

$$M = \frac{f_M \times b d^2}{6} = \frac{65,9 \times 30 \times 42^2}{6} \times 10^{-3} = 581,25 \text{ кНм.}$$

Таким чином, матеріали статті дозволяють звести розрахунок залізобетонних згинальних елементів з урахуванням нелінійного деформування матеріалів до методу класичного опору матеріалів з використанням пружного моменту опору робочого перерізу бетону W_c і розрахункового опору залізобетону на згин f_M .

На нашу думку, доцільно ввести в нормативно-методичні документи з розрахунку залізобетонних конструкцій нормовані значення розрахункового опору не тільки бетону та арматури, а й залізобетону за різних видів деформування елементів. Це сприятиме значному спрощенню розрахунків на міцність залізобетонних елементів.

1.ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.

2.Кочкарёв Д.В., Бабич В.И. К вопросу гипотезы плоских сечений в расчетах железобетонных элементов // Бетон и железобетон в Украине. – 2010. – № 4. – С.15-18.

3.Кочкарёв Д.В., Бабич В.И. Деформации та нагрузки у бетона бетонных і залізобетонных елементів за осьового стиску// Комунальне господарство міст: Наук.-техн. зб. Вип.99. – Харків: ХНАМГ, 2011. – С.435-442.

Отримано 05.12.2011

УДК 624.074 : [624.012.4+624.014.2]

Л.І.СТОРОЖЕНКО, д-р техн. наук, Т.П.КУЧ

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

РОЗРАХУНОК СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ З АРМУВАННЯМ ТРУБАМИ ЗГІДНО З ДБН В.2.6-98:2009

Наведено методику розрахунку міцності поперечних перерізів сталезалізобетонних конструкцій з армуванням трубами з використанням діючих нормативних документів.

Приведена методика расчета прочности поперечных сечений сталежелезобетонных конструкций с армированием трубами с использованием действующих нормативных документов.

The article describes method of calculation of the strength of cross sections of composite steel and reinforced concrete structures with reinforcing pipes using the current regulatory documents.

Ключові слова: напружено-деформований стан, несуча здатність, труби, сталезалізобетонні конструкції.

Розвиток будівельних конструкцій характеризується пошуком нових видів сполучень сталі та бетону для їх раціональної спільної роботи, а також для досягнення більш високих техніко-економічних показників будівель і споруд за рахунок використання переваг кожного з компонен-

тів комплексних конструкцій при одночасному усуненні їх недоліків. Це дуже перспективний напрям, який забезпечує економію матеріалів, енерго- і працевитрат. Усім цим вимогам відповідають комплексні сталезалізобетонні конструкції, які містять у своєму складі прокатні профілі, стрижневу арматуру і бетон [1]. Таким чином, сталезалізобетонні конструкції потребують інтенсивного вивчення та дослідження, що дасть змогу подальшого їх впровадження в сучасне будівництво.

Дослідження сталезалізобетонних конструкцій набуває все більшої актуальності не тільки у світі, але й в Україні. Проводяться різноманітні експериментальні дослідження несучої здатності, деформативності та характеру руйнування конструкцій [2].

Вивчення та розробка нових конструктивних форм сталезалізобетонних конструкцій вимагає не тільки проведення експериментальних досліджень, але й розробки сучасних методів їх розрахунку.

Мета статті – розробка методики визначення несучої здатності та особливостей напружено-деформованого стану досліджуваних конструкцій з використанням діючих нормативних документів.

Особливістю роботи сталезалізобетонних балок з армуванням трубами (рис.1) є те, що завдяки анкерним засобам та сталевим трубкам 3 сталева труба 2 працює сумісно із залізобетонною плитою 1. Таке поєднання сталі та бетону забезпечує сприятливі умови їх раціональної спільної роботи в комплексному сполученні, при якому досягається вигідне використання двох типів матеріалів.

