

**ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ В МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТАХ ОТ УСАДКИ БЕТОНА**

д.т.н., проф. Молодченко Г.А., асс. Сироменко А.Н., асс. Кулаков А.Ю.  
Харьковская национальная академия городского хозяйства. г. Харьков

Проблема усадки бетона и связанное с ней трещинообразование в монолитных конструкциях приводит к снижению их жесткости, а в ряде случаев и к потере водонепроницаемости.

Задача усадки и ее последствий привлекает специалистов многих стран и в каждом конкретном случае решается с учетом подбора составов бетона, совершенствования технологии бетонирования и ухода при наборе прочности.

Ниже рассматривается задача оценки параметров трещинообразования (расстояния между трещинами  $l_{cr}$  и ширина раскрытия трещин  $a_{cr}$ ) и сопоставление их с результатами экспериментальных исследований.

Задача расчета распределения напряжений сдвига по контакту двух тел представляет практическую значимость, так как дает возможность оценить не только характер распределения напряженно-деформированного состояния в системе смещаемых друг относительно друга отдельных элементов, но и уровень возникающих при этом касательных напряжений по контакту взаимодействия. Будем рассматривать систему в зоне взаимодействия, представленную на рис. 1.

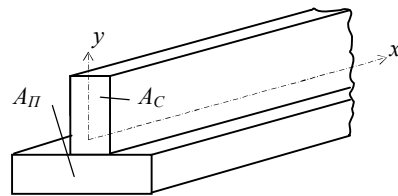


Рис. 1. Схема сопряжения элементов системы

Эта система в наибольшей степени отражает совместную работу плитной и стеновой частей консольного фундамента при монолитном его возведении для конкретного объекта.

Описываемая система состоит из двух стержней с площадью поперечного сечения  $A_П$  и  $A_C$ . При этом, под зоной взаимодействия стержней будем подразумевать концевые участки системы, на которых формируются касательные напряжения  $\tau$ . Остальные участки системы, где касательные напряжения отсутствуют, будем считать свободными.

Условия силового взаимодействия системы на выделенном двумя нормальными плоскостями элементарном участке  $dx$ , расположенном на расстоянии  $x$  от торца, принимаем по схеме, представленной на рис. 2.

Ось  $x$  направлена вдоль продольной оси системы. Рассматриваем вариант решения задачи силового взаимодействия при нелинейном законе сцепления в виде

$$\tau_x = U_x \cdot V, \tag{1}$$

$$U_x = k \cdot U; V = \sin^m(\pi x / l); \tag{2}$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности, кг/см<sup>3</sup>;  
 $m$  – опытный параметр.

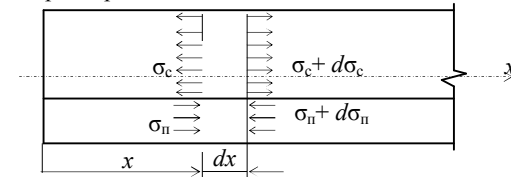


Рис. 2. Силовое взаимодействие двухслойной железобетонной системы при учете температурно-усадочных деформаций

Введем следующие обозначения:  $\frac{A_C}{2A_П} = \mu, \frac{E_C}{E_П} = n; \frac{A_C}{2b} = \frac{h}{2} = \eta$ .

Запишем условие равновесия стержней на выделенном участке

$$\mu \cdot d\sigma_C - d\sigma_П = 0 \tag{3}$$

и проинтегрируем

$$\mu \cdot \sigma_C - \sigma_П = C_0. \tag{4}$$

Условие равновесия стержня с учетом касательных напряжений будет иметь вид (рис. 3)

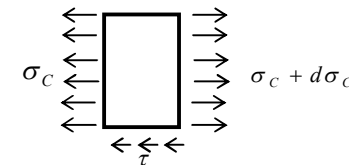


Рис. 3. К условию равновесия по формуле (5)

$$A_C d\sigma_C = 2b \cdot \tau_x dx \tag{5}$$

или:

$$\frac{d\sigma_C}{dx} = \tau_x \frac{2b}{A_C} \tag{6}$$

тогда:

$$\frac{d\sigma_C}{dx} = \frac{\tau_x}{\eta}. \tag{7}$$

Заменим в уравнении (7)  $\tau_x$  по условию (1)

$$\frac{d\sigma_C}{dx} = \frac{k \cdot U_x}{\eta} \cdot \sin^m\left(\frac{\pi x}{l}\right) \tag{8}$$

