

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМУ РАСЧЕТУ СОСТАВНЫХ БАЛОК НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЛАСТИНАХ

Логина К.В., Миронов В.Г.

Нижегородский государственный архитектурно-
строительный университет (ННГАСУ),
Нижегород, Россия

В современном строительстве весьма перспективными конструкциями покрытия общественных и жилых зданий являются деревянные конструкции с соединениями на металлических зубчатых пластинах (МЗП). Составные балки из древесины представляют особый тип конструкций, которые качественно отличаются от балок, изготовленных из других строительных материалов. Их особенность заключается в том, что механические связи, соединяющие отдельные слои, являются податливыми, что вносит существенные сложности при расчете таких конструкций [1].

На кафедре конструкций из дерева, древесных композитов и пластмасс ННГАСУ были разработаны рекомендации по проектированию и изготовлению дощатых конструкций с соединениями на металлических зубчатых пластинах. Но до сегодняшнего дня не разработана точная методика расчета этого вида соединений, что ограничивает применение конструкций данного вида [2].

В 1932 г. В.С. Деревягиным были предложены и разработаны балки на пластинчатых нагелях (балки Деревягина). Это составные брусчатые балки, сплавляемые из двух или трех брусков при помощи пластинчатых нагелей из твердого дерева, обычно дуба. Расчет балок Деревягина заключается в определении размеров сечения, числа пластинок и величины строительного подъема [3]. Отталкиваясь от балок Деревягина можно подойти к расчету соединений на МЗП.

Расчет составной балки на податливых связях сводится к расчету балки цельного сечения с введением коэффициентов, учитывающих податливость связей.

Значение коэффициентов податливости k_W и k_{Σ} приводятся в СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции. Нормы проектирования» и на сегодняшний день они принимаются примерно.

Количество связей определяют расчетом на сдвигающие усилия.

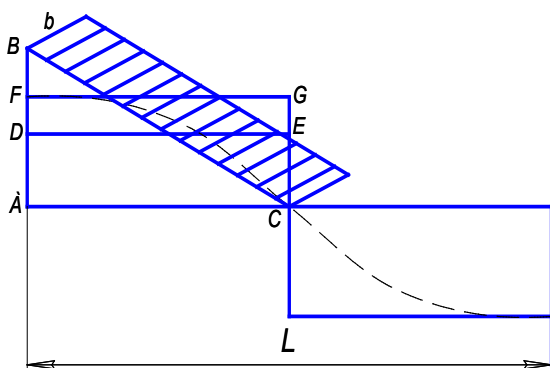


Рис.1 Эпюры сдвигающих усилий к определению количества связей в составной балке

Распределение сдвигающих усилий по длине аналогично распределению касательных напряжений и показано на рисунке 1 в виде прямой, проходящей под углом к горизонтالي. Усилия T (Н/м) на эпюре являются ординатами. Касательное напряжение в балке на участке от опоры до точки, геометрически равно площади треугольника ABC. А полное сдвигающее усилие равно объему данной фигуры.

В составной балке на податливых связях значение полного сдвигающего усилия $T_0^{1/2}$ остается постоянным. Однако из-за податливости связей изменится характер распределения сдвигающих усилий по длине балки. В результате сдвига брусков треугольная эпюра превратится в криволинейную, близкую к косинусоиду AFC (рис.1). Если связи размещать по длине балки равномерно, то каждая связь может воспринять сдвигающее усилие, равное ее несущей способности T_c , а все они должны воспринять полное сдвигающее усилие [4].

При решении дощатых конструкций с соединениями узлов на МЗП нужно провести исследования соединений при действии кратковременных и длительных нагрузок и разработать практический метод их расчета. Необходимо найти коэффициент m_g , учитывающий податливость данного соединения.