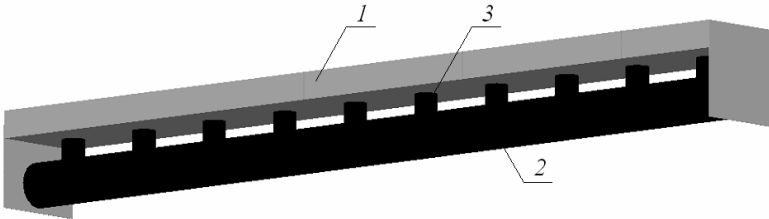


Рис.1 – Сталезалізобетонна балка з армуванням трубою

Для розрахунку несучої здатності сталезалізобетонних балок з армуванням трубами доцільно використовувати передумови, наведені в [3, 4]. Зокрема такими передумовами є те, що зв'язок між напруженнями та деформаціями стиснутого бетону та арматури приймається у вигляді діаграм, які наведені в ДБН В.2.6-98 [3].

Критеріями втрати несучої здатності є:

– втрата рівноваги між внутрішніми та зовнішніми зусиллями, тобто досягнення максимуму на діаграмах “момент - прогин”;

– руйнування стиснутого бетону в полиці сталезалізобетонної балки з армуванням трубами при досягненні деформаціями граничних значень або розрив розтягнутої зони конструкції внаслідок досягнення в них граничних деформацій.

Відповідно до прийнятих передумов, можливо використовувати формули для визначення напружено-деформованого стану довільного моносиметричного перерізу. Такий випадок описується системою рівнянь [3]:

$$F(\kappa, \varepsilon_{c(1)}) - N = 0; \quad (1)$$

$$\Phi(\kappa, \varepsilon_{c(1)}) - M = 0, \quad (2)$$

де $\kappa = \frac{1}{\rho} = \frac{(\varepsilon_{c(1)} - \varepsilon_{c(2)})}{h}$ – кривизна вигнутої осі в перерізі; $\varepsilon_{c(1)}$ –

деформації бетону стиснутої фібри, $\varepsilon_{c(1)} = 200 \cdot 10^{-5}$; $\varepsilon_{c(2)}$ – осереднені деформації розтягнутої фібри бетону, $\varepsilon_{c(2)} = 20 \cdot 10^{-5}$; N і M – значення зовнішньої нормальної сили і згинального моменту відповідно.

У загальному вигляді функції $F(\kappa, \varepsilon_{c(1)})$ і $\Phi(\kappa, \varepsilon_{c(1)})$ для довільного моносиметричного перерізу записуються:

$$F(\kappa, \varepsilon_{c(1)}) = \int_{F_c} \sigma_c(x) dF_c + \sum_{i=1}^n \sigma_{si} A_{si}; \quad (3)$$

$$\Phi(\kappa, \varepsilon_{c(1)}) = \int_{F_c} \sigma_c(x) x dF_c + \sum_{i=1}^n \sigma_{si} A_{si} (x_1 - z_{si}), \quad (4)$$

де x_1 – висота стиснутої зони; z_{si} – відстань i -го стрижня або прошарку арматури від найбільш стиснутої грані перерізу.

Для адаптації наведених формул для розрахунку сталезалізобетонної балки з армуванням трубами, необхідно виконати інтегрування і підставити границі інтегрування, після чого одержимо систему нелінійних алгебраїчних рівнянь з відповідними невідомими.

У загальному випадку можлива реалізація чотирьох випадків напружено-деформованого стану сталезалізобетонного перерізу (рис.2).

Перший випадок напружено-деформованого стану – весь переріз стиснуто, нейтральна вісь поза межами перерізу. Другий випадок – нейтральна вісь у межах перерізу, у нижній полиці. Перші два випадки можливі тільки для позацентрово-стиснутих елементів, що в даному випадку не розглядаються. Третій – нейтральна вісь у межах стінки, об-

ласть існування – $h - h_{ef} > x_1 > h_{eff}$. Четвертий випадок – нейтральна вісь знаходиться в межах верхньої полиці, область існування – $x_1 < h_{eff}$.