и продифференцируем по  $x$ , тогда

$$\frac{d^2\sigma_C}{dx^2} = \frac{k}{\eta} \left[ \frac{dU_x}{dx} \cdot \sin^m\left(\frac{\pi x}{l}\right) + U_x \frac{d}{dx} \sin^m\left(\frac{\pi x}{l}\right) \right], \tag{9}$$

где  $\frac{d}{dx} \cdot \sin^m\left(\frac{\pi x}{l}\right) = m \frac{\pi}{l} \cdot \sin^{m-1}\left(\frac{\pi x}{l}\right) \cdot \cos \frac{\pi x}{l}$ , (10)

а из (8)

$$U = \frac{d\sigma_c}{dx} \cdot \frac{\eta}{k \cdot \sin^m\left(\frac{\pi x}{l}\right)}. \quad (11)$$

Используя условие совместности деформации в виде  $\frac{dU}{dx} = \frac{\sigma_{II}}{E_{II}} + \frac{\sigma_C}{E_C}$  и

условие (4), получим:

$$\frac{dU}{dx} = \frac{\mu\sigma_c - C_0}{E_{II}} + \frac{\sigma_c}{E_C} = (1+n\mu) \cdot \frac{\sigma_c}{E_C} - \frac{C_0}{E_{II}}. \quad (12)$$

Подставив в уравнение (9) выражения (10), (11) и (12) и выполнив преобразования, получим разрешающее уравнение задачи в виде

$$\frac{d^2\sigma_c}{dx^2} - \frac{d\sigma_c}{dx} \cdot \frac{P}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi x}{l}\right)} - g\sigma_c \sin^m\left(\frac{\pi x}{l}\right) = -D \sin^m\left(\frac{\pi x}{l}\right); \quad (13)$$

где  $P = \frac{m\pi}{l}$ ;  $g = \frac{k}{\eta \cdot E_C} (1+n\mu)$ ;  $D = \frac{k}{\eta} \cdot \frac{C_0}{E_{II}}$ .

Решение уравнения (13) выполнено численно с использованием программы MAPLE 11.

Граничные условия задачи:

1.  $\sigma_c = 0$  при  $x = 0$  и  $x = l$ ;

2.  $C_0 = \frac{\varepsilon_{sl} \cdot E_C}{n}$ .

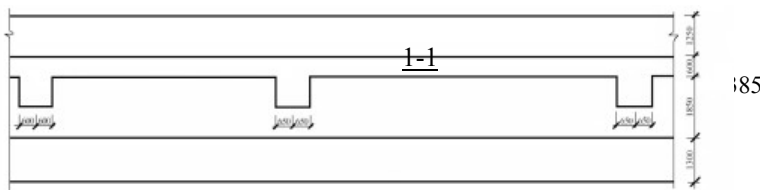
Параметр  $\varepsilon_{sl}$  представляет собой величину свободной усадки стержня или разность свободной усадки стержней (плиты и стенки).

Проанализируем полученное решение. Примем в качестве материала стержней бетон класса В 25 с нормированными физико-механическими характеристиками  $E_C = E_{II} = 3,00 \cdot 10^4$  МПа,  $R_{bt,n} = 1,05$  МПа;  $\eta = 60$  см.

Далее зададимся значениями:  $n = 1,0$ ;  $\mu = 0,23$ . Неопределенными остаются следующие параметры:  $m, l_{crc}, \varepsilon_{sl}, k$ .

Величину параметра  $m$ , назначим исходя из анализа представительных опытных данных ряда исследователей (Холмянский М.М., Фрайфельд С.Е., Золотов М.С., Мидлин, Оатул А.А. и др.) и примем в первом приближении  $m = 1,0$ .

