

УДК 624.074:[624.012.4+624.014.2]

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК З АРМУВАННЯМ ТРУБАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Т.П. КУЧ

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Постановка проблеми. Сучасним завдання розвитку будівельної індустрії нашої країни вимагають здійснення інтенсифікації та ефективного виробництва будівельних конструкцій на основі науково-технічного прогресу, який полягає в економії матеріалів і трудовитрат при їх виготовленні та монтажу, а також надійності будівель та споруд. Внаслідок цього останнім часом в будівництві все частіше розпочали застосовувати сталезалізобетонні конструкції, які являють собою сполучення металевих профілів із залізобетоном зі стрижневим армуванням [1, 2].

Представлена конструкція є новою, а отже потребує дослідження напружено-деформованого стану. На сучасному етапі розвитку науки й техніки важко представити процес дослідження і проектування нових будівель та споруд без використання програм скінчено-елементного аналізу.

Аналіз останніх досліджень. На даний момент широкого розвитку здобули чисельні методи розрахунку. Дослідження сталезалізобетонних балок з армуванням трубами можна виконувати, застосовуючи метод скінчених елементів (МСЕ) [4]. За допомогою цього методу досліду конструкцію можливо представляти як тривимірну механіко-математичну модель, що враховує пружно-пластичне поведіння матеріалу. Як відомо, можливості методу скінчених елементів обмежені при рішенні просторових завдань механіки деформованого твердого тіла обмежені ступенем дискретизації досліджуваного об'єкта на скінченні елементи, тобто точність МСЕ значною мірою залежить від кількості останніх у розрахунковій системі. Недостатньо дослідженими залишаються питання щодо побудови нових об'ємних скінчених елементів підвищеної точності, їх використання дозволяє моделювати деформації й більші переміщення тонкостінних і товстостінних конструкцій на грубих сітках [3], що є необхідним при дослідженні комплексних сталезалізобетонних конструкцій.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Основою чисельного розрахунку за допомогою методу скінчених елементів є використання у якості основних невідомих переміщень і поворотів вузлів розрахункової схеми. У відповідності до вимог МСЕ конструкції виконана у формі ідеалізованої моделі, пристосованої до використання цього методу, у вигляді системи набору тіл стандартного типу (стрижнів, пластин, оболонок і т.д.), названих скінченими елементами й приєднаних до вузлів [5, 6]. Даний

метод розрахунку використовується в різних програмних комплексах, основною задачею при розрахунку нових конструкцій є розробка та дослідження скінченно-елементної моделі конструкції.

Формулювання цілей статті. Метою даної статті є дослідження сталезалізобетонних балок з армуванням трубами за допомогою методу скінченних елементів.

Основний матеріал. Сталезалізобетонні балки з армуванням трубами мають ряд конструктивних особливостей, які можливо врахувати при розрахунках за допомогою МСЕ. Однією з таких особливостей є моделювання кріплення залізобетонної плити до сталевих труб.

Побудову скінченно-елементної моделі сталезалізобетонної балки з армуванням трубами необхідно розпочати з ідеалізації конструкції, що включає в себе: зазначення основних розмірів, які можуть дещо відрізнятися від натурних, з метою надання регулярності та для скорочення завдання вихідної інформації та забезпечення аналізу результатів. Для побудови скінченно-елементної моделі необхідно визначитись з типом і розміром скінченного елемента. Тип скінченного елемента визначається його геометричною формою, правилами, що визначають залежність між переміщеннями вузлів кінцевого елемента й вузлів системи, фізичним законом, що визначає залежність між внутрішніми зусиллями й внутрішніми переміщеннями, і набором параметрів, що входять в опис цього закону.

При моделюванні сталезалізобетонних балок з армуванням трубами було прийнято, що конструкція закріплена з обох кінців шарнірно.

У розрахунках обрана конструкція розмірами 2000x220x200 мм, товщина залізобетонної плити 60 мм. Переріз нижнього поясу прийнято з труби Ø102 мм та товщиною стінки 3,5 мм. Переріз трубок прийнято з труби Ø50 мм та товщиною стінки 3,5 мм.

