

4. Атанасов В. Політика житлового будівництва в пострадянській Україні / В. Атанасов // Спільне: журнал соціальної критики. – 2010. – № 2. – С. 66-70.
5. Гусаков А.А. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь / А.А. Гусаков. – М.: Стройиздат, 1999. – 432 с.
6. Маклакова Т.Г. Проблемы становления высотного строительства в России / Т.Г. Маклакова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stroyka.spb.ru>.
7. Шутенко Л.Н. Технологические основы формирования и оптимизации жизненного цикла городского жилого фонда (теория, практика, перспективы) / Л.Н. Шутенко. – Харків: Майдан, 2002. – 1058 с.

УДК 624.072.33

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ОБЛАСТІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ СТАЛЕБЕТОННОЇ БАЛКИ**

*к.т.н., доцент Ватуля Г.Л., інженер Бєліков Е.А.*

*Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з науковими і практичними завданнями.** При розробці ефективного алгоритму визначення області оптимальних геометричних розмірів сталобетонної балки прямокутного перерізу, необхідно враховувати можливі ресурси матеріалів, з яких виготовлено конструкцію [1,2].

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Протягом останніх років наряду із значними експериментальні дослідженнями сталобетонних та трубобетонних конструкцій, що виконані під керівництвом професорів Е.Д.Чихладзе та Л.І.Стороженко, велика увага приділяється раціоналізації перерізів таких конструкцій, що дозволяє значно покращити показники їх матеріалоемності, вартості та трудомісткості [3,4].

**Формулювання цілей статті.** Мета досліджень полягає в розробці математичної моделі аналізу несучої здатності сталобетонної балки за допомогою методу приведенного перерізу та графічного визначення області оптимальних геометричних характеристик з урахуванням властивостей матеріалів (бетон та сталь).

**Основний матеріал досліджень.** Розглянемо сталобетонну балку прямокутного перерізу. Її розрахунок будемо проводити згідно методу приведенного перерізу, який дозволяє розраховувати конструкції з різних матеріалів за допустимими напруженнями:

Знайдемо площу поперечного перерізу приведенного до бетону за формулою:

$$A_{b'} = A_b + \eta_b \cdot A_s \quad (1)$$

Площу поперечного перерізу приведенного до сталі визначаємо згідно формули:

$$A_s' = A_s + \eta_s \cdot A_b, \quad (2)$$

де  $\eta_s$ ,  $\eta_b$  - коефіцієнти, що визначають співвідношення модулів пружності матеріалів (сталі та бетону) приведенного перерізу, який визначається згідно формул

для приведенного бетонного та сталю перерізів відповідно:

$$\eta_b = \frac{E_s}{E_b}, \quad \eta_s = \frac{E_b}{E_s} \quad (3)$$

Розглянемо характер зміни площі початкового бетонного перерізу (рис. 1) в залежності від зміни його геометричних розмірів:

$$A_b = (h - 2\delta) \cdot (b - 2\delta), \quad (4)$$

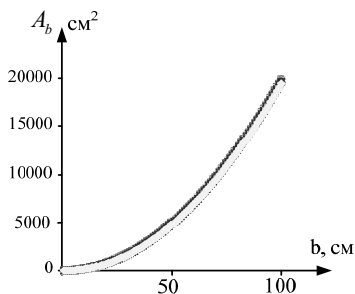


Рис.1. Зміна початкової площі бетону

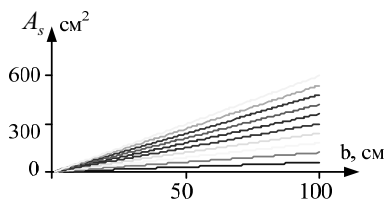


Рис.2. Зміна початкової площі сталі

де  $h, \delta, b$  – геометричні характеристики початкового поперечного перерізу,  $\text{см}$ :  $\delta = (0.1 \div 1.0)$ ,  $h = 2 \cdot b$ ,  $b = (1 \div 100)$ .

