

$$T_1 = \frac{1}{\nu_1} = \frac{1}{2,42} = 0,4 \text{ с.}$$

Находим амплитуду и начальную фазу колебаний:

$$A_1 = \sqrt{q_{1,0}^2 + \frac{V_{1,0}^2}{k_1^2}} = \sqrt{0,08^2 + \frac{0,1^2}{15,18^2}} = \sqrt{0,0064 + \frac{0,01}{230,45}} = 0,08 \text{ i}$$

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{k_1 q_{1,0}}{V_{1,0}} = \frac{0,08 \cdot 15,18}{0,1} = 12,14$$

$$\alpha_1 = \text{arctg } 12,14 = 1,49 \text{ рад.}$$

Уравнение движения материальной точки M_1 имеет следующий вид:

$$q_1 = A_1 \sin(k_1 t + \alpha_1) = 0,08 \cdot \sin(15,18 t + 1,49).$$

Вывод: Колебание точки является гармоническим.

Литература

1. Динамические модели в инженерных задачах. Фомин В.М., Фомина И.П., Одесса, 2015.

УДК 624.012.45

УЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РАБОТЫ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ И РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

Сатаулов С.В. – гр.ЗПГС-606М.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Азизов Т.Н.,

Научный консультант – к.т.н., доц. Майстренко О.Ф.

Анализ исследований и постановка задачи. Известно, что расчет сборных плит перекрытий и покрытий при традиционном проектировании осуществляется как расчет балочных конструкций, работающих на поперечный изгиб. Расчет прочности нормальных сечений пустотных и ребристых плит производится по формулам норм [2, 3]. При этом принимается тавровое сечение с шириной полки, равной ширине плиты, и шириной ребра, равной сумме толщин

промежуточных и крайних ребер. Известно также, что в опорных зонах многопустотных плит перекрытий предусматривается арматура, способная воспринять 15% максимального пролетного момента. Это связано с тем, что в кирпичных и блочных зданиях опорные части плит заделываются в стены и работают по схеме частично защемленной балки. Однако, это не учитывается при проектировании. Исследования [1] показывают, что учет пространственной работы зачастую позволяет отказаться от усиления или значительно облегчить его.

В связи с вышесказанным **целью настоящей статьи** является изложение принципов учета пространственной работы железобетонных перекрытий при разработке проектов усиления.

Изложение основного материала. При обследовании железобетонных перекрытий достаточно часто встречаются случаи, когда целые участки перекрытия оказываются с отсутствующим замоноличиванием швов. При этом плиты в составе перекрытия могут иметь дефекты и повреждения, требующие усиления. Как правило, при этом проектировщики разрабатывают различные способы усиления таких плит для повышения их несущей способности. Однако, в таком случае можно отказаться от традиционного усиления и создать условия для пространственной работы перекрытия. При этом поврежденные плиты будут передавать часть нагрузки на соседние, в результате чего будет уменьшена нагрузка, действующая на них, и отпадет надобность их усиления.

С этой целью можно принять схему точечного объединения плит друг с другом. При этом возобновляется пространственная работа такого перекрытия. Основной задачей при этом является определение усилий в дискретно поставленных связях с целью определения несущей способности последних. Кроме того, после определения усилий в дискретных связях каждая плита рассчитывается как статически определимая балка с внешней нагрузкой и усилиями, приложенными на кромках плит в местах расположения связей.

Рассмотрим перекрытие, состоящее из n сборных плит (рис.1), соединенных между собой в середине их пролета (можно показать, что при любом расположении связей в пролете плит принцип расчета не изменится).

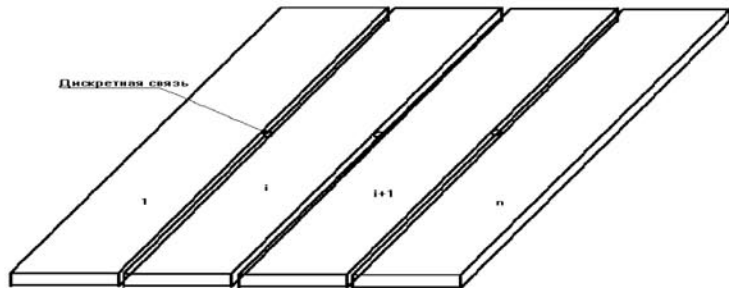


Рис. 1. Схема сборного перекрытия с плитами, объединенными дискретными связями в середине пролета

Для решения задачи рассечем связи и получим основную систему. В связях действуют неизвестные усилия X_k , положительное направление которых показано на рис. 2. Для определения неизвестных X_i имеются условия совместности деформаций в i -том сечении:

$$\Delta_{i,l} = \Delta_{i,r} + X_i \frac{l_{sv}}{\omega_{sv}}, \quad (1)$$

где $\Delta_{i,l}$, $\Delta_{i,r}$ – соответственно перемещения слева и справа от i -того сечения, вызванные внешними нагрузками и неизвестными усилиями; l_{sv} , ω_{sv} – соответственно длина стержневой связи и ее осевая жесткость.