Залізобетонна полиця балки (1) моделюється як пластина з заданими жорсткостями і товщиною, сталеві труби (2, 3) – як стержні, що задаються поперечним перерізом труби. Значення навантажень які прикладались на плиту задані із обчислених інженерним розрахунком.

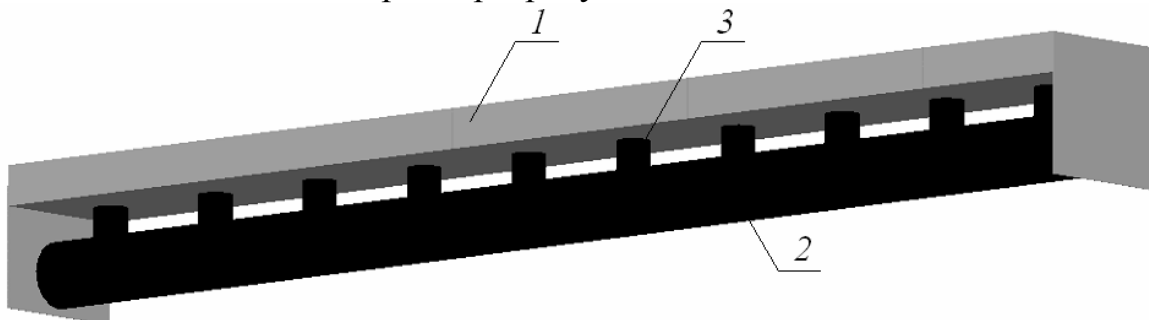


Рис. 1. Сталезалізобетонна балка з армуванням трубою

Розрахунок проведений для трьох випадків прикладання навантаження. Навантаження моделювалось у вигляді двох зосереджених сил які прикладались зосереджено у вузлах конструкції (рис. 2).

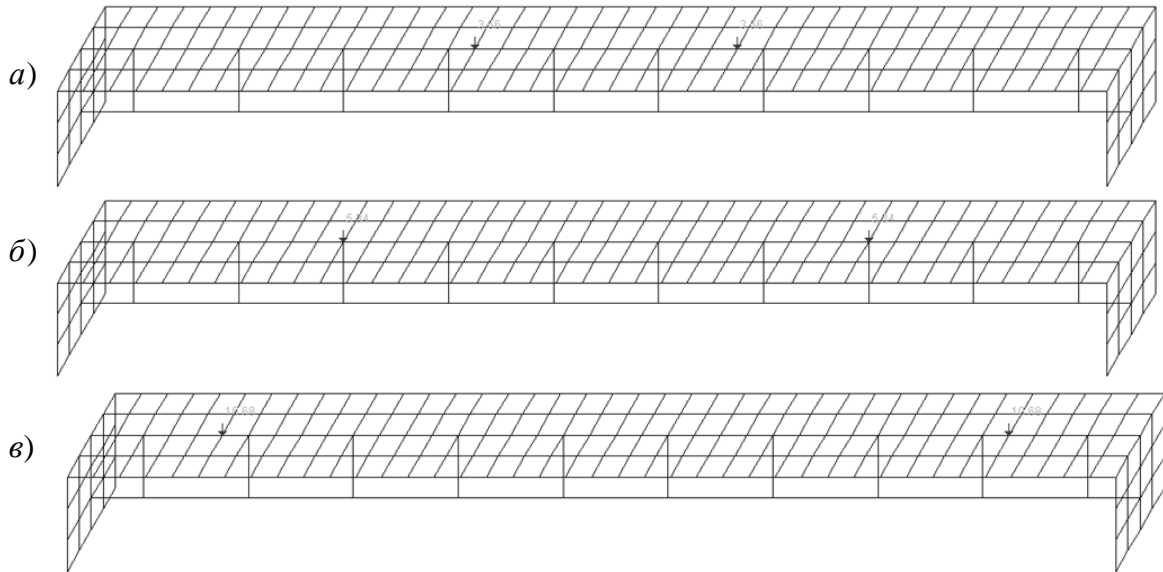


Рис.2. Розрахункові схеми балок з прикладеним навантаженням:
а) відстань між зусиллями 0,5м; б) відстань між зусиллями 1,0м;
в) відстань між зусиллями 1,5м

В результаті розрахунку були отримані деформовані схеми відповідно до трьох випадків навантаження (рис. 2).

