см) бревна плоскостью, перпендикулярной оси бревна, на расстоянии 1,5 м от комлевого торца

$$R = \sqrt{\frac{D^2 - d^2}{4L} (L - 1,5) + \frac{d^2}{4}} \quad (10)$$

Наибольшую длину стандартной доски (см), умещающуюся в длине l (мм), определяем из выражения

$$l_{\text{ст}} = \text{int}(l/300) 30, \quad (11)$$

где 300 — градация длин пиломатериалов, мм.

Порядок работы алгоритма

Работа алгоритма осуществляется в следующей последовательности.

1. Ввод данных: характеристика пиловочника (d, C, L); толщины тонких и толстых досок ($h_1, h_2(1), h_2(2)$); припуски на усушку тонких и толстых досок по толщине ($z_1, z_2(1), z_2(2)$); ширина пропила и припуски на усушку досок по ширине. Для удобства работы пользователя постоянные факторы занесены в массив. В качестве переменных используют факторы, характеризующие бревно и толщины пиломатериалов.

2. Определение недостающих характеристик D , стандартных длин бревна $L_{\text{ст}}$ и их объемов, а также задание основных ограничений формирования боковых тонких досок.

3.4. Назначение адресов объема пиломатериалов, толщины бруса, объема толстых досок, присвоение начальных значений толщины бруса, выбор толщины толстых досок $h_2(i)$ и припуска на усушку $z_2(i)$.

5. Присвоение выбранному размеру бруса ($H = 100$) мм значения H_0 с припуском на усушку.

6. Определение линейных параметров постава при раскрое бруса в зоне пропиленной части. Рассчитывается число толстых и тонких досок, не требующих обрезки, и их объем; определяется координата первой тонкой доски; подлежащей обрезке и (или) укорочению.

7. (подпрограмма). Определение размеров тонких («верхних», «нижних» и боковых) досок, требующих обрезки, и их объемов.

8. Проведение сравнения объемов пиломатериалов, полученных по возможным вариантам формирования размеров досок.

9. После выбора и записи наиболее рационального с точки зрения объемного выхода пиломатериалов варианта постава цикл повторяется для следующего значения размера бруса ($H := H + 25, r := r + 1$).

10. При достижении размера бруса по толщине значения диаметра бревна в вершинном торце производится вычисление абсолютно наибольшего выхода пиломатериалов.

11. В завершении расчетов выдаются следующие данные: толщина толстой доски h_2 , толщина бруса, при которой обеспечивается получение максимального выхода пиломатериалов H_{max} ; объем пиломатериалов V_{max} , полученный при оптимальном поставе; процентный выход W пиломатериалов от объема бревна заданных характеристик; объем толстых досок V_T ; номера стандартных ширин j -х тонких досок, в порядке

отсчета от оси бревна («верхних», «нижних» и боковых) при оптимальном варианте распиловки бревна.

Подпрограмма позволяет вычислить объем V тонких досок, требующих обрезки, а также порядковый номер $G(j)$ стандартной ширины для обрезки j -й доски в порядке отсчета от оси бревна.

Блок-схема подпрограммы работает следующим образом.

1. При текущем значении координаты y от оси бревна до j -й доски, требующей обрезки, меньшем расчетной y , производится расчет ее ширины. На этом этапе осуществляется присвоение начальных значений площади $S_{\max} = 0$, ширины доски $b = 100$.

2. После введения величины усушки в значения первого припуска U (1) производится сравнение получившегося размера доски с припуском на усушку и расчетного значения b .

3. Определяется длина доски.

4. Проводится сравнение длины доски с минимальной.

5. Определяются стандартная длина доски и ее площадь.

6. Данные поступают в блок сравнения, предполагающий оценку площади и повторение цикла для следующей ширины доски ($b_i = b + 25$, $n_i = n + 1$). После окончания сравнения выполняется адресация полученных результатов на присвоение.

При длине доски меньше минимально допустимой производится вычисление объема доски V_d , расчет суммы объемов получившихся досок V , назначение следующей координаты доски по формуле

$$y_i = y + h_1 + z_1 + e \quad (12)$$

и цикл повторяется.