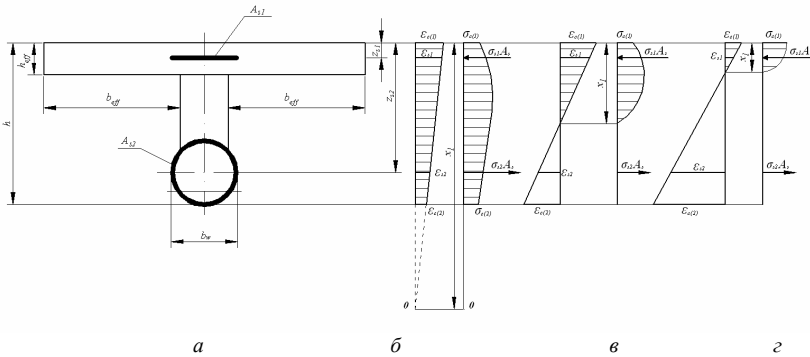


Рис.2 – Оцінка напружено-деформованого стану заданого перерізу:

a – поперечний переріз; *б* – епюри деформацій і напружень при 1-й формі рівноваги; *в* – епюри деформацій і напружень при 3-й формі рівноваги; *г* – епюри деформацій і напружень при 4-й формі рівноваги.

У даному випадку будуть розглядатися лише третя і четверта форма рівноваги для відповідних серій сталезалізобетонних згинальних елементів з армуванням трубами.

Відповідно до прийнятих передумов при використанні діаграми деформування бетону за ДБН 2.6-98 для даного перерізу після заміни змінних інтегрування, функція $\Phi(\mathbf{x}, \varepsilon_{c(1)})$ набуває вигляду:

- для третьої форми рівноваги

$$\frac{f_{cd}}{\mathbf{x}^2} \left[b_w \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} \left(\frac{\varepsilon_{c(1)}}{\varepsilon_{c1}} \right)^{k+2} + 2b_{eff1} \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} \left(\frac{\varepsilon_{c(1)}^{k+2} - \varepsilon_{eff,(2)}^{k+2}}{\varepsilon_{c1}^{k+2}} \right) \right] +$$

$$+ \sum_{i=1}^n A_{si} \sigma_{si} \frac{\varepsilon_{c(1)} - \mathbf{x} z_{si}}{\mathbf{x}} - M = 0 \quad (5)$$

- для четвертої форми рівноваги

$$\frac{f_{cd}}{\mathbf{x}^2} \left[(b_w + b_{eff1}) \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} \left(\frac{\varepsilon_{c(1)}}{\varepsilon_{c1}} \right)^{k+2} \right] + \sum_{i=1}^n A_{si} \sigma_{si} \frac{\varepsilon_{c(1)} - \mathbf{x} z_{si}}{\mathbf{x}} - M = 0 \quad (6)$$

Тут $f_{cd} = a_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ – розрахункове значення міцності бетону на стиск, де $\gamma_c = 1,3(I \text{ ГС}), \gamma_c = 1,0(II \text{ ГС})$, – коефіцієнт надійності для бетону;

$$M_3 = 39,24 \text{ кНм.}$$

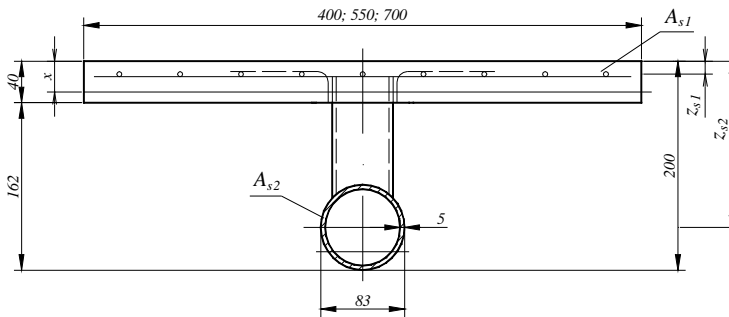


Рис.4 – Розрахункова схема сталезалізобетонної балки з армуванням трубами серій Б-2-1, Б-2-2, Б-2-3

Для сталезалізобетонних плит з армуванням трубами серій Б-3-1, Б-3-2, Б-3-3 (рис.5) проводимо розрахунок за формулою (6) для четвертої форми рівноваги: $M_1 = 44,39 \text{ кНм}$; $M_2 = 44,48 \text{ кНм}$; $M_3 = 44,57 \text{ кНм}$.

