

УДК 624.012.25

О.П. Конончук, канд. техн. наук, доц., Б.Г. Михайльо, М.І. Сисак

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗГИНАЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІДСИЛЕНИХ КОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

A.P. Kononchuk, Ph.D., Assoc. Prof., B.G. Myhailo, M.I. Sisak

RESEARCH OF BENDING REINFORCED CONCRETE ELEMENTS OF REINFORCED COMPOSITE MATERIALS

З 01.06.2011 року в Україні набрали чинності нові норми проектування: ДБН В.2.6.-98:2009 "Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення" та ДСТУ Б.В.2.6-156:2010 "Бетонні і залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування"[1, 2]. Всі розрахунки бетонних та залізобетонних конструкцій повинні відповідати даним документам. В чинних нормах не наведено методики, за якою можна було б розрахувати підсилені згинальні залізобетонні елементи, зокрема приклеєними в розтягнутій зоні композитними матеріалами. Виникає необхідність в такому розрахунку.

На сьогоднішній день розробкою розрахунку підсилених в розтягнутій зоні згинальних залізобетонних елементів композитною стрічкою за дії однократного навантаження займалися Кваша В.Г., Мельник І.В., Мурин А.Я., Климпуш М.Д. та ін. Основна ідея, що була покладена в їх методику, полягає у введенні в розрахунок за СНиП 2.03.01-84* "Бетонные и железобетонные конструкции" замість площі поперечного перерізу внутрішньої розтягнутої сталеві арматури A_s – приведеної площі поперечного перерізу робочої арматури $A_{s,red}$. Всі подальші розрахунки пропонується вести за СНиП 2.03.01-84*. Особливістю запропонованого розрахунку є приведення за показниками деформативності та площі поперечного перерізу зовнішньої композитної арматури до відповідної кількості внутрішньої сталеві арматури.

Для розрахунку за ДСТУ Б.В.2.6-156:2010 нами взято за основу той же принцип, що був запропонований вище згаданими авторами. Тобто, проводити розрахунок за алгоритмом, що наведений в даних нормах, замінивши площу поперечного перерізу внутрішньої розтягнутої сталеві арматури A_{s2} на приведену площу поперечного перерізу робочої арматури $A_{s2,red}$.

Приведена площа поперечного перерізу робочої арматури для згинальних залізобетонних елементів підсилених композитними стрічками, обчислюється за формулою:

$$A_{s2,red} = A_{s2} + A_f \cdot \frac{f_{fy}}{f_{yd}}, \quad (1)$$

де A_{s2} – площа поперечного перерізу внутрішньої розтягнутої сталеві арматури;

A_f – площа поперечного перерізу зовнішньої композитної арматури;

f_{yd} – розрахунковий опір на розтяг внутрішньої сталеві арматури;

f_{fy} – умовний розрахунковий опір на розтяг зовнішньої композитної арматури,

який визначається за формулою:

$$f_{fy} = \varepsilon_{fy} \cdot E_f \leq k_f \cdot f_f, \quad (2)$$

де ε_{fy} – граничне відносне видовження зовнішньої композитної арматури;

E_f – модуль пружності зовнішньої композитної арматури;

k_f – коефіцієнт надійності за матеріалом зовнішньої композитної арматури, який для вуглецевих стрічок приймається рівним $k_f = 0,85$;

f_f – межа міцності зовнішньої композитної арматури на розтяг.

В розрахунках приймається граничне відносне видовження для зовнішньої композитної стрічки $\varepsilon_{fy} = 0,005$. Такі деформації зовнішньої композитної арматури, передбачені рекомендаціями fib, як досягнення граничного експлуатаційного стану нормальних перерізів підсилених залізобетонних згинальних елементів. Деформації стиснутої зони бетону при цьому не повинні перевищувати $\varepsilon_{b,ult} = 0,0035$.

Для розрахунку згинальних залізобетонних конструкцій, підсилених композитним полотном у вигляді П-подібної обойми, пропонуємо за основу взяти той же метод, що і для стрічки. На стадії проектування для раціонального використання матеріалу необхідно визначити висоту, на яку потрібно клеїти полотно на бічній поверхні. Для цього за формулами [2] необхідно визначити висоту стиснутої зони x для непідсиленої конструкції та запроектувати підсилення таким чином, щоб полотно було наклеєне не вище нейтральної лінії.

Щоб врахувати підсилення у розрахунку, необхідно обчислити приведену площу поперечного перерізу арматури $A_{s2,red}$. Для цього потрібно розбити бічну поверхню підсиленої конструкції на n ділянок і за подібністю трикутників визначити напруження в кожній із них, при максимально допустимій деформації в найбільш розтягнутому волокні полотна f_{fy} .

В технічній документації для полотна Sika Wrap зазначено, що максимально допустима деформація ламінату (полотно просочене клеєм) $\varepsilon_{fy} = 0,006$. Точність розрахунку залежить від кількості ділянок, на які розбивається висота підсилення. Якщо $n \rightarrow \infty$, то розрахунок буде найточнішим. Проте досвід показує, що достатньо розбити поверхню підсилення на ділянки, що рівні величині захисного шару бетону.

Всі подальші розрахунки проводяться за чинними нормами проектування залізобетонних конструкцій [1, 2].

Література

1. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
2. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 166 с.
3. Конончук О.П. Вплив малоциклових навантажень на несучу здатність згинальних залізобетонних елементів до та після їх підсилення // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. трудов. – Дн-вск: ГВУЗ "ПГАСА", 2013. – Вип. 68. – С. 168 – 172.
4. Конончук О. Врахування малоциклових навантажень при розрахунку підсилених згинальних залізобетонних елементів // Вісник ТНТУ. – 2014. – Т. 74, № 2. – С. 83 – 90.