При ширине доски, имеющей припуск на усушку ($b + \Delta b$) больше наименьшего расчетного значения b , выполняются операции, приведенные выше. При нарушении основного условия $y > y_0$ работа подпрограммы прекращается, осуществляется выдача результатов.

Результаты реализации эксперимента

Результаты расчетов рациональных поставок с помощью оптимизационно-математической модели для осевого способа распиловки бревен сравнивали по способу ориентации бруса (по оси — вариант 1; по канту — вариант 2; оптимальный — вариант 3). Приведенные способы распиловки бревен, отличающиеся различным положением бруса перед раскроем, являются основными и граничными, что важно для определения оптимальных условий формирования поставок. За базу при сравнении принимали традиционный осевой способ распиловки бревен и брусев. Сопоставление данных способов проводили в направлениях сокращения многомерности партий пиломатериалов, ориентации на выработку экспортных пиломатериалов стандартных размеров, возможности оптимизации плана раскроя и расчета рациональных поставок.

Второй способ распиловки с ориентацией по канту бруса является граничным. Он характеризует крайнее положение толстых досок в поставке, т. е. предел возможного смещения продольной оси бруса относительно центра поставки пил (или центральных пил). В литературе он рассматривается при раскрое низкокачественного крупномерного сырья. Было установлено, что применение второго способа позволяет уменьшить количество партий пиломатериалов различных сечений и длин. При распиловке ряда смежных диаметров достигается получение пиломатериалов одинаковых линейных параметров. Это позволяет не только снизить многомерность пиломатериалов, но и уменьшить себестоимость их обработки на последующих операциях технологического процесса. Получение таких результатов возможно и при переработке на разных потоках (линиях) бревен разными поставками.

Помимо приведенных преимуществ в некоторых случаях достигается увеличение количества досок, получение полного пакета толстых досок, часть тонких досок уширяется и одновременно часть из них удлиняется. Хотя, технологически, с точки зрения экономической целесообразности, применение способа полностью оправдано, практическое его использование затруднено.

Все это определяет необходимость установки тонких досок с обеих сторон пакета толстых в поставе. Обзол на толстых досках недопустим, поскольку резко снижает их цену. Введение же в технологическую цепочку операции торцовки толстых досок экономически нецелесообразно.

Результаты расчетов рациональных поставов при этом способе установки бруса наглядно иллюстрируют отличия от осевого и могут быть использованы для разработки требований к базированию брусев перед раскромом.

В практике лесопиления принято считать, что требования к установке предмета обработки перед раскромом определяются средним квадратичным отклонением погрешностей установки (ориентирования). Однако, как следует из сопоставления приведенных способов распиловки бруса, можно подойти к этому вопросу иначе. Смещение бруса по горизонтали относительно поставы пил приводит не только к гарантированному снижению выхода, но и в некоторых случаях влияет на его повышение. Рассеивание ширин пиломатериалов связано с положением толстых досок в поставе в пределах пропиленных пластей бруса.

В связи с изложенным были определены оптимальные условия базирования бруса перед раскромом. Поскольку дифференцированное базирование каждого отдельного бруса по ряду характеристик привело бы к резкому сокращению производительности, для реализации способа был выделен диапазон оптимальных смещений канта толстых досок, при котором достигается повышение выхода, как по вариантам 1 и 3, так и по 2 и 3. Такой подход позволяет исключить индивидуальный раскрой каждого бревна по оптимальному плану, и перейти к батарейной распиловке брусев некоторой заданной партии. Это в полной мере отвечает требованиям массового производства пиломатериалов. В табл. 1 приведены оптимальные смещения пакета толстых досок в пределах пласти бруса (при получении одинаковых выходов по вариантам 3 и 1 или 3 и 2).