Список литературы

1. Слищкоухов Ю.В., Буданов В.Д., Гаппов М.М. и др. Конструкции из дерева и пластмасс учеб. Пособие / П Слищкоухов Ю.В. – М.: СТРОИИЗДАТ, 1986, 545 с. : ил.
2. Рекомендации по проектированию, изготовлению, транспортировке, монтажу и эксплуатации дощатых ферм с соединениями узлов на металлических зубчатых пластинах, ННГАСУ, каф.КДКП, 2010г.,
3. Электронный источник: <http://prostro.ru/>
4. Ржаницин А.Р., Составные стержни и пластинки учеб.пособие / Ржаницин А.Р.; –М.: СТРОИИЗДАТ, 1986, 317 с. : ил.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА СОСТАВНОЙ БАЛКИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЛАСТИНАХ

Логина К.В., Миронов В.Г.

Нижегородский государственный архитектурно-
строительный университет (ННГАСУ),
Нижегород, Россия

Был произведен предварительный расчет составной деревянной балки, состоящей из двух брусков, соединенных между собой с помощью механических податливых связей- металлических зубчатых пластин. Податливостью называется способность связей при деформировании элементов давать возможность соединяемым брускам сдвинуться относительно друг друга.

Податливость связей ухудшает работу составных элементов по сравнению с элементами цельного сечения. У составного элемента на податливых связях снижается прочность и увеличивается деформативность. Поэтому при расчете и проектировании таких элементов необходимо учитывать податливость связей.

В изгибаемых элементах составного сечения податливые связи препятствуют сдвигу отдельных соединяемых слоев относительно друг друга (рис.1).

Расчет составного элемента на податливых связях при поперечном изгибе сводится к расчету изгибаемого элемента цельного сечения с введением понижающих коэффициентов ($k_W < 1$) и ($k_{\Sigma} > 1$), учитывающих податливость связей.

Исходные данные:

Дана деревянная балка составного сечения, состоящая из двух брусков из древесины сосны 2 сорта, соединенных между собой металлическими зубчатыми пластинами (рис.1). Пролет балки $l=6$ м, $h=29.2$ см, на балку действует распределенная нагрузка $q=300$ кгс/м.

Задание:

Рассчитать балку, определить геометрические размеры поперечного сечения, определить площадь металлических зубчатых пластин.

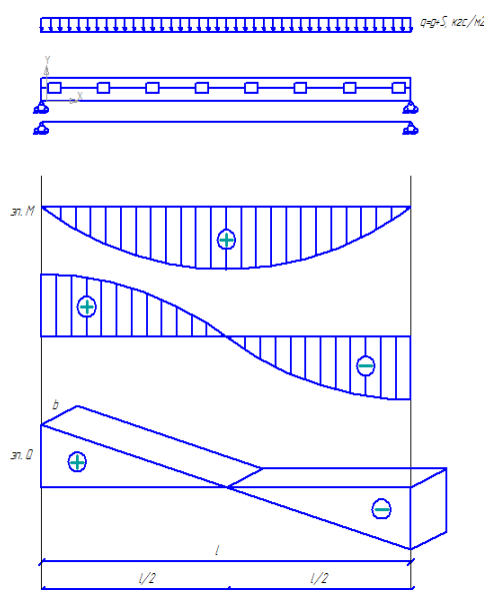


Рис.1 Поперечный изгиб деревянной составной балки на МЗП, пролетом $l=6$ м.

Из формулы расчета на прочность по скалыванию древесины находим величину касательных напряжений по п.6.10 [3].

$$\tau = \frac{Q S'_{\text{ср.}}}{I_{\text{ср.}} \cdot b_{\text{расч.}}} \leq R_{\text{ск.}} \text{ кгс/м}^2 \quad (1)$$

Где Q - расчетная поперечная сила, находится по формуле:

$$Q = \frac{q l}{2}, \text{ кгс} \quad (2)$$

$S'_{\text{ср.}}$ - статический момент брутто сдвигаемой части сечения относительно нейтральной оси для прямоугольного сечения:

$$S'_{\text{ср.}} = \frac{b h^2}{8}, \text{ м}^3 \quad (3)$$

$I_{\text{ср.}}$ момент инерции брутто поперечного сечения элемента относительно нейтральной оси:

$$I_{\text{ср.}} = \frac{b h^3}{12}, \text{ м}^4 \quad (4)$$

$b_{\text{рас.}}$ - расчетная ширина сечения элемента, м
 $R_{\text{ск.}}$ - расчетное сопротивление скалыванию при изгибе, МПа.

