делу текучести; σ_1 — напряжение в настиле от собственного веса плиты; W_{red} — момент сопротивления для наиболее нагруженных растянутых фибр листа, вычисленный по приведенным характеристикам сечения без учета работы растянутой зоны бетона; α — отношение модуля упругости стали профилированного настила E_p к модулю упругости бетона $E'_b = E_b\bar{\nu}$; $\bar{\nu}$ — коэффициент упругости бетона [3].

Среднее отношение M^{ex}_{pl}/M^{c}_{pl} составило 0,982 при коэффициенте вариации C_v = 6,635 %.

Предложенная методика расчета позволяет с высокой точностью оценить на всех этапах работы деформативность плит с внешней арматурой из стального профилированного настила и достаточно жесткими связями, распределенными по длине конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартынов Ю.С., Сергеев В.Б. Исследование прочности объединения стального профилированного настила с бетоном монолитных плит ленточными связями // Эффектив. строит. конструкции. — Мн., 1986. — С. 33—38. 2. Руководство по расчету железобетонных элементов с жесткой арматурой. — М., 1978. — 55 с. 3. СНиП 2.03.01—84. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. — М., 1984. — 77 с. 4. Мартынов Ю.С., Сергеев В.Б., Александрович А.С. Эффективные методы расчета сталежелезобетонных покрытий и перекрытий // Composite steel concrete structures. — Bratislava, 1987. — V.II. — С. 112—115.

УДК 624.011.14.046

А.В.ОКОВИТЫЙ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ МАТЕРИАЛОЕМКОСТЬ ПРИСТЕННЫХ ДОЩАТОКЛЕЕНЫХ КОЛОНН ДЕРЕВЯННЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

Для сравнения были приняты дощатоклееные колонны длиной не менее 6 м одноэтажных деревянных каркасных зданий, предназначенных для строительства в климатических условиях Белорусской ССР. В поперечном разрезе здания колонны в основании упруго защемлены, а на верхний их торец шарнирно опираются конструкции покрытия, образуя двухшарнирную раму с упругозащемленными в основании стойками, по которым смонтированы стеновые панели (рис. 1, *а*).

При одинаковых параметрах зданий (пролет, длина колонн) и нагрузках на колонны проанализированы два варианта конструктивного решения колонн: с постоянной по длине высотой сечения и с переменной. Для расчета приняты колонны постоянного сечения со стороны ветрового напора (рис. 1, *в*, левая) и переменного сечения со стороны ветрового отсоса (рис. 1, *г*, правая). В этом случае расчетные усилия имеют наибольшие значения. Обе колонны рассчитываются в соответствии с нормами [1]. При расчете колонн переменного сечения вводятся коэффициенты $k_{жN}$ и $k_{жM}$, учитывающие влияние изменения высоты сечения на критические усилия соответственно в зависимости

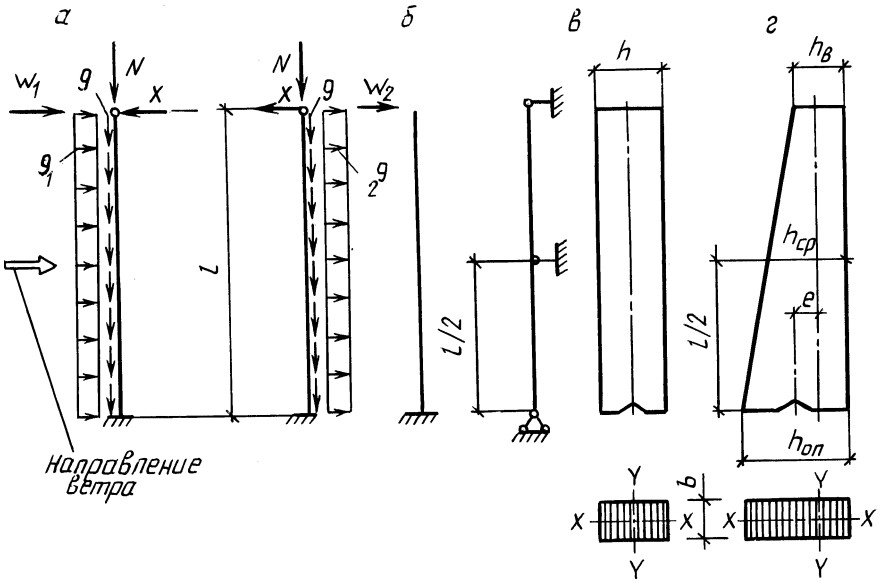

Рис. 1. Расчетные схемы и конструкции колонн:
а — расчетная схема поперечной рамы здания; *б*— расчетная схема колонны в плоскости действия изгибающего момента и в перпендикулярной ей; *в* — конструкция колонны постоянного сечения; *г* — переменного сечения

от продольной силы N и изгибающего момента M. Эти колонны должны удовлетворять требованиям по гибкости:

$$\lambda_y \leqslant \lambda_{max} \sqrt{k^y_{жN}}; \tag{1}$$

$$\lambda_x \leqslant \lambda_{max} \sqrt{k^x_{жN}}; \tag{2}$$

по прочности

$$\sigma_y = \frac{N}{A_{р.оп}} + \frac{M_д}{W_{р.оп}} \leqslant R_и m_н; \tag{3}$$

по устойчивости

$$\sigma_x = \frac{N}{\varphi_x k^x_{жN} A_{р.оп}} \leqslant R_с; \tag{4}$$

по устойчивости плоской формы деформирования

$$\frac{N}{\varphi_y k^y_{жN} R_с A_{бр.оп}} + \left(\frac{M_д}{\varphi_м k_{жM} R_и W_{бр.оп}}\right)^n \leqslant 1, \tag{5}$$