Таблица 1

| <i>d</i> , см | Смещение, мм |
|---------------|---------------------------------------|
| 16 | 8; 21; 14; 8 |
| 18 | 2; 0; 0; 20; 9; 0; 0; 10 |
| 20 | 0; 13; 0; 0; 4; 3 |
| 22 | 0; 0; 16; 0; 4; 1; 6; 26 |
| 24 | 1; 1; 2; 0; 16; 0; 17; 4; 12 |
| 26 | 18; 8; 1; 26; 8; 9; 9; 14 |
| 28 | 0; 19; 0; 51; 0; 9; 9; 17; 0; 5; 0; 3 |
| 30 | 11; 37; 11; 0; 0; 0; 3; 0; 46; 28; 13 |
| 32 | 1; 0; 24; 0; 3; 2; 14; 0; 5; 2; 2; 32 |
| 34 | 44; 26; 26; 4 |

Проведенный анализ способов распиловки брусев дает возможность определять предпочтительные параметры поставов, в первую очередь, толщину толстой доски и толщину бруса, при которых достигается повышение выхода толстых и широких досок. Сопоставление результатов позволяет сформулировать требования к раскрою брусев на экспортные пиломатериалы.

Оптимизация плана раскроя и расчет рациональных поставок. При выработке обрезных торцованных пиломатериалов экспортного назначения предлагается выполнить план раскроя с использованием зависимости суммарных потерь древесины от толщины пиломатериалов, бруса, а также их расположения в поставе. Установлено, что суммарные потери выхода пиломатериалов зависят от положения толстых досок в пределах пропиленной части бруса. Этим объясняется и рассеивание ширины пиломатериалов, имеющее место при распиловке бревен и полуфабрикатов. Различие в положении толстых досок в поставе заданного и фактического плана распиловок определяется неточностью ориентирования предметов обработки по поставу инструмента лесопильного станка, что, в свою очередь, вызывается неопределенностью базирования материалов. Факторы, приводящие к неточности ориентирования предметов обработки, оказывают действие на всех стадиях операции базирования: ориентировании (выборе положения относительно системы координат), фиксировании в выбранном положении, сохранении заданного положения в процессе обработки. Они подразделяются на факторы, относящиеся к сырью, оборудованию, и эксплуатационные.

Центральным вопросом экономного расходования пиловочного сырья является его раскрой. Разработанная оптимизационно-математическая модель технологического процесса «пиловочное сырье — пиломатериалы» позволяет рассчитывать рациональные поставки на распиловку бревен исходя из целевой функции, являющейся реализацией критерия оптимальности и системы ограничений. Критерием оптимальности, как и выходной величиной, может служить выход пиломатериалов (объемный, стоимостный, ценностный), а также приведенный доход или выручка предприятий (с рублевым или валютным погашением).

Первые два варианта ориентации бруса широко используются в отечественной и зарубежной практике (в нашей стране преимущественно

