

УДК 624.074.5

**АНАЛІЗ ЧИСЕЛЬНИХ РОЗРАХУНКІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК З
ВИНЕСЕНИМ РОБОЧИМ АРМУВАННЯМ В ПРОГРАМНОМУ
КОМПЛЕКСІ SCAD**

*д.т.н., проф. Стороженко Л.І., к.т.н. Муравльов В.В., к.т.н. Мурза С.О.,
асп. Школяр Ф.С.*

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
м. Полтава, Україна*

Постановка проблеми. Розвиток будівельної індустрії характеризується пошуком нових конструкцій, видів сполучень матеріалів з яких вони виготовляються. Такі тенденції потребують від науковців створення та дослідження нових будівельних конструкцій та матеріалів [1]. Тому сучасна наукова діяльність в будівельній галузі не може обійтися без чисельних дослідів, які проводяться в різноманітних програмах, до яких відноситься програмний комплекс SCAD, що цілком задовольняє усім вимогам сьогодення. Цей напрямок є дуже перспективним, та може призвести до економії матеріалів, енерго- і працезатрат, а клас конструкції з винесеним робочим армуванням являє і потребує дослідження за допомогою чисельних методів.

Зв'язок з науковими та практичними завданнями та аналіз останніх досліджень і публікацій. Чисельні методи з кожним роком набувають все більшого поширення при проектуванні та розрахунку несучих конструкцій будівель та споруд. В основу розрахунку в програмному комплексі SCAD покладений метод кінцевих елементів з використанням у якості основних невідомих переміщень і поворотів вузлів розрахункової схеми [2]. У зв'язку із цим ідеалізація конструкції виконана у формі, пристосованої до використання цього методу, а саме: система представлена у вигляді набору тіл стандартного типу (стрижнів, пластин, оболонок і т.д.), названих кінцевими елементами, що приєднані до вузлів. Тип кінцевого елемента визначається його геометричною формою, правилами, залежністю між переміщеннями вузлів кінцевого елемента й вузлів системи, фізичним законом, що визначає залежність між внутрішніми зусиллями й внутрішніми переміщеннями, і набором параметрів (жорсткостей), що входять в опис цього закону й ін. Тому при розробці розрахункових схем в програмному комплексі SCAD необхідно спиратись на вище зазначені правила та закони.

Формулювання цілей. Запропонувати та розробити приклад створення розрахункових схем у програмному комплексі SCAD для класу конструкцій з винесеним робочим армуванням на прикладі залізобетонної балки з винесеним армуванням трубою квадратного профілю [3]. Необхідно отримати поля напружень N_x , N_y , τ_{xy} , переміщень елементів та виявити характер роботи запропонованої конструкції. На основі отриманих даних виявити слабкі місця запропонованої конструкції та вжити заходи, щодо їх усунення.

Виклад основного матеріалу досліджень. Розрахункова схема визначається як система загального виду, основні невідомі представлені

лінійними переміщеннями вузлів уздовж осей X, Y, Z і поворотами навколо цих осей. Розрахункова схема залізобетонної балки з винесеним робочим армуванням (рис. 1) має вигляд трьохвимірної моделі й складається з таких скінченних елементів: 1) стрижні - зв'язують між собою нижній та верхній пояс запропонованої конструкції, параметричним перерізом 35x35 мм з товщиною профілю 2 мм зі звичайної сталі; 2) об'ємні елементи – моделюють бетонну складову верхнього поясу з жорсткістю бетону класу В30; 3) пластини – моделюють арматуру в нижньому поясі перерізом 35x35 мм з товщиною профілю 2 мм звичайної сталі; 4) абсолютно тверді тіла (АТТ) – моделюють анкери які знаходяться у бетонній складовій.

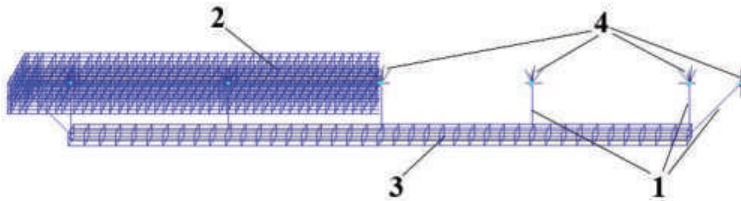


Рис. 1. Розрахункова схема, 1) стрижні; 2) об'ємні елементи; 3) пластини; 4) абсолютно тверді тіла (АТТ).

На (рис. 2-3) зображені поля напружень N_x та N_y . В верхньому поясі виникають стискаючі зусилля, в місцях з'єднання бетонної складової із металевою частиною спостерігається концентрація напружень. Такий характер роботи свідчить про те, що в реальних конструкціях у цих місцях потрібно влаштовувати анкерні засоби, які будуть забезпечувати крашу сумісну роботу верхнього та нижнього поясу. В нижньому поясі виникають зусилля розтягу. Положення нейтральної лінії проходить приблизно по середині перерізу.