Составляющие $\Delta_{i,l}$, $\Delta_{i,r}$ определяются с учетом направлений x_i (рис.2) выражениями:

$$\begin{aligned} \Delta_{i,l} &= -\Delta_{x_{i-1}} + \Delta_{q_i} + \Delta_{x_i} + \Delta_{x_{i-1}}^t + \Delta_{x_i}^t; \\ \Delta_{i,r} &= -\Delta_{x_i} + \Delta_{q_{i+1}} + \Delta_{x_{i+1}} - \Delta_{x_i}^t - \Delta_{x_{i-1}}^t, \end{aligned} \quad (2)$$

где Δ_{x_i} – перемещения в i -том сечении от изгиба силами x_i ; Δ_{q_i} – перемещения от изгиба внешней нагрузкой q_i ; $\Delta_{x_i}^t$ – перемещения от кручения силами x_i .

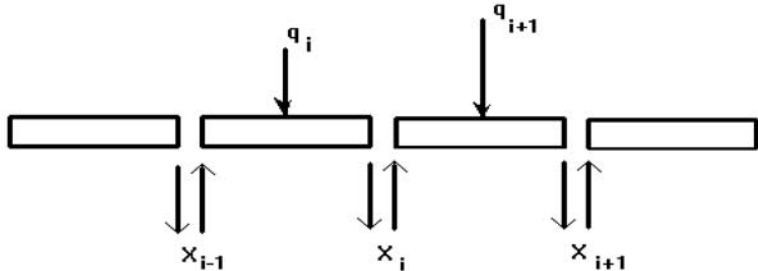


Рис.2. Схема действия усилий в связях сборного перекрытия

Определив по известным формулам сопротивления материалов составляющие формул (2) и подставив в (1), получим типовую строку системы уравнений для i -того сечения:

$$\left(\frac{a^2 l}{4G I_i} - \frac{l^3}{48 E I_i} \right) X_{i-1} + \left(\frac{l^3}{48 E I_i} + \frac{l^3}{48 E I_{i+1}} + \frac{a^2 l}{4G I_i} + \frac{a^2 l}{4G I_{i+1}} + \frac{l_{sv}}{\omega_{sv}} \right) X_i + \left(\frac{a^2 l}{4G I_{i+1}} - \frac{l^3}{48 E I_{i+1}} \right) X_{i+1} = \frac{5q_{i+1} l^4}{384 E I_{i+1}} - \frac{5q_i l^4}{384 E I_i}, \quad (3)$$

где a – половина ширины плиты; l – пролет плит; $E I_k$, $G I_k$ – соответственно изгибная и крутильная жесткости k -той плиты.

После определения неизвестных каждая плита рассматривается как статически определимая балка, нагруженная внешней нагрузкой и неизвестными усилиями в связях слева и справа.

Максимальный изгибающий момент в i -той плите при действии внешней нагрузки q_i и усилий в связях X_{i-1} , X_i определяются из выражения:

$$M_{\max} = \frac{q_i l^2}{8} + \frac{(X_{i-1} - X_i)^2}{8q_i} - \frac{(X_{i-1} - X_i)l}{4}, \quad (4)$$

Координата Z вдоль пролета, где действует M_{\max} , определяется из выражения:

$$Z_{M_{\max}} = \frac{l}{2} - \frac{X_{i-1} - X_i}{2q_i}. \quad (5)$$

При расположении связей не в середине пролета выражения для Δ_i будут иметь другой вид, но при этом также определяются по известным формулам сопротивления материалов, и принцип расчета не отличается от вышеприведенного. Аналогично из условия совместности перемещений определяются усилия в связях, когда последние расположены в нескольких местах по длине пролета.

К специфичности системы плит, объединенных связями вдали от опор, относится то, что в месте действия усилия в связи плита (или ребро плиты), как правило, не армирована поперечной арматурой и здесь должна быть обязательно проверена прочность на действие поперечной силы.

Расчеты по приведенной методике показывают, что объединение плит существенно уменьшает максимальный изгибающий момент в загруженной плите.

Выводы и перспективы исследований

В статье предложен принцип учета пространственной работы железобетонных перекрытий для возможности упрощения или полного отказа от их усиления. Приведена методика расчета перекрытия, плиты которого объединены дискретными связями в середине пролета, что позволяет передать часть нагрузки от поврежденной плиты к соседним.

В перспективе предполагается разработка методики расчета перекрытий с дискретными связями, объединяющими соседние плиты и расположенными в нескольких точках по длине пролета перекрытия, а также учет частичного защемления сборных плит в стены для уменьшения расчетных изгибающих моментов в них и дополнительного упрощения их усиления.

Литература

1. Азизов Т.Н. Теория пространственной работы перекрытий. – Киев: Науковий світ, 2001. – 276 с.
2. Вахненко П.Ф. Залізобетонні конструкції. – Київ: Урожай, 1995. – 364 с.
3. СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции. Введ. 01.01.86. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80 с.