УДК 624.014.27

Л.И.СТОРОЖЕНКО, д-р техн. наук, В.Б.ВАСЮТА
Полтавский государственный технический университет им. Юрия Кондратюка

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ОБОЛОЧЕК И ЯДЕР

Экспериментально исследовали центрально сжатые трубобетонные элементы с оболочками из асбестоцементных, алюминиевых, стальных и пластмассовых труб. В качестве заполнителя применяли тяжелый бетон и легкие бетоны (газо-, керамзито- и шлакопемзобетон). В результате предлагается инженерная методика определения теоретических значений несущей способности центрально сжатых трубобетонных элементов с различными типами оболочек и ядер.

Известно, что описание напряженно-деформированного состояния конструкций, материал которых деформируется нелинейно, в общем случае встречает значительные математические трудности. Для элементов с косвенным армированием, в частности для трубобетонных элементов это обстоятельство усложняется тем, что бетон находится в объемном напряженном состоянии. В элементах с косвенным армированием, как и в любых других конструкциях, от начала загружения до разрушения имеют место несколько стадий напряженно-деформированного состояния, которые характеризуются различными значениями и характером деформаций и напряжений. В процессе эксплуатации центрально сжатых трубобетонных элементов могут возникать усилия, в которых конструкция работает в упругой или в пластической стадии. Исходя из этого, нами поставлена задача найти метод расчета, учитывающий напряженно-деформированное состояние центрально сжатых трубобетонных элементов с различными типами оболочек и ядер, с начала загружения до достижения предельного состояния по прочности с учетом пластических деформаций.

Исходя из вышесказанного остановимся на следующих предпосылках и ограничениях: рассматриваются короткие центрально сжатые трубобетонные элементы; внешняя поверхность оболочки свободна от действия нагрузки; оболочка и ядро работают совместно, что подтверждается экспериментально.

В работе [1] для определения несущей способности центрально сжатых трубобетонных элементов предлагается формула

$$N \le \sigma_в A_в + R_s A_s \ , \qquad (1)$$

где $\sigma_в$ – напряжения в бетоне в момент достижения элементом предельного состояния.

Суть расчета сводится к тому, чтобы определить значения $\sigma_в$ для трубобетонного элемента в предельном состоянии по прочности. В [1] приведена методика и соответствующие таблицы для определения $\sigma_в$ тяжелого бетона в зависимости от призменной прочности и коэффициента армирования стальной оболочки. Таким образом, можно вычислить напряжения в бетоне в предельном состоянии, после чего определить и несущую способность рассматриваемого трубобетонного элемента. Это довольно трудоемкий метод, занимающий много времени, поэтому воспользуемся более удобным инженерным методом определения несущей способности трубобетонных элементов по заданному поперечному сечению и прочностным характеристикам применяемых материалов оболочек и ядра.

Несущую способность предлагаем определять по формуле

$$N = \frac{R_s A_s}{1-\theta_в}, \qquad (2)$$

где $\theta_в$ – относительная доля усилия, воспринимаемого бетоном в трубобетонном элементе.

Относительную долю усилия, воспринимаемого бетоном, можно установить по формуле

$$\theta_в = 1 - \frac{1}{1+\mu n}, \qquad (3)$$

где $\mu = A_в / A_s$, $n = E_в / E_s$, $A_в$, A_s – площади поперечного сечения бетонного ядра и трубы соответственно; $E_в$, E_s – модули упругости бетона ядра и материала трубы-оболочки.

Из анализа выражения для определения $\theta_в$ в момент разрушения (3) следует, что $\theta_в$ зависит от модуля упругости бетона и геометрических характеристик поперечного сечения. Для определения $\theta_в$ в зависимости от материала оболочки построены графики. Таким образом, зная материал оболочки и ядра, а также призменную прочность бетона, по приведенным графикам можно определить относительную долю усилия, воспринимаемого бетоном $\theta_в$. Затем по (2) находим несущую способность рассматриваемого трубобетонного элемента.

Результаты сравнения теоретических значений несущей способности с экспериментальными показывают близость их значений.

1.Стороженко Л. И. Объемное напряженно-деформированное состояние железобе-

тона с косвенным армированием: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 1985. – 24с.

Получено 18.01.2002

УДК 539.3

Л.С.АНДРІЄВСЬКА, канд. техн. наук
Харківська державна академія міського господарства
І.О.МОРАЧКОВСЬКА, канд. техн. наук
Національний технічний університет "ХПІ", м.Харків

МЕТОДИКА РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ЗАДАЧ ЗГИНУ ПОЛОГИХ ОБОЛОНОК ІЗ СКЛАДНИМ ПЛАНОМ

Розглядається методика розрахунку гнучких пологих оболонок на базі розв'язання варіаційно-структурним методом (RFM) послідовностей варіаційних рівностей для поданих у роботі функціоналів.

Рівняння оболонок геометрично нелінійної теорії пологих оболонок є нелінійними завдяки фізичній та геометричної нелінійності базових рівнянь [1-3]. У роботі [2] розглянута лінеаризація цих рівнянь за схемою методу Ньютона – Канторовича (МНК). Після лінеаризації за схемою МНК система рівнянь набуває вигляду

$$\nabla^2\left(D_1^n\nabla^2 w_{n+1} - S_2^n\nabla^2\varphi_{n+1}\right) - \Delta_k\varphi_{n+1} - L\left(D_2^n, w_{n+1}\right) -$$
$$- L\left(S_2^n,\varphi_{n+1}\right) - L\left(w_n,\varphi_{n+1}\right) - L\left(\varphi_n, w_{n+1}\right) = q + L\left(w_n,\varphi_n\right), \qquad (1)$$
$$\nabla^2\left(S_2^n\nabla^2 w_{n+1} + H_1^n\nabla^2\varphi_{n+1}\right) + \Delta_k w_{n+1} + L\left(S_1^n, w_{n+1}\right) -$$
$$- L\left(H_2^n,\varphi_{n+1}\right) + L\left(w_n, w_{n+1}\right) + \tfrac{1}{2}L\left(w_n,\varphi_n\right) = 0.$$

У рівняннях (1) складові $L(D_2,w)$, $L(S_2,\varphi)$, $L(S_1,w)$, $L(H_2,\varphi)$ враховують суттєву неоднорідність змінних властивостей оболонки при пружно–пластичному деформуванні. Для їхнього розв'язання за методом змінних параметрів пружності (МЗПП) коефіцієнти D_1, D_2, S_1, S_2, H_1, H_2 у цих рівняннях повинні послідовно перераховуватися, починаючи з початкового розв'язання задачі пружного деформування оболонки. Вихідна задача є зазвичай нелінійною за рахунок існування в рівняннях складових $L(\varphi,w)$ та $\frac{1}{2}L(\varphi,w)$. До системи (1) необхідно додати відповідні крайові умови.

Лінійна система (1) є еквівалентною за енергетичною мірою наступній послідовності варіаційних рівностей $(n = 0,1,2,\ldots)$: