

УДК 624.011.0:624.078.48

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДЕРЕВЯННЫХ
СОСТАВНЫХ БАЛОК СО СТЕНКОЙ ИЗ ОСП ДЕРЕВЯННЫХ
КАРКАСОВ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ**

ассистент Синцов А.В.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В настоящее время Украина остро нуждается в крупномасштабном расширении строительства малоэтажных зданий и сооружений массовых серий, как в жилищном секторе, так и в области возведения производственных зданий различного назначения. При расходовании на нужды малоэтажного строительства огромных объемов материальных и энергетических ресурсов повышение эффективности их использования приобретает существенное значение и становится важной народнохозяйственной проблемой.

Деревянный каркасный дом является одним из лучших изобретений архитектурной мысли человека. Этот выбор обусловлен постоянно растущими требованиями западных потребителей к экологичности, энергосберегаемости и комфортабельности жилья. Основа таких зданий - двутавровая балка, которая широко применяется в строительстве и гражданских и сельскохозяйственных зданий.

На кафедре МДК НАПКС разработана конструкция составной двутавровой балки, в которой в качестве стенки применен материал OSB (oriented strand board) [2]. На рынке Украины данный материал появился сравнительно недавно, но благодаря высоким механическим характеристикам - достаточная прочность, относительно высокая водонепроницаемость, хорошая гвоздимость, нашел широкое применение при изготовлении составных деревянных конструкций зданий и сооружений.

Балки со стенкой из ОСП (ориентированной стружечной плиты) проектируется двутаврового поперечного сечения с нагельным и комбинированным соединением полок (рис. 1). Пояса балок выполняют из мелкогабаритного деревянного бруса 35...50 мм. Высоту поясов принимают в пределах $h_n \geq h_6/6$. Для стенок используют водостойкую ориентированно-стружечную плиту ОСП толщиной от 8 до 16 мм. Ширину опорного ребра принимают равной высоте пояса. Поперечные ребра ставят в местах примыкания поперечных балок и приложения местной нагрузки.

В зарубежной литературе [3, 4, 11, 12] приведены данные о механических характеристиках OSB-3 и ее соединениях. Однако при выполнении прочностных и деформационных расчетов при компоновке сечений составной балки необходим коэффициент Пуассона, значение которого для OSB в литературе отсутствует. На кафедре были проведены исследования по определению коэффициента Пуассона для OSB, результаты исследований опубликованы [9, 10].

Балки, составленные из двух материалов, рассчитывают по геометрическим характеристикам, приведенным к тому материалу, проверка которого выполняется. Для решения поставленной задачи были использованы

существующие методики сечений составных деревянных балок с разномодульными элементами [5, 6, 7, 8, 14] и результаты исследований работы составных деревянных балок с нагельными соединениями ориентированно-стружечной плиты OSB-3 и поясов из деревянных брусков, проведенных в лаборатории деревянных конструкций НАПКС [9 - 11].

Несущая способность и деформативность составных балок со стенкой из OSB и нагельными соединениями поясов со стенкой будет зависеть от количества и способа установки нагелей в пояском соединении.

Поперечное сечение составной балки (рис.1) komponуем следующим образом: полки из мелкогазмерных деревянных брусков размерами $h_n \times b$, примыкают к стенке из OSB по бокам, стенка из листа OSB размерами $H \times \delta$.

Геометрические характеристики составного сечения:

Момент инерции брутто приведенных поперечных сечений относительно нейтральной оси:

$$J_x = \frac{\delta \cdot H^3}{12} \cdot \frac{E_{OSB}}{E_1} + \gamma \cdot \sum_{i=1}^n n \cdot A_i \cdot a_i^2 \quad (1)$$

где E_{OSB}, E_1 - модули упругости соответственно OSB и дерева, кН/см²;

$A_i = 2 \cdot b \cdot h_n$ - площадь пояса, см²;

n - количество поясов;

$\gamma = \frac{1}{1+k}$ - коэффициент, зависящий от типа и шага нагелей [13];

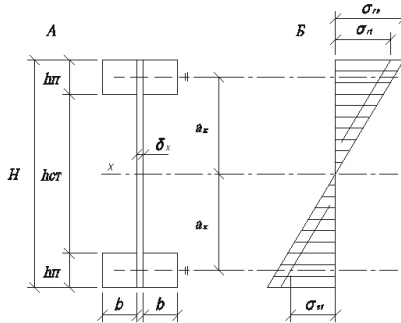


Рис.1. Данные к расчету. А- поперечное сечение составной двутавровой балки; Б- эпюра нормальных напряжений в поперечном сечении составной двутавровой балки.

$$k = \frac{\pi^2 E_c n_1 A_1 s}{l^2 c} - \text{коэффициент податливости [13];}$$

где $E_c = E_{OSB}$ - модуль упругости материала стенки кН/см²;

$n_1 = E_n / E_c = E_1 / E_{OSB}$ - отношение модулей упругости материала пояса и

стенки;

$A_1 = A_1$ - площадь пояса; s - расстояние в сантиметрах между нагелями ($s, k = 0$ и $\gamma = 1$ - неподатливое соединение).

c - погонное сдвиговое усилие в соединении, кН/см [13].

l - пролет балки, см.

Момент сопротивления определяем по формуле

$$W_x = \frac{2J_x}{H} \quad (2)$$

Проверка прочности сечения по нормальным напряжениям:

Максимальное напряжение по сечению в сжатой зоне

$$\sigma_{r1} = \pm \frac{M}{J_x} \left(\gamma \cdot a_1 \cdot \frac{A_1}{A_{1n}} \pm \frac{h_n}{2} \cdot \frac{J_1}{J_{1n}} \right) \leq R_n \quad (3)$$

где M - максимальный изгибающий момент, кН* см;

A_1 - полная площадь поперечного сечения пояса, см²;

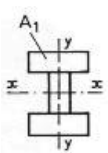
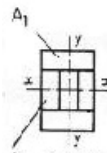
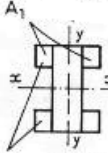
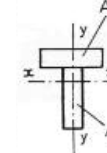
A_{1n} - площадь поясных брусков, см²;

J_1 - полный момент инерции пояса относительно центра тяжести составного сечения, см⁴;

J_{1n} - собственный момент инерции пояса относительно собственных осей, см⁴.

Таблица 1

Погонное сдвиговое усилие в соединении C , кН/см [13]

Ориентации осей	Вид соединения		Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4
						
x-x	Гвозди, шурупы	Простой сдвиг	6	6	9	6
		Двойной сдвиг	14	-	18	-
y-y	Гвозди, шурупы	Простой сдвиг	-	9	6	-
		Двойной сдвиг	-	18	14	-
x-x	Болты		150 для допустимой нагрузки до 16 кН			
y-y			225 для допустимой нагрузки от 16 кН до 30 кН			
			150 для допустимой нагрузки свыше 30 кН			

Максимальные нормальные напряжения в растянутой зоне (по оси, проходящей через центр тяжести растянутого пояса):

$$\sigma_{s1} = \frac{M}{J_x} \cdot \gamma \cdot a_1 \cdot \frac{A_1}{A_{II}} \leq R_p \quad (4)$$

где R_p - расчетное сопротивление растяжению древесины I (II) сорта, кН/см².

Проверка прочности составного сечения по максимальным касательным напряжениям:

$$\tau_{\max} = \frac{Q_{\max}}{J_x \cdot \delta} (\gamma \cdot S_1 + S_3) \leq R_{скл} \quad (5)$$

где $S_1 = a_1 \cdot A_1$ - статический момент пояса, см³

$S_3 = \frac{\delta \cdot H^2}{8}$ - статический момент стенки, см³

$R_{скл}$ - расчетное сопротивление сдвигу, кН/см² материала стенки.

