

Тогда для прямоугольного сечения

$$t_{cp}(\tau) = 20 + 253 \{ \tau / [2 + 850(b + 2a\tau)] \}^2.$$

По предложенным формулам можно определить средние температуры и влажность в сечении деревянных конструкций при пожаре.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Иванова Е. К. Огнестойкость клееных деревянных стоек: Автореф. дис. . . канд. техн. наук.— М., 1952. [2]. Каллиониemi. Защита деревянных строений от пожаров // Огнестойкость деревянных конструкций: Сб. тр. сов.-фин. симпози.— Тбилиси, 1980.— С. 146—148. [3]. Кирпиченков Г. М., Ломакин А. Д. Оценка эффективности применения огнезащитных покрытий для клееных деревянных балок сплошного сечения. Исследования в области обеспечения долговечности деревянных конструкций.— М., 1971.— С. 121—127. [4]. Экспериментальные исследования огнестойкости деревянных клееных конструкций для промышленного строительства // Огнестойкость деревянных конструкций: Тр. сов. фин. симпози.— Тбилиси, 1980. [5]. Holm S. A survey of the goals and results of fire endurance investigations especially from the viewpoint of glued laminated structures // Огнестойкость деревянных конструкций: Тр. сов.-фин. симпози.— Тбилиси, 1980.— С. 17—45. [6]. Iensen B. Chr., Karlson B. E. Branddimensionering of Bxrende trækkonstruktioner // Byggeindustrien.— N 1.— P. 27—30. [7]. Kallioniemi P. The strength of Wood structures during fires // Огнестойкость деревянных конструкций: Тр. сов.-фин. симп.— Тбилиси, 1980.— С. 145—158. [8]. Numan C. The effect of temperature and moisture Content on the strength of Wood glullines // Огнестойкость деревянных конструкций: Тр. сов.-фин. симпози.— Тбилиси, 1980.— С. 139—144.

УДК 624.011.1

РАЗРУШЕНИЕ КОРОТКИХ КЛЕЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК

А. С. ПРОКОФЬЕВ

Воронежский инженерно-строительный институт

В нормативном документе [2] при проектировании клееных деревянных конструкций указано на необходимость проверки прочности по главным напряжениям. Проверку производили в нейтральном слое на расстоянии от оси опорной площадки, равном 0,9 высоты балки, по формуле:

$$\sigma_{pa} = 0,5 \left[\sigma_x + \sigma_y + \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} \right] \leq R_{pa}, \quad (1)$$

где σ_x, σ_y — нормальные напряжения вдоль и поперек волокон;

τ_{xy} — касательные напряжения;

R_{pa} — расчетное сопротивление растяжению под углом к волокнам.

Для клееной балки (сечение 30×160 мм, расчетный пролет 1 200 мм), нагруженной двумя сосредоточенными силами $p = 17,92$ кН на расстоянии по 300 мм от опор [5], в работе [6] получено: $\sigma_x = 0$; $\sigma_y = 0,211$ МПа; $\tau_{xy} = 5,60$ МПа; $\alpha = 5,71$ МПа; $\alpha = 45,54^\circ$; $R_{pa} = 1,13$ МПа.

На основании сравнения действующих напряжений с расчетными сопротивлениями клееной древесины, в работе [6] сделан вывод о том, что раскрыта причина возникновения микротрещин в испытанной балке по геометрическому месту точек, где главные напряжения превышают сопротивление под углом к волокнам примерно в 5 раз, тогда как максимальные величины нормальных и касательных напряжений σ_x и τ_{xy} — в 3,2 и 3,5 раза.

По нашему мнению, такой подход к оценке несущей способности конструкции не аргументирован, так как случайные величины сопротивления клееной древесины сравнивают с расчетными сопротивлениями, имеющими статистический характер.

Нами в работе [3] предложена методика определения теоретической несущей способности конструкции, основанная на использовании фактических свойств древесины.

Напряжения, входящие в уравнение (1), были определены вариационным методом Ритца — Тимошенко для балки-стенки с учетом ортотропности свойств клееной древесины [1]:

$$\sigma_x = \sigma_x^0 + 4a_1(3y^2 - b^2)(x^2 - l^2)^2 + 4a_2(x^2 - l^2)^2(5y^2 - 3b^2)y; \quad (2)$$

$$\sigma_y = \sigma_y^0 + 4a_1(3x^2 - l^2)(y^2 - b^2)^2 + 4a_2(3x^2 - l^2)(y^2 - b^2)y; \quad (3)$$

$$\tau_{xy} = \tau_{xy}^0 - 16a_1(3x^2 - l^2)(y^2 - b^2)^2 + 4a_2(3x^2 - l^2)(y^2 - b^2)y, \quad (4)$$

где l — пролет;
 x, y — координаты;
 b — ширина;

a_1, a_2 — коэффициенты [1].