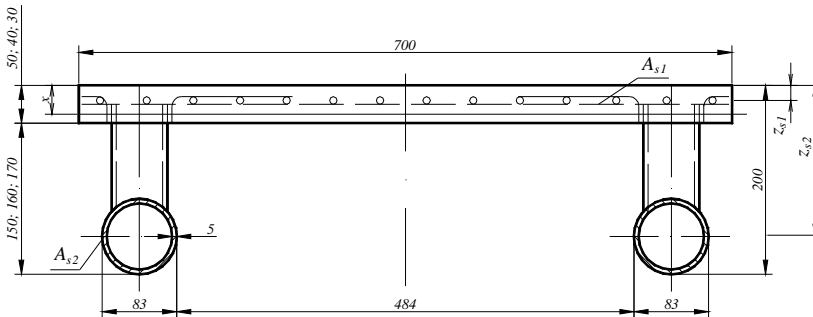


Рис.5 – Розрахункова схема сталезалізобетонної плити з армуванням трубами серій Б-3-1, Б-3-2, Б-3-3

Для зручності аналізу та порівняння, результати розрахунку параметрів напружено-деформованого стану для всіх сталезалізобетонних балок та плит з армуванням трубами наведено в таблиці.

Таким чином, у даній роботі представлена методика розрахунку несучої здатності сталезалізобетонних конструкцій з армуванням трубами з використанням діючих нормативних документів, зокрема ДБН В.2.6-98:2009. Наведені порівняння результатів розрахунку та ек-

спериментальних досліджень показують, що теоретичні значення відрізняються від експериментальних у межах від 4,5 до 12,6%. Значення найменших відхилень (4,5-5,6%) спостерігались в сталезалізобетонних плитах серій Б-3-1 і Б-3-2. Найбільші відхилення (11,8-12,7%) спостерігались в сталезалізобетонних конструкціях серій Б-2-2 та Б-3-3.

Порівняння значень несучої здатності дослідних зразків (M , кНм), визначених різними методами

Сталезалізобетонні конструкції з армуванням трубами			
№ зразка	методика ДБН	експериментальні дослідження	відхилення, %
Б-1	24,34	26,6	8,5
Б-2-1	24,94	27,6	9,6
Б-2-2	32,09	36,4	11,8
Б-2-3	39,24	41,6	5,6
Б-3-1	44,39	46,5	4,5
Б-3-2	44,48	47,2	5,6
Б-3-3	44,57	51,1	12,7

1.Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні конструкції / Л.І. Стороженко, О.В. Семко. – Полтава, 2001. – 55 с.

2.Сколибод О.В. Експериментальні дослідження похилих перерізів сталезалізобетонних балок із зовнішнім листовим армуванням / О.В. Сколибод // Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація: Зб. наук. ст. Вип.6. – Кривий Ріг: КТУ, 2004. – С.55-64.

3.ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – С.44-45.

4.ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – С.32-35.

5.Стороженко Л.І. Експериментальні дослідження сталезалізобетонних балок з армуванням трубами / Л.І. Стороженко, О.В. Нижник, Т.П. Куч // Зб. наук. праць ДДНДІ ім. М.П. Шульгіна. Вип.11. – К., 2009. – С.331-335.

Отримано 05.03.2012

УДК 624.138.22

Ю.Л.ВИННИКОВ, д-р техн. наук, Р.М.ЛОПАН, А.В.САМАНДРОС
Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ УКОЧЕНИХ РОЗКРИВНИХ ПІСКІВ З ДАНИМИ БУДІВЕЛЬНИХ НОРМ

Порівнюються величини характеристик міцності ущільнених розкривних пісків пошук з аналогічними показниками пісків четвертинних відкладів за довідковими таблицями Додатку В ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд.