

УДК 624.012.25

Ю.І. Пиндус, канд. техн. наук, доц., О.П. Конончук, канд. техн. наук, Т.Б. Пиндус,  
М.В. Мотрук, Р.Р. Драпінський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БАЛКИ КАРБОНОВОЮ СТРІЧКОЮ

Y.I. Pyndus, Ph.D., Assoc. Prof., A.P. Kononchuk, Ph.D., T.B. Pyndus,  
M.V. Motruk, R.R. Drapinskyu

### ESTIMATION OF EFFICIENCY OF CONCRETE BEAM REINFORCING WITH CARBON PLASTIC TAPE

Метою дослідження є чисельне моделювання роботи, оцінка напружено-деформованого стану (НДС) та ефективності підсилення згинальних залізобетонних елементів вуглепластиковою стрічкою Sika CarboDur S-512 різної площі поперечного перерізу за дії квазістатичного навантаження.

В основу роботи покладено експериментальні дослідження 12 залізобетонних балок [1] (бетон класу С 20/25) розмірами 100×160×2000 мм. Зразки армувалися двома поздовжніми робочими арматурними стержнями Ø10 А 500С та поперечними стержнями Ø6 А 240С з кроком 50 мм (рис. 1а). Дослідні зразки підсилювались вуглепластиковою стрічкою SikaCarboDur S-512 (шириною 5 см, товщиною 0,12 см, площа поперечного перерізу  $S = 0.6\text{см}^2$ ) за схемою наведеною на рис. 1б та випробувались з доведенням до повного руйнування за квазістатичного навантаження.

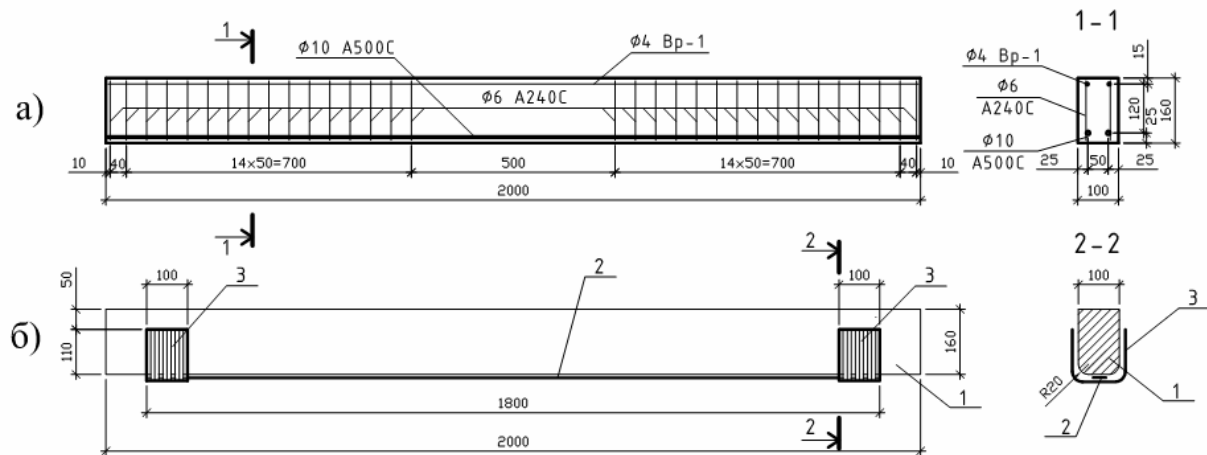


Рис. 1. а) – конструкція та схема армування дослідних балок; б) – схема підсилення дослідних балок вуглепластиковою стрічкою Sika CarboDur S-512;  
1 – дослідна балка; 2 – стрічка Sika CarboDur S-512; 3 – анкерівка із полотна Sika Wrap

При випробуваннях дослідних балок прогини та деформації елементів конструкції замірялись механічним та тензометричним методами [1].

Для чисельного моделювання використовували програмний комплекс ANSYS APDL. З урахуванням умов симетрії, моделювали чверть залізобетонної балки (рис. 2), застосовуючи запропоновану D. Kachlakev методику [2]. Отримані результати застосування вказаної методики [3] свідчать про її достовірність.

При моделюванні МСЕ враховували нелінійні властивості деформування бетону (модель William & Varnke) та матеріалу внутрішньої сталеві арматури [1, 2]. Результати чисельних розрахунків прогинів зразків з різною площею перерізу підсилювальної стрічки за квазістатичного навантаження залізобетонної балки подано на рис. 3. На кривих (рис. 3) вказані точки їх загину. Ці точки дають змогу інтегрально оцінити початок втрати тримкої здатності залізобетонної балки з урахуванням ступеня її підсилення вуглепластиковою стрічкою. На рис. 4 подано криву залежності значень згинальних моментів загину кривих від площі поперечного перерізу підсилювальної стрічки.

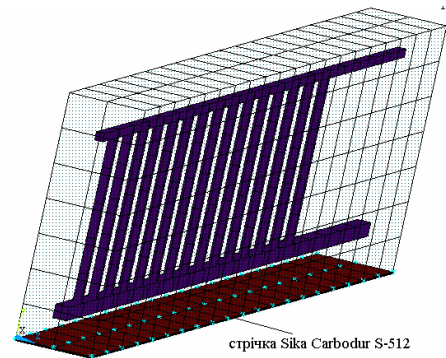


Рис. 2. Тривимірний МСЕ модель симетричної чверті підсиленої вуглепластиковою стрічкою балки

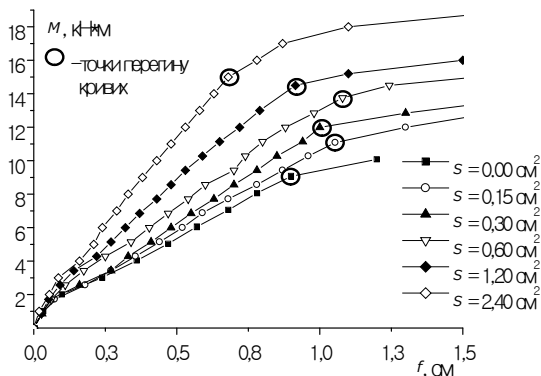


Рис. 3. Прогини зразків з різною площею перерізу ( $S$ ) підсилювальної стрічки за квазістатичного навантаження

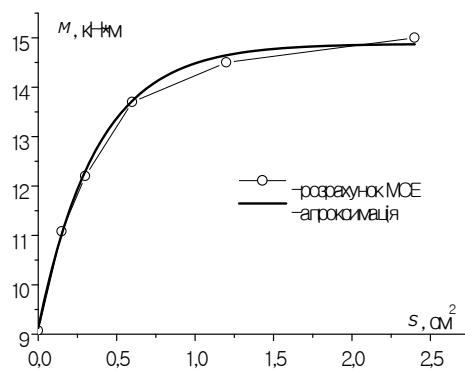


Рис. 4. Залежність моменту загину кривих (рис. 3) від площі поперечного перерізу підсилювальної стрічки

Отримана закономірність (рис. 4) свідчить про те, що підсилювальний ефект (збільшення згинальних моментів загину кривих (рис.3) із збільшенням площі поперечного перерізу підсилювальної стрічки) асимптотично згасає. Результати оцінки НДС елементів конструкції балки при  $S > 0,6 \text{ см}^2$  свідчать про її переармування та руйнування стиснутого шару бетону за недовантаженості робочої арматури.

### Література

1. Борисюк О.П. Напружено-деформований стан нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів, підсилені 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 // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2014. – Вип. 29. – С. 621 – 629.