Табл. 1. **Параметры колонн переменного и постоянного сечения**

l, м	Тип колонны	Коэффициент переменности высоты сечения $\beta = \frac{h_в}{h_{оп}}$	Площадь среднего сечения колонны $A_{ср} \cdot 10^4$, м^2	Гибкость колонны: по расчету λ_y (λ_x)*	Гибкость колонны: предельная $\lambda_{max}\sqrt{k^y_{жN}}$ ($\lambda_{max}\sqrt{k^x_{жM}}$)*	Нормальное расчетное напряжение σ_y (σ_x)*, МПа	Расчетное сопротивление с учетом коэффициента условий работы $R_y m$ ($R_x m$)*, МПа
6	Постоянного сечения	1	639,6	101,8 / 71,3	120,0 / 120,0	16,2 / 4,6	18,0 / 15,0
		0,8	480,3	89,4 / 110,4	108,3 / 115,9	15,6 / 12,3	17,8 / 14,9
	Переменного сечения	0,6	507,5	84,9 / 110,4	95,1 / 111,5	16,5 / 12,3	16,9 / 14,1
		0,4	666,9	80,0 / 107,1	80,0 / 107,1	10,9 / 8,5	16,2 / 13,5
		0,25	819	65,3 / 96,6	66,0 / 103,6	6,8 / 4,4	14,9 / 12,5
8	Постоянного сечения	1	783,9	110,3 / 97,5	120,0 / 120,0	16,4 / 6,7	17,6 / 14,7
	Переменного сечения	0,8	823,6	105,0 / 115,9	108,3 / 115,9	10,4 / 11,0	17,1 / 14,3
		0,6	927,3	93,3 / 97,5	95,1 / 111,5	7,8 / 5,2	16,2 / 13,5

		0,4	1087,7	79,5 / 97,5	79,8 / 107,1	5,6 / 4,2	14,9 / 12,4
		0,25	1313,5	65,8 / 97,5	66 / 103,6	4,0 / 3,3	14,4 / 12,0
10	Постоянного сечения	1	1062,1	119,7 / 103,6	120,0 / 120,0	14,4 / 5,5	17,1 / 14,3
	Переменного сечения	0,8	1190,7	106,8 / 103,6	108,3 / 115,9	7,2 / 4,8	16,2 / 13,5
		0,6	1367,7	93,0 / 103,6	95.1 / 111,5	6,1 / 4,0	15,3 / 12,8
		0,4	1589,8	80,0 / 103,6	80,0 / 107,1	3,7 / 3,3	14,4 / 12,0
		0,25	1942,2	65,5 / 103,6	66 / 103,6	2,6 / 2,6	14,4 / 12,0

*Показаны в знаменателе

где $A_{р.оп}$, $A_{бр.оп}$, $W_{р.оп}$, $W_{бр.оп}$ — соответственно расчетные и брутто площадь и момент сопротивления опорного сечения элементов.

Выполнен расчет колонн крайнего ряда длиной 6, 8 и 10 м при следующих нагрузках и реакциях: N = 165 кН, g = 0,5 кН/м, g_1 = 1,56 кН/м, g_2 = 1,17 кН/м, W_1 = 1 кН, W_2 = 0,75 кН, X = 0,6 кН. Полученные показатели, характеризующие прочность и гибкость колонн, представлены в табл. 1.

Как следует из таблицы, при одинаковых длине и нагрузке размеры среднего сечения колонны с переменной высотой существенно зависят от коэффициента переменности высоты сечения β. При β = 0,25...0,4 в случае подбора сечений определяющим фактором является гибкость колонны, тогда как имеется запас ее прочности. С увеличением длины ($l \geqslant 8$ м) размеры сечения колонн с переменной высотой при всех значениях β определяет их гибкость. Это объясняется тем, что при одинаковом среднем сечении гибкость колонн переменного сечения меньше гибкости колонн постоянного сечения вследствие влияния коэффициента $k_{жN}$.

Для сопоставления материалоемкости колонн обоих типов проанализированы площади среднего сечения колонн с переменной и с постоянной высотой (рис. 2).

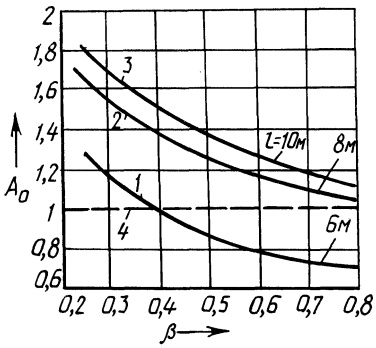

Рис. 2. Зависимость относительной площади сечения колонн от его высоты:
1...3 — для колонн переменного сечения; *4* — постоянного сечения

Из рисунка видно, что при длине, не превышающей 7 м, наименьшую материалоемкость имеют колонны переменного сечения при β = 0,6...0,8. При длине более 7 м наименьшая материалоемкость у колонн постоянного сечения. Можно сделать вывод, что экономически целесообразно при длине, не превышающей 7 м, применять колонны переменного сечения, так как их материалоемкость меньше материалоемкости колонн постоянного сечения при l = 7 м на 5 %, а при $l \leqslant 6$ м — на 20...24 %. При длине же свыше 7 м целесообразно применять колонны постоянного сечения, так как их материалоемкость меньше, чем колонн переменного сечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП II-25—80. Нормы проектирования. Деревянные конструкции.