Таблица 2

| L, см | Вариант 1 | | | Вариант 2 | | | Вариант 3 | | |
|-------|---------------------|---------------------|-------|---------------------|---------------------|-------|---------------------|---------------------|-------|
| | h ₂ , мм | H ₀ , мм | V, % | h ₂ , мм | H ₀ , мм | V, % | h ₂ , мм | H ₀ , мм | V, % |
| 16 | 50 | 100 | 48,43 | 50 | 100 | 48,43 | 50 | 100 | 48,43 |
| 18 | 50 | 100 | 52,05 | 50 | 100 | 52,05 | 50 | 100 | 52,05 |
| 18 | 38 | 125 | 52,78 | 38 | 125 | 52,78 | 38 | 125 | 52,78 |
| 20 | 44 | 100 | 54,44 | 50 | 100 | 55,06 | 50 | 100 | 55,06 |
| 20 | 44 | 125 | 55,89 | 44 | 125 | 55,89 | 44 | 125 | 55,57 |
| 22 | 50 | 100 | 57,27 | 50 | 100 | 57,27 | 44 | 100 | 57,02 |
| 22 | 50 | 125 | 55,64 | 50 | 125 | 55,64 | 50 | 125 | 55,64 |
| 22 | 44 | 150 | 57,29 | 50 | 150 | 57,95 | 50 | 150 | 57,68 |
| 24 | 44 | 125 | 59,04 | 44 | 125 | 59,27 | 44 | 125 | 59,04 |
| 24 | 44 | 150 | 56,44 | 50 | 150 | 57,77 | 50 | 150 | 57,77 |
| 24 | 44 | 175 | 58,59 | 44 | 175 | 59,16 | 44 | 175 | 58,25 |
| 26 | 75 | 150 | 61,79 | 75 | 150 | 61,79 | 75 | 150 | 61,79 |
| 26 | 75 | 175 | 60,02 | 75 | 175 | 60,51 | 75 | 175 | 59,78 |
| 28 | 50 | 150 | 59,61 | 75 | 150 | 60,54 | 75 | 150 | 60,37 |
| 28 | 75 | 175 | 61,55 | 75 | 175 | 62,01 | 75 | 175 | 61,55 |
| 28 | 75 | 200 | 60,79 | 75 | 200 | 62,13 | 75 | 200 | 61,96 |
| 30 | 75 | 175 | 63,16 | 75 | 175 | 63,13 | 75 | 175 | 63,16 |
| 30 | 50 | 200 | 64,10 | 50 | 200 | 64,10 | 50 | 200 | 64,10 |
| 30 | 75 | 225 | 63,06 | 75 | 225 | 63,06 | 75 | 225 | 62,72 |
| 32 | 75 | 175 | 63,91 | 75 | 175 | 64,01 | 75 | 175 | 64,01 |
| 32 | 75 | 200 | 64,30 | 75 | 200 | 63,81 | 75 | 200 | 63,81 |
| 32 | 50 | 225 | 64,33 | 50 | 225 | 64,33 | 50 | 225 | 64,30 |
| 34 | 75 | 200 | 64,74 | 75 | 200 | 64,85 | 75 | 200 | 64,65 |
| 34 | 75 | 225 | 65,38 | 75 | 225 | 65,49 | 75 | 225 | 65,35 |

осевой). При этом распиловка по канту бруса предлагается для повышения числа толстых широких и длинных пиломатериалов, что несомненно влияет и на прибыль предприятий. Поставы, составленные из условий выпилки досок широкого ряда спецификационных размеров, учитывают полный комплекс отличительных признаков пиломатериалов объединения. В табл. 2 приведены рекомендуемые показатели раскроя, удовлетворяющие как целевой установке, так и экономному расходованию сырья при учете указанных условий и приведенных ограничений.

Влияние ориентации бруса перед станком на улучшение основных показателей раскроя. Даже при идеализации процесса распиловки предметов обработки и ограничении числа толщин пиломатериалов, а также как для выполнения спецификаций, так и составления поставов из-за неkratности толщин досок ширине пласти бруса появляется недоиспользуемый для выработки толстых пиломатериалов запас пласти. Принято считать, что ошибка при направлении бруса в лесопильный станок выражается среднеквадратичным отклонением результатов замеров. По нему устанавливается допуск на смещение материалов относительно выбранной базы станка. Установлено, что при смещении бруса относительно оси постава наблюдается в определенных диапазонах увеличение числа тонких досок и выхода в целом. На практике при реализации осевого способа распиловки бревен и брусев наблюдается следующее. С одной стороны, вследствие неопределенности базирования предметов обработки, имеет место гарантированное уменьшение объема пиломатериалов. С другой стороны, происходит увеличение выхода пиломатериалов. В целом следует констатировать тот факт, что при современном уровне распиловки и осевой ориентации предметов обработки по базе станка, никогда не являющейся по-настоящему осевой, выход пиломатериалов на различных предприятиях — величина одного порядка.

Выдвигая нами научная гипотеза заключается в определении условий и диапазона смещений предмета обработки относительно постава пил лесопильного станка, при которых не наблюдалось бы уменьшение выхода пиломатериалов по сравнению с осевым способом распиловки. Отправным условием при составлении поставов является положение толстых досок в пределах пропиленной пласти бруса, характеризующееся точкой пересечения пластей и образующей бревна по периметру вершинного торца. Диапазон смещений толстых досок равен запасу пласти бруса на их расходование. В результате реализации оптимизационного плана раскроя было найдено аналитическое решение при наиболее рациональных поставках. Перечень оптимальных поставов на распиловку бревен заданных размеров, а также соответствующих им толщин толстых досок и брусев, ширин и длин пиломатериалов, приведены в наших работах. В табл. 1 сведены результаты определения смещений толстый досок в пределах пласти бруса, обеспечивающих достижение абсолютно максимального выхода пиломатериалов спецификационных размеров.

