

В результате интегрирования получаем

$$R = 2\mu ka \frac{h_0}{c} \left[e^{\frac{c}{h_0} \operatorname{tg} \alpha} \left(\frac{h_0}{\operatorname{tg} \alpha} - l_k + \frac{h_0}{c \operatorname{tg} \alpha} \right) - \frac{h_0}{\operatorname{tg} \alpha} \left(1 + \frac{1}{c} \right) \right]. \quad (19)$$

По вектору усилия прессования P действует составляющая

$$R' = R \operatorname{tg} \alpha. \quad (20)$$

После уплотнения древесины за счет внедрения клиновидной части призматического пуансона начинают нарастать силы трения, действующие на призматическую часть пуансона.

Принимая во внимание отсутствие релаксации прессующих давлений P_z и их неизменность по длине призматического пуансона, запишем

$$F = kP_z b l_x. \quad (21)$$

Наибольшее значение усилие F имеет в момент выхода клиновой части пуансона при $l_x = l - l_k$ (l — полная длина бруска).

Общее усилие прессования двух брусков симметричным клином с учетом зависимостей (15), (20) и (21) составит

$$P = 2(Q + R' + F). \quad (22)$$

Усилие сопротивления внедрению клина, или полное усилие прессования, рассчитанное по формуле (21), отличается от экспериментального измеренного не более чем на 15...20 %.

Расчеты по формулам производили с использованием ЭВМ при следующих значениях констант [6]: $a = 1,6$; $c = 7,0$; $k = 0,03$; $\mu = 0,15$.

Приведенные аналитические зависимости могут быть применены на практике при подборе мощности оборудования для прессования древесины клином.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Винник Н. И. Модифицированная древесина.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 157 с. [2]. Кытманов А. В. Двухстороннее прессование древесины при различных видах тепловой обработки.— М.: Наука, 1966.— С. 92—96. [3]. Положительное решение на заявку 4453764/15/103427. Устройство для прессования древесины / М. В. Цыхманов.— Принято 13.03.90. [4]. Положительное решение на заявку 4927195/15/023577. Способ получения прессованной древесины / М. В. Цыхманов.— Принято 13.03.91. [5]. Румба А. Э. и др. Изменение основных упругих деформативных характеристик уплотненной древесины березы, пропитанной аммиаком, в зависимости от ее плотности: // Науч. тр.— Л.: ЛТА, 1968.— Т. 123— С. 48. [6]. Хухрянский П. Н. Прессование древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1964.— 351 с. [7]. Шамаев В. А. Модифицирование лиственной древесины.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1980.— 26 с.

Поступила 9 марта 1992 г.

УДК 674.093.6-412.001.57

О ВЛИЯНИИ ДЛИНЫ РАСКРАИВАЕМЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОТЯЖЕННОСТИ БЕЗДЕФЕКТНЫХ УЧАСТКОВ

Ю. В. БУГАЕВ, С. Ю. КУЗНЕЦОВ

Воронежский технологический институт
Воронежский лесотехнический институт

Тенденция увеличения длины бездефектных участков при возрастании длины раскраиваемых досок широко известна, однако количе-

ственно эта связь не оценена. В данной работе выводится зависимость между длиной пиломатериалов и видом распределения выхода заготовок свободной длины.

Пусть ширина заготовок и досок совпадает, $f(x)$ и $F(x)$ — соответственно плотность и функция распределения расстояний между соседними недопустимыми в заготовках дефектами, m_x — математическое ожидание расстояния между дефектами, $\mu = 1/m_x$ — среднее число дефектов на 1 м. Тогда математическое ожидание числа дефектов на доске длиной L равно μL . Эти дефекты разбивают материал в среднем на $\mu L + 1$ бездефектных участков, среди которых в общем случае можно выделить три группы.

Участки первой группы совпадают по длине с пиломатериалом. Они возникают в том случае, если на доске нет ни одного дефекта. Вторая группа — крайние участки, один конец которых совпадает с торцом доски, а другой — с дефектом. Третью группу составляют срединные участки, имеющие ограниченные дефектами края.

Последовательность дефектов можно интерпретировать как стационарный поток случайных событий. Оценим математическое ожидание числа участков каждой группы на одной доске. Число участков первой группы определяется вероятностью P_0 того, что на доске длиной L не встретится ни одного дефекта. Из теории случайных потоков [1] известно, что

$$P_0(L) = 1 - \mu \int_0^L [1 - F(t)] dt.$$

Поскольку на доске может быть только один участок первой группы, математическое ожидание числа этих участков равно $P_0(L)$.

Появление участков второй группы возможно, если на доске будет хотя бы один дефект. Вероятность этого события равна $1 - P_0(L)$, число таких участков на одной доске — 2. Следовательно, математическое ожидание их выражается формулой $2[1 - P_0(L)]$.

Если всего на доске в среднем $\mu L + 1$ участков, то на долю участков третьей группы приходится $\mu L - 1 + P_0(L)$. Таким образом, участки каждой группы встречаются со следующими вероятностями:

$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{P_0(L)}{\mu L + 1}; \\ p_2 &= \frac{2[1 - P_0(L)]}{\mu L + 1}; \\ p_3 &= \frac{\mu L - 1 + P_0(L)}{\mu L + 1}. \end{aligned}$$

Найдем законы распределения длины участков каждой группы. Поскольку участки первой группы могут иметь длину только L , плотность распределения их протяженности

$$g_1(x) = \delta(x - L).$$

Здесь δ — дельта-функция Дирака.

