

**УДК 624.011.0:624.078.42**

**К РАСЧЕТУ СОСТАВНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ  
ДВУТАВРОВЫХ БАЛОК СО СТЕНКОЙ ИЗ OSB И  
НАГЕЛЬНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ПОЯСОВ СО  
СТЕНКОЙ.**

**ассистент А.В. Синцов** (*Национальная академия природоохранного и курортного строительства*)

**CALCULATION OF WOOD COMPOSITE I-BEAMS WITH WALLS  
MADE OF OSB AND NAGELNYMI BELTS COMPOUNDS WITH  
THE WALL.**

**A.V. Sintsov** (*National Academy of Nature Protection and Health Resort Development*)

**Аннотация.** Рассмотрена методика расчета составных деревянных балок со стенкой из OSB и нагельными соединениями поясов со стенкой.

**Ключевые слова:** Плита OSB, деревянные бруски, стальные нагели, механические характеристики.

**Annotation:** The method of calculation of composite wood beams to the wall of the OSB and nagelnymi connections with the wall zone.

**Keywords:** Plate OSB, wood blocks, steel pins, the mechanical characteristics.

**Постановка задачи.**

Украина находится на 9 месте среди государств Европы (не считая Россию) по наличию лесных массивов и ежегодно Украина заготавливает 15 млн. кубометров древесины. Поэтому запас, который Украина имеет - это запас на 300 лет. Это при условии, если не будут высаживаться новые леса на месте срубленных деревьев, и не создаваться новые. Общая площадь земель лесного фонда равна 9.5 млн. га, что составляет 15,7% территории Украины [1]. На сегодняшний день в отдельных областях Украины активно развивается отрасль строительства - каркасное домостроение малоэтажных зданий с применением деревянных составных двутавровых балок и стоек.

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.

В зарубежной литературе [3, 4, 11, 12] приведены данные о механических характеристиках OSB-3 и ее соединениях. Однако при выполнении прочностных и деформативных 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].

#### **Цель работы:**

Разработать методику подбора и проверки составных деревянных балок со стенкой из OSB и нагельными соединениями поясов со стенкой.

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].

#### **Решение задачи.**

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.

Предлагаем использовать усовершенствованную методику расчета составных сечений с разномодульными элементами.

Поперечное сечение составной балки закомпоуем следующим образом (рис.1):

- полки из мелкогабаритных 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 определим следующим образом:

Момент инерции брутто приведенных поперечных сечений относительно нейтральной оси:

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

где  $E_{OSB}, E_1$  - модули упругости соответственно OSB и дерева,

кН/см<sup>2</sup>;

$A_i = 2 \cdot b \cdot h_n$  - площадь пояса, см<sup>2</sup>;

$n$  - количество поясов;

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

нагелями [13];

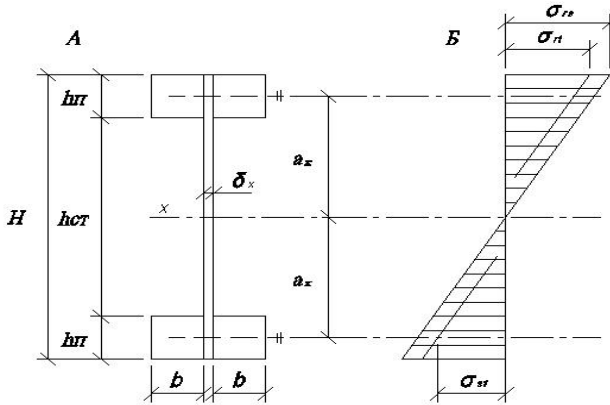


Рис.1. Данные к расчету. А- поперечное сечение составной двутавровой балки; Б- эпюра нормальных напряжений в поперечном сечении составной двутавровой балки.

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

где  $E_c = E_{OSB}$  - модуль упругости материала стенки кН/см<sup>2</sup>;

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

$A_i = A_i$  - площадь пояса;

$l'$  - расстояние в сантиметрах между нагелями ( $l', k=0$  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

$$\sigma_{r1} = \pm \frac{M}{J_x} \left( \gamma \cdot a_1 \cdot \frac{A_1}{A_{1n}} \pm \frac{h_n}{2} \cdot \frac{J_1}{J_{1n}} \right) \leq R_n \quad (4)$$

где  $M$  - максимальный изгибающий момент, кН\* см;

$A_1$  - полная площадь поперечного сечения пояса, см<sup>2</sup>;

$A_{1n}$  - площадь поясных брусков, см<sup>2</sup>;

$J_1$  - полный момент инерции пояса относительно центра тяжести составного сечения, см<sup>4</sup>;

$J_{1n}$  - собственный момент инерции пояса относительно собственных осей, см<sup>4</sup>.

Погонное сдвиговое усилие в соединении  $c$ , кН/см [13]. Таблица 1

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 ребру тяжести растянутого пояса):

$$\sigma_{s1} = \frac{M}{J_x} \cdot \gamma \cdot a_1 \cdot \frac{A_1}{A_{1n}} \leq R_p \quad (5)$$

где  $R_p$  - расчетное сопротивление растяжению древесины I (II) сорта, кН/см<sup>2</sup>.

Проверка прочности составного сечения по максимальным касательным напряжениям:

$$\tau_{\max} = \frac{Q_{\max}}{J_x \cdot \delta} (\gamma \cdot S_1 + S_3) \leq R_{скл} \quad (6)$$

где  $S_1 = a_1 \cdot A_1$  - статический момент пояса, см<sup>3</sup>

$S_3 = \frac{\delta \cdot H^2}{8}$  - статический момент стенки, см<sup>3</sup>

$R_{скл}$  - расчетное сопротивление сдвигу, кН/см<sup>2</sup> материала стенки.

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

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

Исходя из формулы (7) сдвигающее усилие в соединении определим по формуле:

$$N_\tau = \tau \cdot \delta = \frac{Q_{\max} \cdot \gamma \cdot S_1}{J_x} \quad (8)$$

Шаг стальных нагелей определяем по формуле

$$l' = \frac{n \cdot F}{N_\tau} \quad (9)$$

где  $F$  - несущая способность нагеля на сдвиг [11] (определен экспериментально для соединения деревянный брус и OSB), кН;  
 $n$  - количество рядов нагелей (болтов) (табл. 23 [9]).

Проверка деформативности составного двутаврового сечения

$$f_n = f_m + f_a \leq [f] \quad (10)$$

где  $f_n$  - полная деформация, см;

$$f_m = \frac{5 M_n l^2}{48 E_1 J_x} - \text{деформация балки двутаврового цельного}$$

сечения, см;

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

соединений поясов со стенкой, см.

### **Заключение**

Приведенная методика для расчета сечения составной двутавровой балки со стенкой из OSB и с нагельными соединениями поясов со стенкой позволяет подобрать сечение либо проверить сечение составной балки с учетом разномодульности элементов балки и податливости нагельных соединений поясов со стенкой.

### **ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Сивец В. Доклад председателя Государственного агентства лесных ресурсов Украины на интернет-конференции на портале ЛІГА.net/ЛІГАБізнесІнформ/ Інформаційне агентство/ www.liga.net
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 брусьев 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 profilees 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.