Очевидно, что для получения наибольшего выхода пиломатериалов способ распиловки брусев должен быть индивидуальным. В ходе анализа рациональных поставов для условий массового производства отдано предпочтение осевому способу и способу распиловки бревен по канту. Ряд поставов не вошли в эти группы, что предполагает организацию индивидуальных раскройных планов, выделение самостоятельных производств на гибкой функциональной основе с возможностью изменчивости и быстрой переналадки.

На основе реализации математической модели продольного раскроя бревен на IBM PC XT/AT и совместимых с ними ЭВМ, расчета рациональных поставов для распиловки хвойного пиловочного сырья на

экспортные пиломатериалы стандартных размеров при трех вариантах ориентации брусев перед раскромом было решено следующее:

1) предложен метод оптимизационного моделирования изменчивых размерных характеристик пиломатериалов, позволяющий улучшить технико-экономические показатели процесса производства;

2) разработан способ получения пиломатериалов с использованием смежных поставок, дающий возможность развивать лесопиление на базе гибких производственных систем и автономных функциональных модулей;

3) получено аналитическое решение, с помощью которого можно определить оптимальный план раскромки бревен и поставок для распиловки пиловочного сырья по характеристикам объединения.

Поступила 6 апреля 1992 г.

УДК 674.816.3

ДВУХСТАДИЙНЫЙ СПОСОБ ОСМОЛЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ

В. Б. СНОПКОВ, И. А. ХМЫЗОВ, Т. А. СНОПКОВА,
Т. В. СОЛОВЬЕВА

Белорусский технологический институт

В настоящее время при производстве древесностружечных плит (ДСП) актуальным является вопрос снижения удельного расхода токсичных и дорогостоящих синтетических смол. Одно из возможных решений проблемы — изменение традиционной одноступенчатой технологии осмоления стружки. Из патентной литературы известны способы получения композиционных материалов, в том числе ДСП, с применением двухступенчатой обработки древесных частиц связующим. На первой стадии могут быть использованы термореактивные [1, 4] и термопластичные связующие [3]. С этой целью перспективно, на наш взгляд, использование технических лигносульфонатов (ТЛС) — побочного продукта целлюлозного производства [2].

Цель данной работы — исследовать двухстадийный способ осмоления, заключающийся в последовательной обработке древесных частиц сначала ТЛС, а затем карбамидоформальдегидной смолой (КФС).

Опытные образцы плит готовили следующим образом. На древесные частицы (стружку) с помощью форсунок пневматического распыления наносили сульфитный щелок на аммониевом основании (концентрация сухих веществ 55 %). После определенной выдержки стружку обрабатывали КФС КФ-МТ (концентрация 54 %). Из полученной древесно-клеевой композиции формовали ковер и прессовали плиты толщиной 16 мм. Параметры горячего прессования: давление — 2,2 МПа, температура — (180 ± 5) °С, продолжительность — 0,4 мин на 1 мм плиты. Параллельно изготавливали плиты с применением традиционного одноступенчатого способа осмоления. Во всех вариантах количество связующего составляло 12 % от массы абсолютно сухой стружки. Физико-механические свойства опытных плит, определенные по ГОСТ 10634—78, 10635—78, 10636—78, представлены в табл. 1.

Полученные данные говорят о том, что предварительное смешивание ТЛС и КФС дает плиты с наиболее низкими показателями. Нанесение же компонентов связующего последовательно в два этапа позволяет значительно их повысить. При этом очень большое значение имеет продолжительность выдержки стружки, обработанной ТЛС, перед нанесением смолы. Наилучшие результаты получены, если вводить