Расстояние между торцами системы  $l_{crc}$  принимаем на основании статистического анализа процесса трещинообразования, выполненного в



процессе возведения фундаментов (рис. 4). Максимальное значение  $l_{crc}$  принято 3 м, а минимальное 1 м.

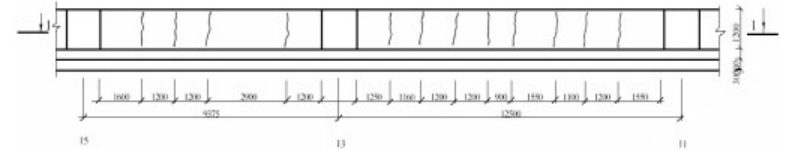


Рис. 4. Схема расположения трещин на поверхности стены

Учитывая сложность определения разности деформаций свободной усадки  $\varepsilon_{sl}$  между элементами, воспользуемся приведенным решением (13), приняв дополнительное условие, при котором растягивающие напряжения в плите достигают максимальных значений  $\sigma_c^{\max} = R_{bt,n}$ . Из полученного семейства аффиноподобных кривых в системе координат  $k - \sigma_c$  (рис. 5) получим для класса бетона В 25  $\varepsilon_{sl} = 0,000043$  и  $k = 2,5 \cdot 10^3$  МПа/см.

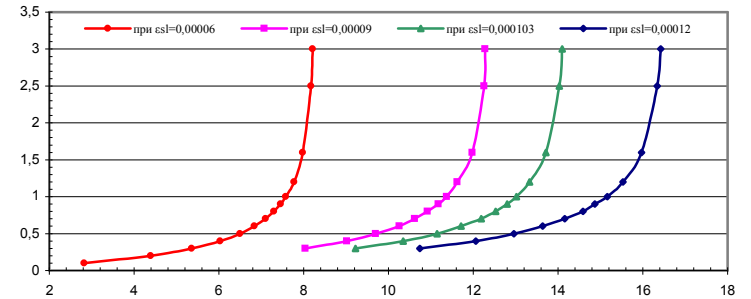


Рис. 5. Связь напряжений  $\sigma_c$  на свободном участке с коэффициентом пропорциональности  $k$

Используя полученные характеристики процесса построены графики изменения нормальных  $\sigma_c$  и касательных  $\tau_x$  напряжений по плоскостям сопряжения стенки и плиты (рис. 6).

Из рис. 6,а следует, что при максимальном расстоянии между трещинами  $l_{crc}^{\max} = 3,0$  м напряжения в бетоне достигают предельных значений близких к  $R_{bt}$ . Таким образом имеем такое предельное состояние, при котором могут образоваться новые трещины на рассматриваемой длине элемента. Так как процесс трещинообразования является стохастическим, то имеется вероятность появления одной или двух трещин. Во втором случае напряжение в бетоне существенно снижается (рис. 6,б), а это означает, что имеющееся расстояние между трещинами является минимальным, а новые трещины больше не появятся.

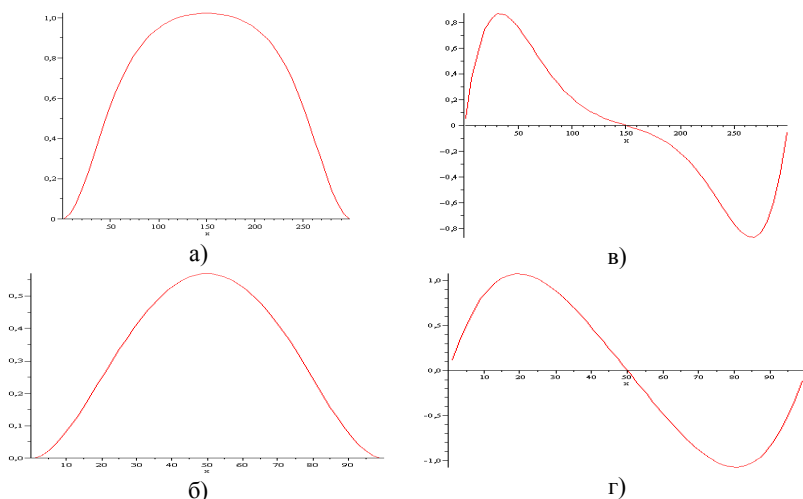


Рис. 6. Нормальные  $\sigma_c$  (а,б) и касательные  $\tau_x$  (в,г) напряжения по контакту стержневой системы

