

УДК 624.012.25

Ю.І. Пиндус канд. техн. наук, доц., О.П. Конончук канд. техн. наук,  
А.Б. Ковбасник, І.В. Кузик, А.І. Красовський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ВИВЧЕННІ РОБОТИ ПІДСИЛЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Y.I. Pyndus Ph.D., Assoc. Prof., A.P. Kononchuk Ph.D., A.B. Kovbasnyk, I.V. Kuzyk,  
A.I. Krasovkii

### APPLICATION OF COMPUTER AIDED DESIGN COMPLEXES FOR THE STUDY OF RC STRUCTURES

В останні роки у світовій практиці проведення наукових досліджень все частіше розширюється за рахунок застосування комп'ютерного моделювання, що викликає велику зацікавленість до можливостей які можна досягти за допомогою методу скінченних елементів. З розвитком потужної комп'ютерної техніки та обчислювальних скінченноелементних комплексів типу ABAQUS та ANSYS дослідники отримали змогу у сукупності з експериментальними дослідженнями проводити чисельне моделювання поведінки складних залізобетонних конструкцій, зокрема підсилені полімерними композитними матеріалами.

Зважаючи на світові тенденції до активного застосування комп'ютерного моделювання при проектуванні та експлуатації конструкцій та будівель в цілому, застосування методу скінченних елементів при розробці, дослідженні та впровадженні в виробництво нових методів підсилення залізобетонних конструкцій дозволить значно спростити процес та зекономити час і кошти на реалізацію поставлених задач. Метою даних досліджень є чисельне моделювання роботи та оцінка міцнісних характеристик повномасштабних згинальних залізобетонних елементів до та після їх підсилення композитними матеріалами за дії на них різних видів зовнішнього навантаження.

Повномасштабні тривимірні моделі підсилені вуглепластиковим полотном Sika Wrap залізобетонних балок створювали з використанням скінченноелементного програмного комплексу ANSYS. Модель підсиленої залізобетонної балки виконаної в ПК ANSYS наведена на рис. 1.

Щоб якомога точніше відтворити роботу натурних зразків, в скінченноелементну модель закладали експериментальні діаграми деформування бетону на стиск та коефіцієнти подані в табл. 1.

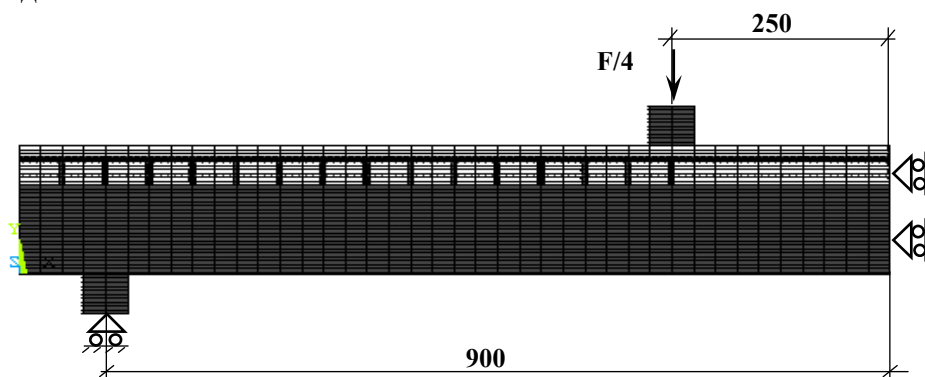


Рисунок 1. Схема навантаження SE моделі підсиленої залізобетонної балки  
Таблиця 1. Міцнісні характеристики бетону для скінченноелементного моделювання

Назва параметрів	Величина параметрів
Модуль пружності $E_0$ , МПа	$23,95 \times 10^3$
Розрахункове значення міцності бетону на стиск $f_{cd}$ , МПа	24,31
Розрахункове значення міцності бетону на розтяг $f_{ct}$ , МПа	2,8
Коефіцієнт Пуассона $\nu$	0,2
Open shear transfer coefficient ( $\beta_t$ ).	0,2
Closed shear transfer coefficient ( $\beta_c$ ).	1

Програмно моделювали ступінчасте навантаження балки з кроком 1 кН×м (відповідно до експериментальних досліджень). Результати моделювання прогинів залізобетонної балки, підсиленої вуглепластиковим полотном Sika Wrap подано на рис. 2.

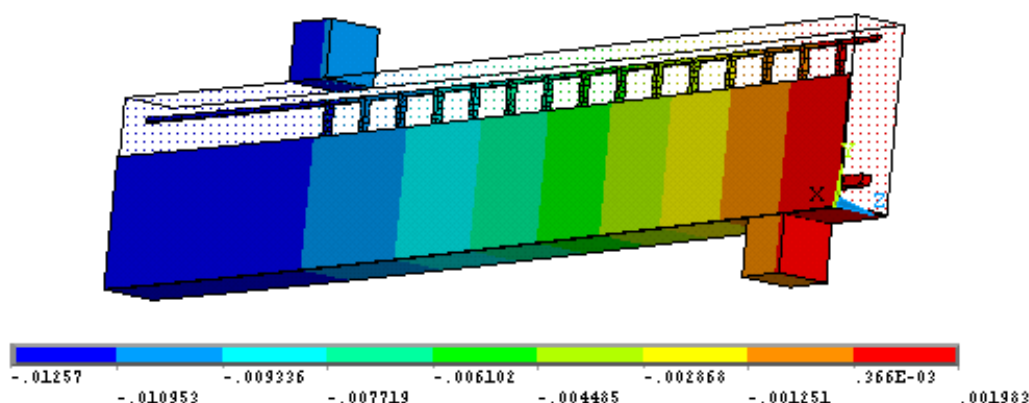


Рисунок 2. Поля прогину балки підсиленої вуглецевим полотном при згинальному моменті  $M=13,1$  кН×м, який передуює руйнуванню

Застосування чисельного моделювання роботи згинальних залізобетонних елементів до та після їх підсилення вуглепластиковими матеріалами показало ефективність даного методу. Задовільне узгодження експериментальних даних з теоретичними свідчить про можливість його використання для моделювання конструкцій такого типу.

#### Література

1. Борисюк О.П. Напружено-деформований стан нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів, підсилених вуглепластиками за дії малоциклового навантаження / О.П. Борисюк, О.П. Конончук // Монографія. – Рівне: НУВГП, 2014. – 136 с.
2. D. Kachlakev. Finite Element Modelling of Reinforced Concrete Structures Strengthening with FRP Laminates / D. Kachlakev, T. Miller, S. Yim, K. Chansawat, T. Potisuk. Special Report SP316, Oregon Department Of Transportation, USA, May 2001. 113 p.
3. Пиндус Ю.І. Скінченноелементне моделювання підсилення згинальних залізобетонних конструкцій вуглепластиковою стрічкою / Ю.І. Пиндус, О.П. Конончук // Ресурсо-економні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2014. – Вип. 29. – С. 621 – 629.
4. Пиндус Ю.І. Дослідження підсилених вуглецевим полотном згинальних залізобетонних конструкцій із застосуванням методу скінченних елементів / Ю.І. Пиндус, О.П. Конончук // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник – К., КНУБА, 2014. – Вип. 54. – С. 282 – 290.