Распределение длины участков второй группы совпадает с распределением времени ожидания наступления первого события в стационарном случайном потоке при произвольном начальном моменте [2]. С учетом того, что величина x не может превышать L , данная плотность определяется по формуле

$$g_2(x) = \frac{\mu [1 - F(x)]}{\mu \int_0^L [1 - F(t)] dt} \quad (1)$$

Длина участков третьей группы с учетом условия $x \leq L$ будет иметь плотность распределения вида

$$g_3(x) = f(x)/F(x).$$

Таким образом, длина бездефектных участков с вероятностями p_1, p_2, p_3 имеет плотности распределения $g_1(x), g_2(x), g_3(x)$. Следовательно, общая плотность вычисляется по формуле

$$g(x) = p_1 g_1(x) + p_2 g_2(x) + p_3 g_3(x). \quad (2)$$

Подставляя в (2) выражения для p_i и $g_i(x)$ и учитывая, что знаменатель формулы (1) совпадает с $1 - P_0(L)$, получаем при $0 \leq x \leq L$.

$$g(x) = \frac{P_0(L) \delta(x-L) + 2\mu [1 - F(x)] + [\mu L - 1 + P_0(L)] f(x)/F(L)}{\mu L + 1}. \quad (3)$$

При проверке формулы (3) с помощью имитационного моделирования и экспериментального исследования распределения протяженности бездефектных участков заготовок штучного паркета на Бобровском лесокомбинате Воронежской области было получено хорошее совпадение.

Чтобы наглядно представить характер влияния L на вид кривой $g(x)$, предположим, что распределение расстояния между соседними дефектами описывается законом Эрланга:

$$f(x) = \lambda (\lambda x)^n e^{-\lambda x} / n!, \quad (4)$$

где λ — интенсивность случайного распределения, $\lambda = 10$;
 n — порядок распределения, $n = 9$.

Математическое ожидание расстояния между дефектами в этом случае равно 1, среднее квадратичное отклонение — 0,316. Для закона Эрланга имеем:

$$P_0(L) = \frac{e^{-\lambda L}}{n+1} \sum_{k=0}^n (n-k+1) \frac{(\lambda L)^k}{k!};$$

$$F(x) = 1 - e^{-\lambda L} \sum_{k=0}^n \frac{(\lambda L)^k}{k!}.$$

Здесь b — переменная суммирования от 0 до n .

Графики $g(x)$ при различных L приведены на рисунке.

При раскросе пиломатериалов на заготовки заданных длин часть бездефектных участков будет короче, чем минимальная длина заготовок l_0 . Вероятность появления таких участков, а следовательно, и основная доля потерь в кусковые отходы

$$Q = \int_0^{l_0} g(x) dx. \quad (5)$$

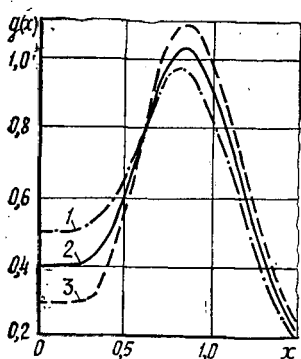
В том случае, когда $f(x)$ мало на интервале $[0, l_0]$, Q можно приближенно оценивать исходя из следующих соображений. В силу малости $f(x)$ значение $g(x)$ определяется вторым слагаемым числителя формулы (3), при этом $F(x)$ также мало.

Следовательно,

$$g(x) \approx 2\mu / (\mu L + 1).$$

Тогда с учетом (5) имеем

$$Q \approx 2\mu l_0 / (\mu L + 1). \quad (6)$$



Плотность распределения протяженности бездефектных участков при различных значениях L : 1 — 3; 2 — 4; 3 — 6 м

В таблице приведена вероятность появления участков короче l_0 , когда распределение расстояний между дефектами описывается законом Эрланга (4) ($l_0 = 0,5$ м).

L , м	Q , вычисленная по формулам	
	(5)	(6)
3	0,251	0,250
4	0,204	0,200
5	0,174	0,167
6	0,153	0,143

По результатам расчетов получены аналитические зависимости, позволяющие с учетом распределения расстояний между соседними дефектами, которые обусловлены «природным» качеством древесины, определять распределение протяженности бездефектных участков и долю кусковых отходов при различной длине доски. Это дает возможность рассчитывать спецификационный выход цельных заготовок и находить оптимальную, с точки зрения выхода продукции, длину раскраиваемых пиломатериалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н. Введение в теорию массового обслуживания.— М.: Наука, 1987.— 336 с. [2]. Основы кибернетики. Математические основы кибернетики. / Под. ред. К. А. Пулкова.— М.: Высш. шк., 1974.— 413 с.

Поступила 11 сентября 1990 г.

УДК 674.815

МЕТОД ОПИСАНИЯ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ФРАКТАЛОВ

Г. М. ШУТОВ, М. И. КУЛАК

Белорусский технологический институт

Существующие методы теоретического описания прочности древесностружечных плит (ДСП) [7, 8] можно условно разделить на два класса. Первый основан на феноменологических методах механики сплошной среды применительно к средам с микроструктурой, а второй — на методах структурной теории прочности.