Проверка прочности соединения пояса со стенкой на стальных нагелях из условия сопротивления сдвигу. Касательные напряжения в соединениях со стенкой обозначим

$$\tau = \frac{Q_{\max} \cdot \gamma \cdot S_1}{\delta \cdot J_x} \quad (6)$$

Исходя из формулы (6) сдвигающее усилие в соединении определим по формуле:

$$N_\tau = \tau \cdot \delta = \frac{Q_{\max} \cdot \gamma \cdot S_1}{J_x} \quad (7)$$

Шаг стальных нагелей определяем по формуле

$$s = \frac{n \cdot F}{N_\tau} \quad (8)$$

где F - несущая способность нагеля на сдвиг [11] (определен экспериментально для соединения деревянный брус и OSB), кН;

n - количество рядов нагелей (шурупов) (табл. 23 [9]).

Проверка деформативности составного двутаврового сечения

$$f_n = f_m + f_a \leq [f] \quad (9)$$

где f_n - полная деформация, см;

$f_m = \frac{5 M_H l^2}{48 E_1 J_x}$ - деформация балки двутаврового цельного сечения, см;

$f_a = \frac{M_H}{5 E_{ст} A_{ст}}$ - деформация балки с учетом податливости соединений

поясов со стенкой, см.

Приведенная методика для проектирования составной двутавровой балки со стенкой из OSB и с нагельными соединениями поясов со стенкой позволяет подобрать сечение либо проверить сечение составной балки с уче-

том разномодульности элементов балки и податливости нагельных соединений поясов со стенкой.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6.-161:2010 Дерев'яні конструкції. -К.: Мінрегіонбуд України, 2011.-106 с.
2. Балка складена. Патент № 42078 от 25.06.2009, бюл.№12, 2009.
3. Oriented Strand Board in Wood Frame Construction. Structural Board Association./ Representing the OSB Industry /U.S. Edition, 2005. 34 с
4. Smith I. Design Method for Connections in Engineered Wood Structures/ Ian Smith, Andi Asiz, Monica Snow/ Faculty of Forestry and Environmental Management University of New Brunswick, Frederictonh, 2006. 80 с
5. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования. М.: Стройиздат 1996.
6. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25-80) / ЦНИИСК им. Кучеренко. - М.: Стройиздат, 1986.
7. Конструкции из дерева и пластмасс. Учебник для вузов /Под редакцией проф. Карлсена Г.Г./ –М: Стройиздат,1986.-543 с.
8. Стоянов В.В. «Экспериментальные исследования двутавровых деревянных балок». Сб. научных трудов 5, Ч.1. – Одесса, 2005, стр. 208-213.
9. Синцов А.В. Исследование напряженно-деформированного состояния элементов составных балок /Сб. научных трудов «Актуальные проблемы архитектуры, строительства и энергосбережения» Вып. №3 Ч. I. – Симферополь:Таврия-2009, стр.153-160.
10. Синцов В.П. «О работе составной деревянной балки со стенкой из OSB»/Синцов В.П., Синцов А.В. Сб. научных трудов. «Строительные конструкции и техногенная безопасность». Вып.31.-Симферополь: Таврия. - 2010. стр.68-72.
11. Синцов В.П. «К вопросу о работе соединений деревянных брусков с листами OSB»/Синцов В.П., Синцов А.В. Сб. научных трудов «Современные строительные конструкции из металла и древесины». Том 3 (15). – Одесса, 2011, стр. 203-208.
12. EN 300. Плиты ориентированно-стружечные. Технические условия.
13. «Les poutres bois profilées a ame contreplaque» Conception. SÉRIE: TECHNIQUE GÉNÉRALE DE LA CONSTRUCTION 104. DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS. № 454 — Paris, 1987. P. 129-144.
14. Хрулев В.М., Мартынов К.Я., Лукачев СВ., Шутов Г.М. Деревянные конструкции и детали. М. Строительство, 1995. 384 с.
15. Сивец В. Доклад председателя Государственного агентства лесных ресурсов Украины на интернет-конференции на портале ЛІГА.net/ЛІГАБізнесІнформ/ Інформаційне агентство/ www.liga.net