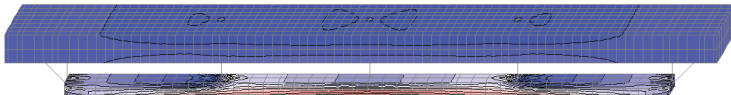


Рис. 2. Поле напружень N_x

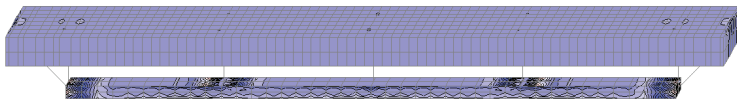


Рис. 3. Поле напружень N_y

Поле напружень τ_{xy} (рис. 4) має симетричний характер розподілу відносно середини прольоту конструкції.

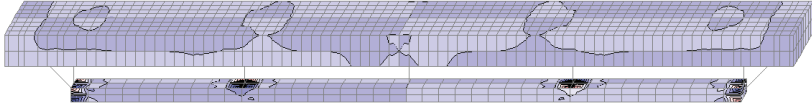


Рис. 4. Поле напряжень τ_{xy}

Обчислені значення лінійних переміщень і поворотів вузлів від завантажень представлені на (рис. 5).

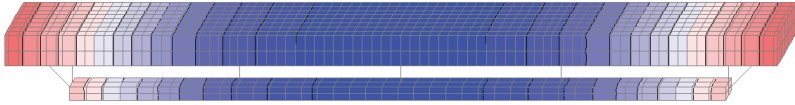


Рис. 5. Переміщення елементів балки

Обговорення результатів. На основі отриманих даних проводиться розробка робочих креслень які будуть використані при виготовленні натурних зразків [3]. Сутність запропонованої залізобетонної балки з винесеним армуванням трубою квадратного профілю (рис. 6) полягає у конструктивному

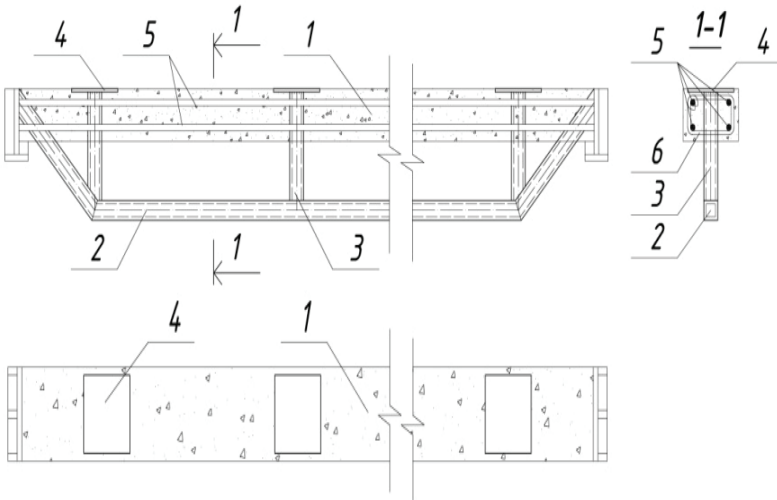


Рис. 6. Запропонована балка. 1) залізобетонна лінійна складова; 2,3) труби квадратного профілю; 4) анкери; 5,6) арматурна сітка.

рішенні поперечного перерізу, який виконаний зі сталеві труби квадратного профілю, що працює сумісно з лінійною залізобетонною складовою конструкції за рахунок вертикальних трубчастих елементів квадратного профілю та анкерів виконаних із сталевих пластин. Вертикальні трубчасті елементи квадратного профілю можуть бути заповнені бетонною сумішшю, що забезпечить додаткову жорсткість усієї конструкції.

Висновки. Запропонований приклад створення розрахункових схем в програмному комплексі SCAD для класу конструкцій з винесеним робочим армуванням, в ході реалізації якого була розроблена розрахункова схема залізобетонної балки з винесеним армуванням в вигляді трьохвимірної моделі. На основі запропонованої розрахункової схеми отримані данні напружень в елементах конструкції, які описують роботу запропонованих конструкцій, дають можливість виявити слабкі місця та встановити в них додаткові конструктивні елементи. Даний комплекс програм цілком задовольняє усім вимогам щодо розрахунку залізобетонних конструкцій з винесеним армуванням.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Стороженко Л.І. Перспективи розвитку конструкцій із залізобетону [Текст] / Стороженко Л.І., Муравльов В.В., Школяр С.П., Школяр Ф.С. // Сталезалізобетонні конструкції: Дослідження, проектування, будівництво, експлуатація / Збірник наукових статей Вип. 9. – Кривий Ріг, 2011. – С. 185–189.
2. Вычислительный комплекс SCAD [Текст] / В.С. Карпиловский., Э.З. Криксунов, А.А. Маляренко, М.А. Микитаренко, А.В. Перельмутер, М.А. Перельмутер. –М.: Издательство АСВ, 2004. -592с.
3. Муравльов В.В., Результати експериментальних досліджень залізобетонних елементів з винесеним армуванням [Текст] / Муравльов В.В., Школяр Ф.С. // Будівельні конструкції : зб. наук. праць. – К. : НДБК, 2013. – Вип. 78. – С. 15–20.