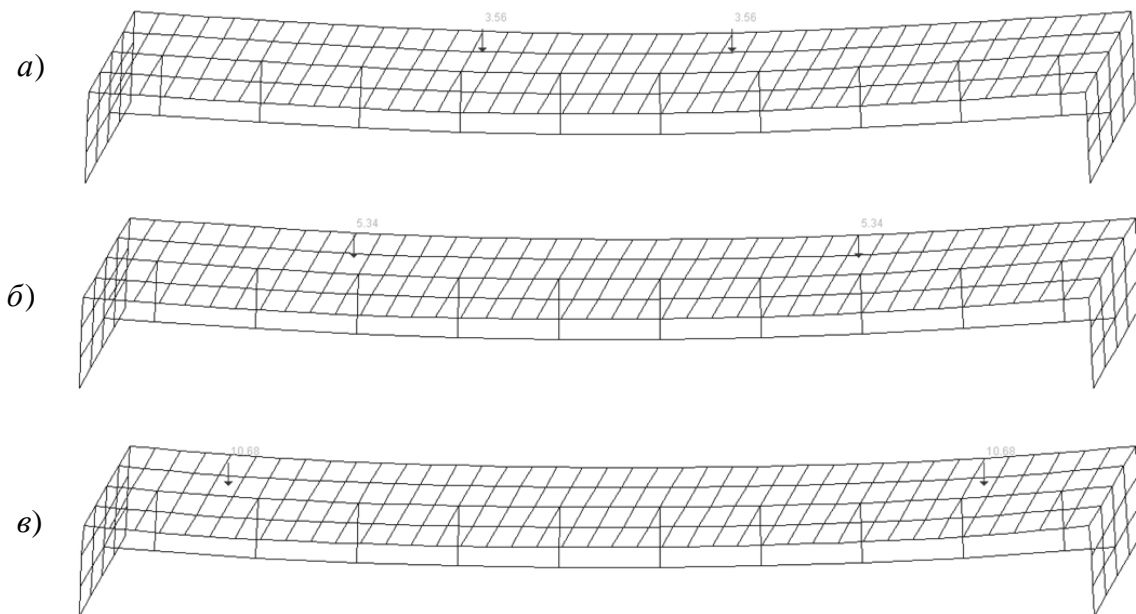


Рис. 3. Деформовані схеми балок:
а) відстань між зусиллями 0,5м; б) відстань між зусиллями 1,0м;
в) відстань між зусиллями 1,5м

Для зручності подальшого дослідження результати були представлені у вигляді полів напружень, що дає змогу більш детально досліджувати роботу конструкції під навантаженням.