Исходя из формул 1-4, получаем:

$$\tau = \frac{q \cdot l \cdot b \cdot h^2 \cdot 12}{2 \cdot 8 \cdot b \cdot b \cdot h^3} = \frac{12}{16} \cdot \frac{q \cdot l}{h \cdot b}, \text{ кгс/м}^2$$

Вычисляем сдвигающее усилие на опоре по формуле:

$$T_{\text{оп.}} = \tau \cdot b, \text{ кгс} \quad (5)$$

$$T_{\text{оп.}} = \frac{12}{16} \cdot \frac{q l}{b h} \cdot b = 0.75 \frac{q l}{h}, \text{ кгс}$$

Находим суммарное сдвигающее усилие по формуле:

$$T_{\Sigma} = T_{\text{оп.}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{l}{2}, \text{ кгс} \quad (6)$$

$$T_{\Sigma} = 0.75 \frac{q l}{h} \cdot \frac{l}{4} = 0.1875 \frac{q l^2}{h}, \text{ кгс}$$

Подставляем все известные данные в формулу и получаем:

$$T_{\Sigma} = 0.1875 \frac{300 \cdot 10^{-2} \cdot 6^2 \cdot 10^4}{29.2} = 6934 \text{ кгс}$$

Находим расчетную площадь металлических зубчатых пластин на участке с однозначной эпюрой Q :

$$F_{\text{пл.}} = \frac{T_{\Sigma}}{R_{\text{пл.}} \cdot m_g} = \frac{6934}{10 \cdot 0.6} = 11557 \text{ см}^2 \quad (7)$$

Принимаем $b_{\text{пл.}}=14.2$ см, $l_{\text{пл.}}=81.4$ см, а коэффициент податливости m_g принимаем равный 0.6. Располагаем пластины с двух сторон: 4 пластины размером 142x200 мм. Учитывая, что коэффициент m_g взят из методики расчета узловых соединений, а в балках он может быть существенно меньше, условно принимаем его равным 0.5.

Принимаем $b_{\text{пл.}}=14.2$ см, $l_{\text{пл.}}=100$ см, а коэффициент податливости m_g для балки вычислим из формулы (7):

$$m_g = \frac{6934}{10 \cdot 1420} = 0.4883 \approx 0.5$$

Найдем высоту составной балки по формуле:

$$h = \sqrt{\frac{0.54 W_{\text{мр.}}}{b}}, \text{ см} \quad (8)$$

$$W_{\text{мр.}} = \frac{W_c}{k_W} = \frac{b h^2}{b \cdot 0.54} \quad (9)$$

$b=46$ мм

Втр.- момент сопротивления составной балки с учетом понижающего коэффициента k_W

$$W_{\text{мр.}} = \frac{M}{R_u}, \text{ м}^3 \quad (10)$$

Где M - изгибающий момент, вычисляемый по формуле:

$$M = \frac{q l^2}{8} = \frac{300 \cdot 6^2}{8} = 1350 \cdot 10^2 \text{ кг}\cdot\text{см} \quad (11)$$

Где $q=300$ кгс/с- нагрузка, действующая на балку,
 $l=6$ м- пролет балки,
 $R_{и}=130$ кгс/см² расчетное сопротивление изгибу
 древесины сосны 2 сорта,

Подставляем данные в формулу (10) и получаем:

$$W_{тр.} = \frac{1350 \cdot 10^2}{130} = 1039 \text{ см}^3$$

Находим высоту поперечного сечения составной балки

$$H = \sqrt{\frac{5.4 \cdot 1039}{4.6}} = \sqrt{1220} = 35 \text{ см.}$$

Выбираем 2 доски высотой 196 и 146 мм каждая (см. рис.1). Общая высота балки равна 342мм.

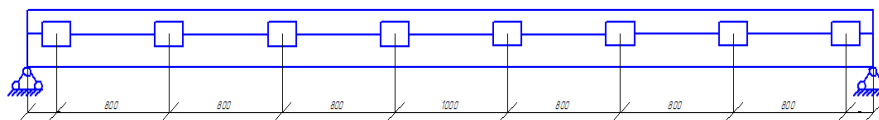


Рис. 2 Расстановка МЗП.