Визначимо площу приведенного бетонного перерізу (1) при класі бетону В20, В30, В40:

$$A_b'(\delta, b) = A_b(\delta, b) + \eta_b \times A_s(\delta, b), \quad (5)$$

Розглянемо характер зміни площі початкового сталю перерізу (рис. 2) в залежності від зміни його геометричних розмірів:

$$A_s(\delta, b) = h \cdot b - A_b(\delta, b), \quad (6)$$

Обчислюємо площу приведенного сталю перерізу (2):

$$A_s'(\delta, b) = A_s(\delta, b) + \eta_s \times A_b(\delta, b), \quad (7)$$

Порівняльні графіки приведенної площі бетонного та сталю перерізів в залежності від класу бетону та товщини обидва наведені на рисунках 3 та 4.

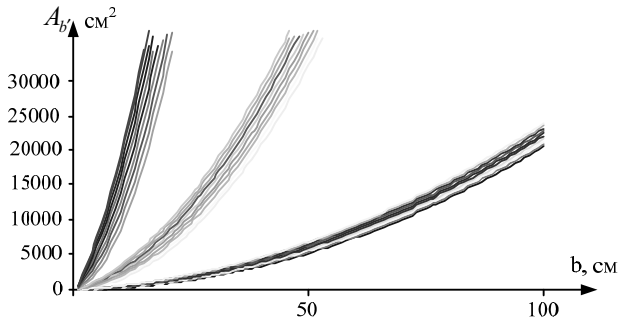


Рис.3. Значення приведеної площі бетонного перерізу, в залежності від класу бетону та товщини об'єми.

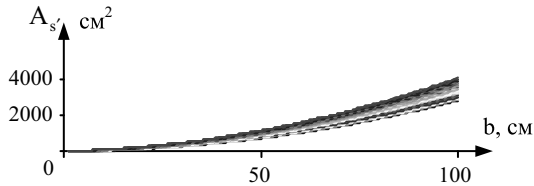


Рис.4. Значення приведеної площі сталюого перерізу.

Приведений модуль пружності бетонного перерізу дорівнює:

$$\frac{E_b}{A_b} + \frac{E_s}{A_s} = \frac{E_{b'}}{A_{b'}}, \quad (8)$$

$$E_{b'} = A_{b'} \times \left[ \left( \frac{E_b}{A_b} + \frac{E_s}{A_s} \right) \right], \quad (9)$$

Приведений модуль пружності сталюого перерізу:

$$\frac{E_b}{A_b} + \frac{E_s}{A_s} = \frac{E_{s'}}{A_{s'}}, \quad (10)$$

$$E_{s'} = A_{s'} \times \left[ \left( \frac{E_b}{A_b} + \frac{E_s}{A_s} \right) \right], \quad (11)$$

Визначимо приведенний момент інерції бетонного та сталюого перерізів:

$$I_{b'} = I_b + \eta_b \times I_s, \quad (12)$$

$$I_{s'} = I_s + \eta_s \times I_b, \quad (13)$$

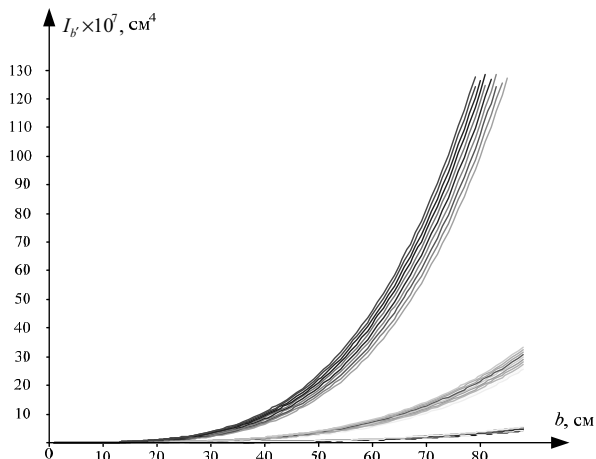


Рис.5. Значення приведенного моменту інерції бетонного перерізу

де:  $I_b = \frac{[(b - 2\delta) \times (h - 2\delta)]^3}{12}$ ,

$$I_s = \left[ \left( \frac{h - \delta}{2} \cdot b \cdot 2\delta \right) \right] \text{ чи } I_s = \frac{(bh^3)}{12} - \left[ \frac{(b - 2\delta) \times (h - 2\delta)^3}{12} \right] \quad (14).$$

На рисунках 5 та 6 наведено порівняльні графіки приведенного моменту інерції бетонного та сталюого перерізів в залежності від класу бетону та товщини обійми.

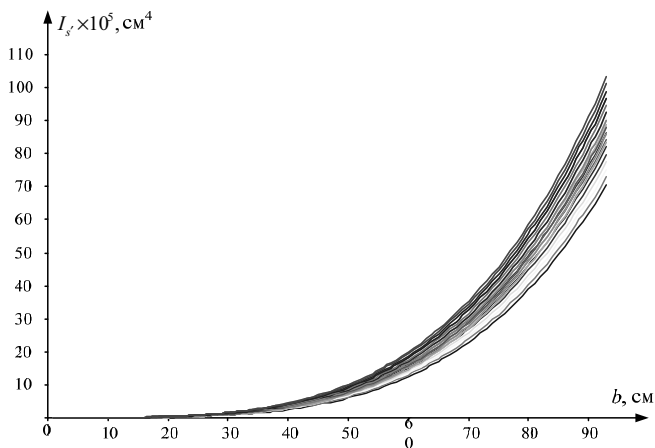


Рис.6. Значення приведенного моменту інерції сталюого перерізу

**Висновки.** Отримано області оптимальних геометричних характеристик для сталобетонної балки прямокутного поперечного перерізу з бетонами класу В20, В30, В40 та різною товщиною обойми.

### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Чихладзе Е.Д., Черненко М.Г. Спрощена діаграма граничних станів сталобетонного елемента в задачах оптимізації стержневих конструкцій //Будівельні конструкції/ Зб. наук. праць .- К.: НДІБК, 2003. – Вип. 59. – Кн.1. – С.310-317.
2. Черненко М.Г. Узагальнена діаграма граничних станів елемента в задачах оптимізації стержневих конструкцій //Будівельні конструкції та матеріали/ Зб. наук. праць .- Х.: УкрДАЗТ, 2003. – Вип. 56. – с.100-105.
3. Стороженко Л.И., Плахотный П.И., Чорний А.Я. Расчет трубобетонных конструкций. – К.: Будівельник, 1991. – 120с.
4. Основы расчета и проектирования комбинированных и сталобетонных конструкций / [Чихладзе Э.Д., Ватуля Г.Л., Китов Ю.П. и др.]; под ред Э.Д. Чихладзе – Киев: Транспорт Украины, 2006. – 104с.

УДК 624.131.531

### ПІДСУМКИ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БУРОІН'ЄКЦІЙНОЇ ПАЛІ

*д.т.н., проф. Винников Ю.Л., асистент Левченко В.П.*

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

**Постановка проблеми.** У геотехніці достатньо популярні буроін'єкційні палі різних діаметрів і глибин [1-3]. Під керівництвом проф. М.Л. Зоценка досліджено виготовлення і робота таких палей. Об'єм бетону, що укладався в свердловину при ін'єктуванні значно перевищував об'єм свердловини. Було введено коефіцієнт збільшення об'єму палі при ін'єктуванні (відношення об'ємів бетону й свердловини). Несуча здатність палей за даними статичних випробовувань у 1,7-2,3 рази перевищує розраховану за нормами. Урахування збільшення об'єму палей при ін'єктуванні дещо зменшує цю похибку. Найбільшу різницю зафіксовано для лесових суглинків. Такий ефект пояснюється ущільненням навколишнього ґрунту при ін'єктуванні [3].

**Аналіз публікацій.** Описаний ефект можливо врахувати моделюванням напружено-деформованого стану (НДС) системи „буроін'єкційна палля – основа”. Для оцінки НДС основи при влаштуванні буроін'єкційної палі та її наступній роботі використано програмний комплекс “PRIZ-Pile” [4], у якому реалізоване рішення вісесиметричної задачі методом скінчених елементів (МСЕ) кроково-ітераційними методами у фізично й геометрично нелінійній постановці. За моделлю в задачах ущільнення враховують геометричну і фізичну нелінійність роботи ґрунту, а для наступного стану основи під статичним навантаженням лише фізичну нелінійність [4]. Після першого