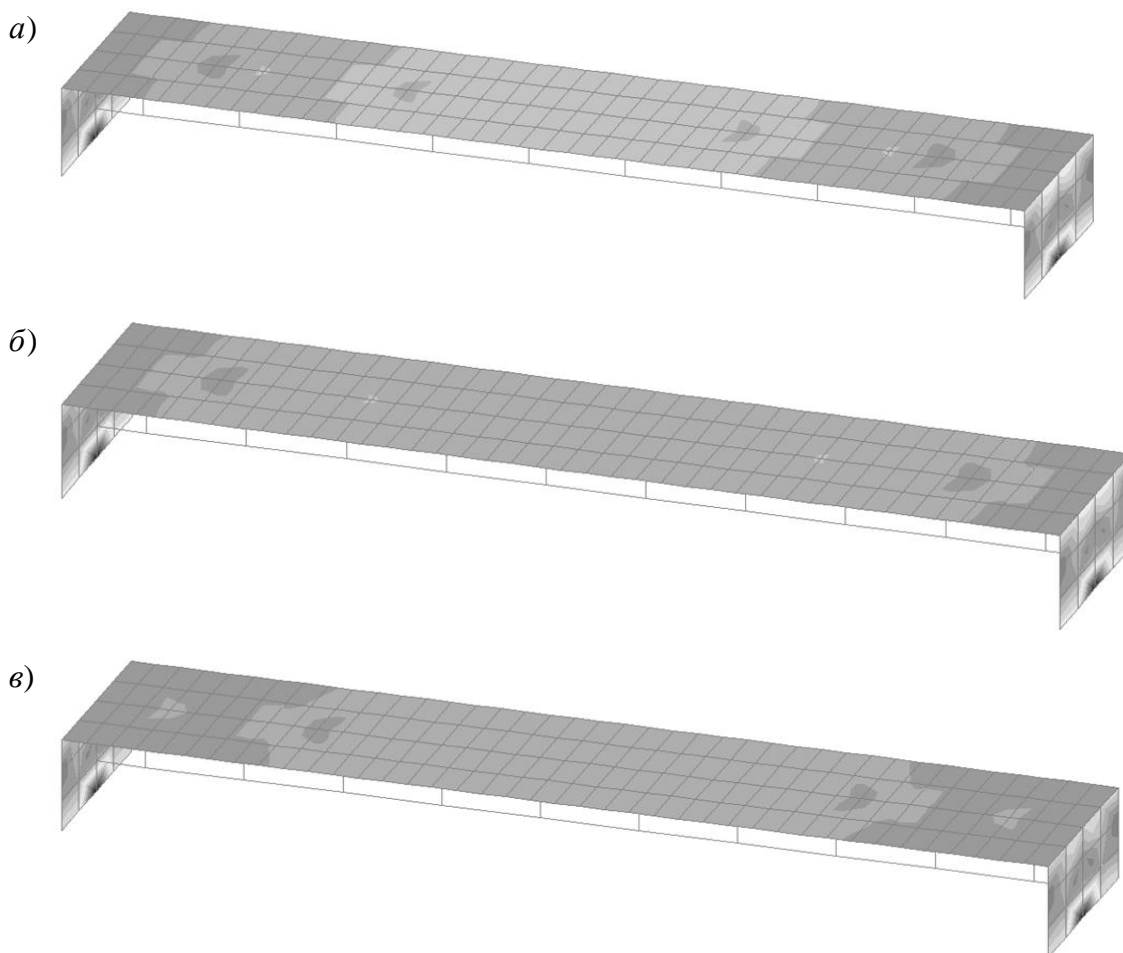


Рис. 4. Поля нормальних напружень балок в поздовжньому напрямку:
а) відстань між зусиллями 0,5м; б) відстань між зусиллями 1,0м;
в) відстань між зусиллями 1,5м

В результаті дослідження нормальних напружень в балках, в поздовжньому напрямку було виявлено, що в місцях прикладення навантаження на плиту між поперечними трубами-стійками, спостерігається місцеве збільшення напружень (рис. 4 а, в). В результаті прикладення навантаження на плиту над поперечними трубами-стійками місцеве збільшення напружень спостерігалось незначне (рис. 4 б).

Дослідження результатів ізополів переміщень показало, що деформації балок відбувались рівномірно та пропорційно, незважаючи на випадки прикладення навантаження на плиту між поперечними трубами-стійками. Це свідчить про гарну сумісну роботу залізобетонної плити та сталевій складовій конструкції.

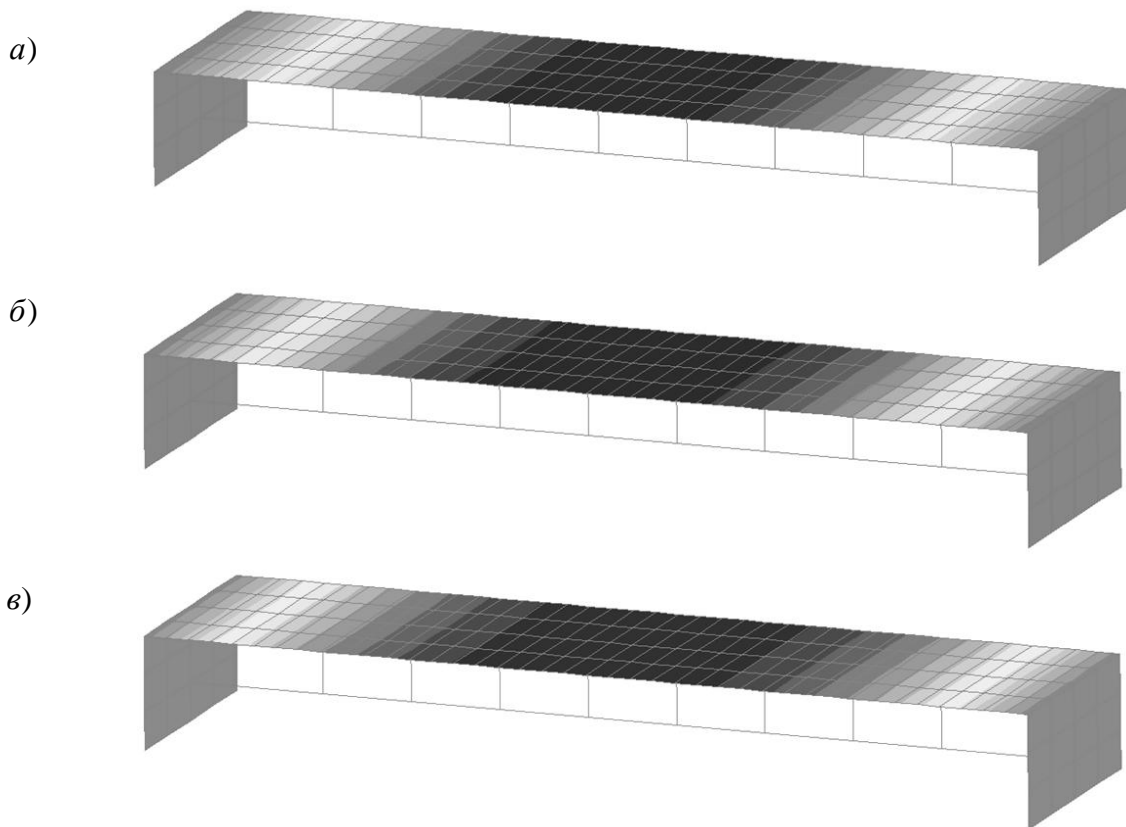


Рис. 8. Ізополя переміщень балок для відстаней між зусиллями:
 а) відстань між зусиллями 0,5м; б) відстань між зусиллями 1,0м;
 в) відстань між зусиллями 1,5м

Висновки: Використаний метод скінченних елементів при розрахунку параметрів напружено-деформованого стану сталезалізобетонних балок з армуванням трубами дозволяє врахувати реальну роботу матеріалів та специфіку прикладення навантаження. Це, в свою чергу, дозволяє з достатньою точністю описати роботу конструкції. При дослідженні скінченно-елементної моделі було виявлено ряд особливостей які доцільно враховувати при проектуванні реальних несучих конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні конструкції: навч. посіб. / Л.І. Стороженко, О.В. Семко. – Полтава, 2001. – 55 с.
2. Стороженко Л.І. Експериментальні дослідження сталезалізобетонних балок з армуванням трубами / Л.І. Стороженко, О.В. Нижник, Т.П. Куч // Збірник наукових праць ДДНДІ імені М.П. Шульгіна. – Випуск 11. – К., 2009. – С. 331–335
3. Гасій Г.М. Розрахунок сталезалізобетонного структурного покриття за допомогою ПК / Г.М. Гасій // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2006. – Вип. 14. – С. 145 – 150.
4. Городецкий А.С., Компьютерные модели конструкций / А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров. – К.: издательство “Факт”, 2005. – 344с.
5. Победра Б.Е. Численные методы в теории упругости и пластичности: Учебное пособие - 2-е издание - М.: Изд-во МГУ, 1995 - 366 с.
6. Перельмутер А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер – К.: ВВП "Компас", 2001. – 448 с.