

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.093.001.572

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РАСЧЕТУ ВЫХОДА ЗАГОТОВОК  
ИЗ ОБРЕЗНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Г. В. КРЫЛОВ, В. Е. ПЯТКОВ

Московский лесотехнический институт

Традиционный подход к определению выхода заготовок [2, 4] основан на использовании зависимостей, полученных в результате проведения натурального или машинного эксперимента. При этом объем вырабатываемых заготовок рассматривают как выходную величину, а параметры процесса раскроя (качество пиломатериалов и заготовок, их длина) — как независимые факторы.

В отличие от экспериментальных методов предлагаемый нами подход позволяет получить аналогичные зависимости расчетным путем. Рассмотрим основные идеи этого нового подхода, в основе которого лежит использование статистических закономерностей распределения сучков на пласти доски.

Пусть из партии обрезных пиломатериалов, содержащих  $H$  досок одинаковой длины, требуется вырабатывать заготовки, ширина которых совпадает с шириной доски, а длина равна  $l_3$ . Тогда выход заготовок  $K_v$  можно определить по следующей формуле:

$$K_v = \frac{l_3}{HL} \sum_{i=1}^k i m_i, \quad (1)$$

где  $m_i$  — количество бездефектных участков, из которых можно получить  $i$  заготовок длиной  $l_3$ ;

$k$  — количество заготовок, которые можно выработать из бездефектного участка максимальной длины.

Среднюю длину бездефектных участков для всех  $H$  досок обозначим через  $\bar{x}$ , а количество недопустимых в заготовках сучков, приходящихся на одну доску, — через  $N$ . Между  $\bar{x}$  и  $N$  существует следующая зависимость:

$$L = \bar{x}(N + 1), \quad (2)$$

где  $L$  — длина доски, м.

Подставив найденное для  $L$  выражение в формулу (1), получим:

$$K_v = \frac{l_3}{\bar{x}} \sum_{i=1}^k i \frac{m_i}{H(N+1)}. \quad (3)$$

Очевидно, произведение  $H(N+1)$  равно общему количеству бездефектных участков. Следовательно, отношение  $\frac{m_i}{H(N+1)}$  — это частота встречаемости бездефектных участков, из которых можно получить  $i$  заготовок.

Устремив  $H$  к бесконечности и осуществив предельный переход

$$\lim_{H \rightarrow \infty} \frac{m_i}{H(N+1)} = P_i, \quad (4)$$

получим окончательное выражение для выхода заготовок:

$$K_w = \frac{l_3}{x} \sum_{i=1}^k iP_i, \quad (5)$$

где  $P_i$  — вероятность встречаемости бездефектных участков, из которых можно вырабатывать  $i$  заготовок.

Следовательно, задачу определения выхода заготовок удалось свести к задаче определения вероятностей  $P_i$  встречаемости бездефектных участков различной длины. Ее легко решить, имея функцию распределения

$$F(x) = P(X < x) \quad (6)$$

расстояния  $x$  между центрами соседних, недопускаемых в заготовках сучков:

$$P_i = F(x = (i + 1)l_3) - F(x = il_3). \quad (7)$$

Для определения функции  $F(x)$  нами проведен статистический анализ распределения длин бездефектных участков у сосновых пиломатериалов, содержащих различное количество  $N$  недопускаемых в заготовках сучков. В результате установлено, что при  $N \geq 3$  распределение длин бездефектных участков достаточно хорошо описывается усеченным экспоненциальным распределением:

$$F(x) = \frac{1 - e^{-\lambda x}}{1 - e^{-\lambda x_{max}}}, \quad (8)$$

где  $x_{max}$  — граница усечения экспоненциального закона;

$$\lambda = \frac{N + 1}{L} = \frac{1}{x}. \quad (9)$$

По своему физическому смыслу параметр  $\lambda$  — это среднее количество недопускаемых сучков (с учетом одного торца), приходящихся на единицу длины. Если совокупность сучков на пласти доски рассматривать как некоторый поток «сучков и торцов», то можно показать, что он обладает всеми свойствами простейшего потока [1]. Соответственно параметр  $\lambda$  численно равен интенсивности потока сучков и торцов.

Возможность описания распределения интервалов между сучками с помощью экспоненциального закона весьма удобна с точки зрения решения задачи определения выхода заготовок. Во-первых, экспоненциальный закон однопараметрический, т. е. зависит только от одного параметра — интенсивности потока  $\lambda$ . Во-вторых, параметр  $\lambda$  (среднее количество недопустимых сучков на единицу длины) непосредственно определяется качеством пиломатериалов. В-третьих, экспоненциальный закон протабулирован, что значительно облегчает вычисление вероятностей встречаемости бездефектных участков различной длины.

Известно, что основной сортообразующий порок, определяющий выход заготовок из пиломатериалов 0—3-го сортов, — сучки. Часто качество пиломатериалов [2, 3] оценивают по относительной насыщенности  $C$  пласти доски сучками

$$C = \frac{S_c}{S_d} \cdot 100 \%, \quad (10)$$

где  $S_c$  — суммарная площадь сучков, м<sup>2</sup>;

$S_d$  — площадь пласти доски, м<sup>2</sup>.

Используемый нами основной параметр расчетных формул количество недопустимых в заготовках данного качества сучков  $N$  на пласти

доски — не очень удобен, поскольку количество недопустимых сучков изменяется вместе с качеством заготовок. С этой точки зрения, качество пиломатериалов предпочтительнее оценивать по насыщенности пласти доски сучками. Между количеством недопустимых сучков  $N$  и насыщенностью  $C$  пласти доски сучками существует тесная корреляционная связь, используя которую легко можно перейти от одного показателя к другому.

Граница усечения  $x_{max}$  зависит от количества и размеров недопустимых в заготовках сучков. Для заготовок 1-й группы качества эта зависимость линейна

$$x_{max} = 6,38 - 0,34N. \quad (11)$$

При выводе формулы (7) длину бездефектного участка определяли как расстояние между центрами двух соседних сучков, недопустимых в заготовках. В действительности рез производится с обеих сторон сучка на расстоянии, равном его диаметру. Поэтому вероятность  $P_i$  необходимо рассчитывать по уточненной формуле

$$P_i = F(x = (i + 1)l_3 + r_{vj}) - F(x = il_3 + r_{vj}), \quad (12)$$

где  $r_{vj}$  — размер вырезки сучков, недопустимых в заготовках  $j$ -той группы качества.

Размер вырезки определяется качеством вырабатываемых заготовок и их шириной  $B$  и почти не зависит от количества  $N$  недопустимых сучков на пласти досок

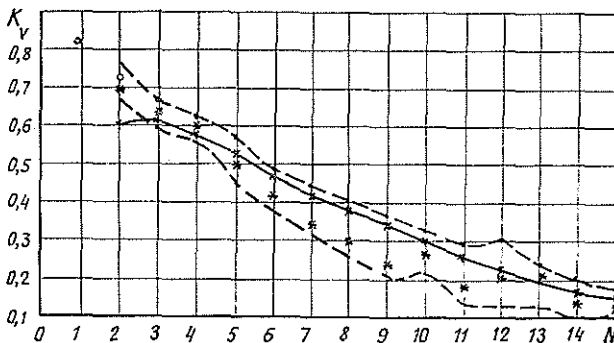
$$r_{v1} = 0,33B; \quad (13)$$

$$r_{v2} = 0,35B; \quad (14)$$

$$r_{v3} = 0,415B; \quad (15)$$

$$r_{v4} = 0,75B. \quad (16)$$

На рисунке приведены результаты проверки полученных формул для расчета выхода заготовок 1-й группы качества (длина заготовок



$l_3 = 1$  м, ширина заготовок  $B = 150$  мм). График, проведенный сплошной линией, показывает выход заготовок, рассчитанный по теоретическим формулам. Звездочками отмечены значения фактического выхода. Фактический выход определяли по результатам условного раскря (с использованием паспортов досок) как среднее значение выхода в партии пиломатериалов, имеющих соответствующее количество недопускае-

мых сучков. На рисунке показаны также границы доверительного интервала (прерывистые линии) для среднего значения фактического выхода. Поскольку при  $N = 1$  распределение длин бездефектных участков не является экспоненциальным, выход для этого случая рассчитывали по формуле:

$$K_v = \frac{L [2\Delta L + L_3 (M - 1)]}{(L + \Delta L)^2}, \quad (17)$$

где  $M$  — общее количество заготовок, которые можно получить из пиломатериалов длиной  $L$ ;

$\Delta L$  — некратный остаток длины пиломатериалов.

Выход заготовок при  $N = 2$  определяли путем линейной интерполяции для значений выхода при  $N = 1$  и  $N = 3$ .

Как видно из рисунка, предлагаемый метод дает достаточно хорошие результаты и может быть использован для практических расчетов по определению выхода заготовок при поперечном способе раскря. При этом, разумеется, необходимо учитывать погрешность, связанную с наличием других (помимо пластевых сучков) сортообразующих пороков, а также уменьшение фактического выхода за счет базирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вентцель Е. С. Исследование операций.— М.: Советское радио, 1972.— 552 с. [2] Дудко Н. В. Исследование оптимизации раскря сосновых пиломатериалов на заготовки с применением математических методов вычислительной техники: Автореф дис. . . . канд. техн. наук.— Л., 1975.— 19 с. [3]. Кожевников И. П. Качество древесного сырья и выход заготовок.— М.: Лесн. пром-сть, 1971, № 12, с. 12. [4]. Пятков В. Е. О влиянии размерно-качественных характеристик пиломатериалов и заготовок на выход бездефектных отрезков.— В кн.: Технология и материалы деревообрабатывающих производств: Науч. тр. М.: МЛТИ, 1982, вып. 140, с. 91—92.

Поступила 13 апреля 1984 г.

УДК 621.914.1.001.24

### К РАСЧЕТУ МОЩНОСТИ НА ФРЕЗЕРОВАНИЕ БРЕВЕН ТОРЦОВЫМИ ФРЕЗАМИ

Н. И. ТИМОФЕЕВ

Таджикский сельскохозяйственный институт

При проектировании брусующих и фрезернопильных станков требуется определять мощность, необходимую для превращения сбеговой части бревна в щепу. Приводимые в работах [1, 2] сведения по данному вопросу основаны на испытаниях конкретных промышленных моделей брусующих машин и не имеют общего характера, что не позволяет использовать эти данные для любой конструкции машины. К тому же, в работе [1] дана методика расчета мощности для случая, когда бревно при обработке проходит через ось (центр) фрезы. На практике же бревно, как правило, проходит ниже оси фрезы, что более благоприятно для условий срезания щепы, но и определенным образом отражается на энергозатратах.

Мощность на фрезерование можно рассчитать двумя методами: по касательной силе резания и длине дуг контакта и по удельным энергозатратам при фрезеровании. Процесс фрезерования бревен торцовыми фрезами и геометрия инструмента рассмотрены нами ранее [4, 5].

Расчетная схема для первого метода приведена на рисунке, где введены следующие обозначения:

$d_6$  — диаметр бревна в данном сечении, мм;