Полученные значения максимальных напряжений ($\sigma_x = 0,03$ МПа; $\sigma_y = 0,42$ МПа; $\tau_{xy} = 5,57$ МПа; $\sigma_1 = 5,81$ МПа; $\alpha = 43,84^\circ$) совпадают с данными работы [6]; максимальное отклонение не превышает 2 %. Сечение расположено на расстоянии 0,3 высоты балки, но это не имеет принципиального значения при оценке разрушения.

В соответствии с методикой [3], в уравнении (1) будем использовать не расчетное сопротивление, а временное сопротивление, полученное при кратковременном испытании образцов натуральных размеров, выполненных из экспериментальных балок.

Всего было испытано 8 образцов стандартной формы площадью 64 см² и углом наклона волокон 44°. В местах захвата образцы армировали тремя клееными стержнями диаметром 4 мм для уменьшения вероятности разрыва в плоскости концентрации напряжений. Для точности центрирования был использован автоматический измеритель деформаций АИД-4.

По результатам испытаний найдено, что среднее арифметическое временное сопротивление $\bar{R}_{p44}^{BP} = 1,78$ МПа, коэффициент вариации $\gamma = 13,6$ %, показатель точности $\rho = 4,8$ %.

Следовательно, разрушение балки произошло, когда главные растягивающие напряжения превзошли величину временного сопротивления в 3,26 раза ($K_{\sigma_1} = 5,81/1,78$), что не может быть справедливым. Определим коэффициент $k_{\tau_{xy}}$.

Ранее на основании кратковременного испытания 62 натуральных образцов стандартной формы с площадью скалывания 80 см² получено временное сопротивление скалыванию $\bar{R}_{ck}^{BP} = 44$ МПа [4]. С учетом качества древесины испытанной балки фактическое временное сопротивление скалыванию $R_{ck}^{BP} = \bar{R}_{ck}^{BP} \rho / \bar{\rho} = 44 \cdot 17,92/14,40 = 5,56$ МПа; $K_{\tau_{xy}} = 5,57/5,56 = 1,0$. Значит, разрушение балки произошло в результате достижения равенства касательных напряжений фактическому временному сопротивлению скалыванию.

Анализ характера разрушения 24 экспериментальных балок показал, что разрушение происходило в результате сдвига частей балок на высоте поперечного сечения в зоне действия поперечных сил, т. е. от действия касательных напряжений [4]. Разрушение элементов характеризовалось скалыванием по древесине в основном на границе между ранней и поздней зоной годового слоя или по ранней части годичного слоя, т. е. сопротивление на сдвиг клееных деревянных балок определялось сопротивляемостью трахеид ранней древесины. Это связано с тем, что структура древесины в слоях балок представляет собой комплекс неодинаковых по прочности чередующихся зон ранней и поздней древесины, и очаги разрушения, как правило, возникают в радиальных стенках ранних трахеид.

Нами было испытано также 6 гнутоклееных балок (сечение 120 × 120 мм, пролет 2 000 мм), имевших начальный выгиб 75 мм, кратковременным статическим нагружением двумя сосредоточенными силами на расстоянии 3/8 пролета от точек опор [6]. Временное сопротивление, вычисленное по формуле

$$R_{p90}^{BP} = 1,5M/rbh$$

(где M — изгибающий момент; r — радиус кривизны; b и h — ширина и высота сечения) и равное 0,40 МПа ($\gamma = 18,75$ %, $\rho = 9,38$ %), оказалось в 2,12 раза меньше, чем временное фактическое сопротивление, полученное при испытании образцов «восьмерок». Здесь наблюдаем обратный результат, когда разрушение в виде разрыва древесины поперек волокон вблизи нейтрального слоя началось при напряжениях, в два раза меньших временного сопротивления древесины растяжению поперек волокон, найденного экспериментально при одноосном напряженном состоянии.

Таким образом, при анализе разрушения деревянных конструкций необходимо использовать фактические сопротивления древесины. Расчетные сопротивления следует использовать при проектных, а не в научно-исследовательских работах. Разрушение коротких клееных деревянных балок происходит в результате деформаций сдвига и характеризуется скалыванием древесины. Для оценки несущей способности конструкции, рассчитанной с учетом плоского напряженного состояния недопустимо использовать фактические временные сопротивления древесины, полученные при одноосном напряженном состоянии.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Климин С. М., Прокофьев А. С. Определение касательных напряжений в деревянных клееных балках // Исследования по строительной механике: Сб.

науч. тр. / ЦНИИСК.—М.: ВНИИС СССР, 1985.—С. 168—175. [2]. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП П-25—80) / Е. М. Знаменский, Е. Н. Серов, А. С. Прокофьев и др.; Отв. ред. А. К. Шенгелия.—М.: Стройиздат, 1986.—216 с. [3]. Прокофьев А. С. Методика экспериментальной оценки несущей способности деревянных конструкций // Исследования строительных конструкций с применением полимерных материалов: Межвуз. темат. сб. / ВИСИ.—Воронеж: Воронеж. ун-т, 1978.—С. 112—113. [4]. Прокофьев А. С. Работоспособность деревянных клееных элементов при статических и циклических воздействиях: Дис. ... д-ра техн. наук.—Курск, 1986.—366 с. [5]. Прокофьев А. С., Кабанов В. А. Сравнительная стойкость клеевых соединений древесины // Лесн. журн.—1984.—№ 4.—С. 66—69. [6]. Серов Е. Н. Анализ напряженного состояния клееных балок в зоне наблюдаемого разрушения // Изв. вузов. Лесн. журн.—1986.—№ 6.—С. 55—61.

УДК 674.09-791.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВОК ДЛЯ СОРТИРОВКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПО МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ МЕТОДОМ ИЗГИБА

В. В. ОГУРЦОВ

Сибирский технологический институт

При перемещении пиломатериалов через сортирующую установку возникают динамические нагрузки, обусловленные неровностями пиломатериалов и изменчивостью их жесткости. Для определенных сочетаний параметров установок и пиломатериалов эти нагрузки могут достигать значений, превосходящих предел упругости пиломатериалов и исключающих возможность их сортировки по механическим свойствам.

Поэтому конструкции и параметры сортирующих установок, а также режимы их функционирования должны базироваться на теории, в основе которой лежат механические и математические модели системы сортирующая установка — пиломатериал.

Рассмотрим широко используемые вальцовые сортирующие установки с продольным перемещением пиломатериалов и одноточечной схемой нагружения.

Сортирующая установка с пиломатериалом имеет бесконечное число степеней свободы, поэтому ее точное математическое описание невозможно. С целью ограничения числа степеней свободы абстрагируемся от малозначительных свойств системы сортирующая установка — пиломатериал и сохраним лишь существенные степени свободы.

Для сортирующих установок с постоянным прогибом (рис. 1) пиломатериал представим в виде совокупности жестких элементов, соединенных шарниром с коэффициентом жесткости C_n и коэффициентом внутреннего трения μ . Смятие древесины моделируем упругими элементами с коэффициентом жесткости $C_{см}$. Роль поверхности пиломатериалов играют шесть волнообразных элементов, расстояние между которыми обеспечивают фазовые сдвиги в неровностях.

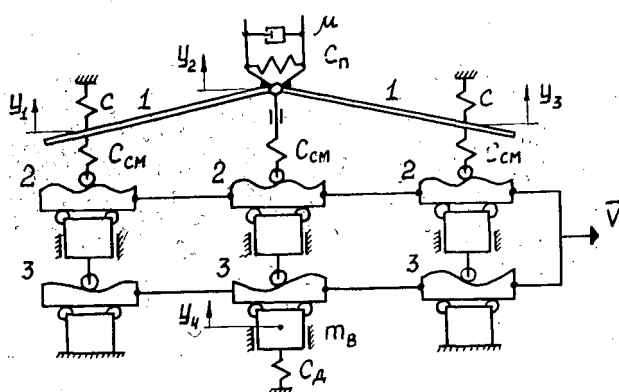


Рис. 1. Динамическая модель сортирующей установки с постоянным прогибом: 1 — пиломатериал (прогиб для наглядности преувеличен); 2 — имитация периодических неровностей пиломатериалов; 3 — имитация непериодических неровностей пиломатериалов; m_b — масса изгибающего вальца и жестко связанных с ним тел

Для сортирующих установок с постоянной изгибающей силой (рис. 2) пиломатериал расчленим двумя дополнительными шарнирами с параметрами C_k , μ_k . Шарниры по краям пролета вводят для имитации движения концов материала, так как, в отличие от установок с постоянным прогибом, у сортирующих установок с посто-