Список литературы

1. Слищкоухов Ю.В., Буданов В.Д., Гаппоев М.М. и др. Конструкции из дерева и пластмасс учеб. Пособие / П Слищкоухов Ю.В.– М.: СТРОЙИЗДАТ, 1986, 545 с. : ил.
2. Рекомендации по проектированию, изготовлению, транспортировке, монтажу и эксплуатации дощатых ферм с соединениями узлов на металлических зубчатых пластинах, ННГАСУ, каф.КДКП, 2010г.
3. СП 64.13330.2011 «Деревянные конструкции», актуализированная редакция СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции».

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ В ВЫСОТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Мархаюк А.К., Даняева Л.Н.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ),
 Нижний Новгород, Россия

Для возведения высотных зданий применяют различные виды материалов. В первую очередь это относится к прочности и деформативности, поскольку именно эти показатели определяют общую прочность конструкций здания и его устойчивость к различного рода внешним воздействиям.

Современные высотные здания возводят преимущественно из монолитного железобетона. Сборные железобетонные изделия находят ограниченное применение, главным образом в качестве составных элементов сборно-монолитных диафрагм жесткости или несъемной опалубки вертикальных и горизонтальных несущих конструктивных элементов.

Конструкции внутренних стен и колонн высотных зданий по способу технического решения мало отличаются от применяемых в зданиях высотой до 75 м. Наиболее существенное отличие заключается в увеличении сечений элементов каркаса как по требованиям несущей способности, так и по требованиям к пределу огнестойкости ограждающих конструкций.

Для повышения огнестойкости бетона, для которого характерно «взрывное» и «хрупкое» разрушение при высокотемпературном нагреве, в состав бетонной смеси вводят полимерный наполнитель. При нагреве полимерные волокна плавятся и искусственно создают поризацию цементного камня, которая в свою очередь обеспечивает возможность расширения водяных паров без отрыва поверхностных участков бетона [1].

Стальные конструкции высотных зданий представляют собой в большинстве случаев решетчатую систему, которую бетонируют после монтажа. Исключения из этого правила встречаются крайне ред-

ко, когда каркас здания выполняет не только несущие, но и архитектурно-композиционные функции. Наиболее ярким примером такого здания со стальными стволами является здание банка «HSBC» в Гонконге. Конструктивную систему здания образуют восемь стальных стволов, расположенных по четыре у торцов здания, и опирающиеся на них однопролетные двухконсольные фермы, к которым подвешены междупоэтажные перекрытия. (рисунок 1)

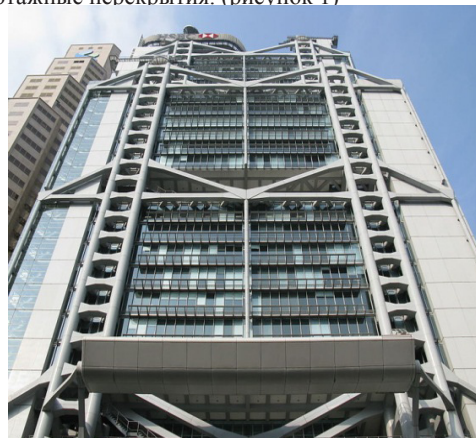


Рисунок 1 - Здание банка «HSBC» в Гонконге

Технические решения междупоэтажных перекрытий высотных зданий отличаются большим разнообразием и зависят от конструктивной системы несущего остова, этажности здания, его габаритных размеров в плане и действующих на перекрытия вертикальных и горизонтальных нагрузок.

Несмотря на достаточно высокие технико-экономические и эксплуатационные показатели монолитного железобетона, такие конструкции имеют достаточно большой собственный вес, что в ряде случаев приводит к дополнительному увеличению расхода материалов. В связи с этим получили распространение сталебетонные сборно-монолитные конструкции перекрытий. Они представляют собой систему несущих стальных балок, объединенных по верху монолитной железобетонной плитой. Для устройства плиты применяют несъемную опалубку из профилированного стального настила, который в замоноличенной конструкции выполняет функции внешнего армирования [2].