Аналогичный анализ можно сделать и по характеру и величине касательных напряжений, возникающих на контакте между двумя фундаментами.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Молодченко Г.А., Сироменко А.Н. Силовое взаимодействие трехслойной железобетонной системы при учете температурно-усадочных деформаций. // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Сер. «Технические науки и архитектура». Вып.69. – К.: Техника, 2006. – С 345-350.
2. Маслов Г.Н. Элементарные статические расчеты сооружений на температурные изменения. Известия НИИ гидротехники, т. XXVI, 1940. – С. 131-176.
3. Сироменко А.Н., Кулаков А.Ю. Экспериментальные исследования НДС плитных железобетонных элементов при температурно-усадочных воздействиях // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Сер. «Технические науки и архитектура». Вып.60. – К.: Техника, 2004. – С.65-75.

УДК 332.624

#### ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТЬЮ

к.е.н., доц. Молодченко Т.Г.

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

Реформирование жилищно-коммунального хозяйства характеризуется сегодня, прежде всего постепенными изменениями взаимоотношений между основными его субъектами, а именно органами власти, населением – потребителями жилищно-коммунальных услуг и предприятиями – поставщиками этих услуг.

Во времена Советского Союза основным субъектом правоотношений в сфере жилищно-коммунального хозяйства были государственные органы власти. За средства государства строилось практически все жилье, а так же финансировались его содержание и ремонт. На сегодняшний день ситуация существенно изменилась – появился институт собственников жилья (в частной собственности находится около 80% жилья), а так же бизнес-структуры которые действуют на рынке строительства и эксплуатации жилья [1].

Большой вклад в исследования проблем реформирования жилищно-коммунального хозяйства внесли такие ученые: В.Н. Бабаев, Н.О.Гура, Г.И. Онищук, В.П.Полуянов, В.Т.Семенов, В.И. Торкатюк, Л.Н. Шутенко, П.М.Аксенов [2,3].

Анализируя зарубежный опыт управления жилой недвижимостью, можно определить ту модель управления, которая будет приемлемой для Украины. Конечный результат можно охарактеризовать следующим образом:

- жилая недвижимость должна пребывать в надлежащем техническом состоянии, быть энергетически эффективной и составлять значительную часть национального благосостояния;
- граждане Украины должны быть в целом удовлетворены качеством своей жизни, в том числе комфортностью и безопасностью своих жилищных условий;
- хозяйственная деятельность по обеспечению населению комфортных условий проживания должна быть привлекательной, так как только при таких условиях рынок жилищно-коммунальных услуг будет действительно конкурентоспособным и сбалансированным относительно качества услуг и их стоимости.

После распада социалистического лагеря много стран восточной Европы оказались в подобной ситуации. Некоторые из них уже нашли свой путь, такие страны как Венгрия, Польша, Чехия, Латвия, Литва, Словакия еще не до конца избавились от всех блокирующих проблем жилого фонда, однако уже отработали необходимые механизмы действий. Другие страны, в том числе и Украина, еще находятся на стадии становления новой системы управления и содержания жилья.

Россия, оказавшись в одинаковых стартовых условиях, ориентировочно на два три года опережает Украину. Она уже имеет Жилищный кодекс, а так же активно отработывает механизмы управления жилым фондом, обязательность которого установлена этим кодексом. Российские подходы к формированию государственной политики, регулирования отношений совладения в многоквартирных домах, способов управления недвижимостью и определения управляющего, демонаполизации рынка управления и эксплуатации жилья, отказа от регулирования тарифов на эксплуатацию являются очень полезными для Украины.

В Германии в многоквартирных домах, где существуют отношения совладения, автоматически существует объединение совладельцев, однако в отличии от Украины, не в форме юридического лица. Таким образом, в кадастровой документации фиксируется факт наличия нескольких собственников дома. Правления у такого объединения может не быть вовсе, однако управление домом является обязательным, причем в большинстве случаев это