

ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ, БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ

УДК 624.01

РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ І СТАЛІ В ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТАХ

**М.Г.ЧЕКАНОВИЧ – к.т.н., в.о. професора Херсонський
ДАУ**

Більшість сучасних залізобетонних конструкцій характеризуються неповним використанням властивостей міцності бетону і сталі [1]. Так, за високих рівнів навантаження розтягнута зона бетонного перерізу конструкції, як правило, виключається з роботи тріщинами, а високоміцна сталева арматура при цьому не досягає своєї межі міцності через передчасне руйнування бетону, що й призводить до неефективного використання міцності матеріалів в конструкції. Раціональне використання міцності бетону і сталі на сьогодні виглядає актуальною проблемою будівництва, що дозволить зменшити матеріаломісткість конструкцій з залізобетону.

Ефективним заходом з підвищення міцності бетону вважається тривале його пресування. Сучасними даними експериментальних досліджень встановлено, що в бетоні після обтиску величиною до 20 МПа не утворюються нові хімічні сполуки, які б суттєво впливали на його міцність. Ефект зміцнення бетону пояснюється в першу чергу зменшенням об'єму крупних пор та деяким поліпшенням адгезії в бетоні. Розташування арматури в бетоні також не впливає на властивості сталі [2].

Оскільки не утворюються нові хімічні сполуки, що можуть суттєво впливати на міцність конструкції, то міцність залізобетону не може перевищити сумарну міцність його складових. Для довільного перерізу можна записати умову максимальної міцності в наступному вигляді:

$$N_i = k(R_b A_b + \sum R_s A_s) \quad (1)$$

або умовно:

$$R_{b_s} = k \frac{R_b A_b + \sum R_s A_s}{A_b + \sum A_s} \quad (2)$$

де k – коефіцієнт, що враховує умови роботи; A_b і A_s – площі бетону і сталі.

Відповідно, максимально можлива енергія опору бетону і сталі в залізобетоні конструкції складатиме:

$$W_{\max} = W_{b_{\max}} + W_{s_{\max}} \quad (3)$$

Але цього в традиційних конструкціях неможливо досягти через асинхронне виявлення максимальної міцності бетону і сталі. Тому важливим завданням раціонального проектування можна вважати забезпечення одночасного виявлення максимального опору бетону і сталі. При цьому необхідно прагнути аби всі перерізи, всі елементарні об'єми залізобетону в конструкції досягали максимального опору одночасно.

Враховуючи, що бетон має суттєво більшу міцність при стиску ніж при розтягу, то доцільно розміщувати бетон в стиснених зонах залізобетонних конструкцій, чого й прагнуть дотримуватися на практиці. У той же час частина бетонного об'єму конструкції найчастіше залишається в розтягнутих зонах, зокрема в балках. Розтяг певного рівня викликає утворення тріщин і, як наслідок, зменшення жорсткості, довговічності і міцності. Оскільки виключити бетон з розтягнутих зон при проектуванні важко, то слід використати його міцність на розтяг. Момент досягнення міцності стиснутої і розтягнутої зонами бетону та сталі повинні співпадати в часі, що є запорукою для досягнення максимальної міцності залізобетонної конструкції.

$$t_{R_b} = t_{R_{bt}} = t_{R_s} \quad (4)$$

На практиці конструкція працює переважно в межах середніх рівнів навантаження, тому особливо важливо забезпечити її високу жорсткість саме на цих рівнях навантаження. Оптимальним було б попередження тріщиноутворення і забезпечення високої жорсткості конструкції на всіх ступенях навантаження.

$$\sigma_{b_{s_i}} = k \frac{\sigma_{b_i} A_b + \sum \sigma_{s_i} A_s}{A_b + \sum A_s} \quad (5)$$

Але достатня очевидність такого раціонального підходу до проектування наштовхується на конструктивні складнощі щодо здійснення. В разі зчеплення арматури з бетоном їх деформації вважаються однаковими, а прояв максимальних опорів матеріалів відбувається за деформацій, що суттєво відрізняються. Так, у разі

стиску ця різниця може складати сотні разів. Тому необхідні компенсаційні механізми або матеріали-посередники.

З урахуванням роботи компенсаційних механізмів або матеріалів-посередників вираз (3) набуде вигляду:

$$W_{\max} = W_{b\max} + W_{s\max} + W_m \quad (6)$$

При цьому на міцність компенсаційні заходи не впливатимуть (за умови достатньої міцності компенсаторів).

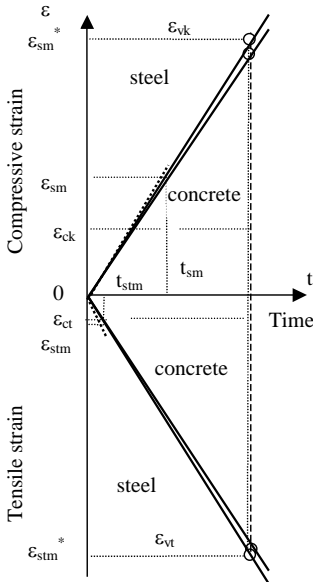


Рисунок 1. Деформування

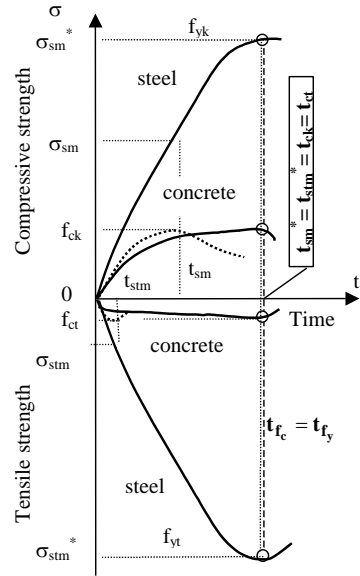


Рисунок 2. Синхронізація

Графіки оптимальної роботи бетону і сталі при постійних швидкостях деформування (рис.1) показані на рисунку 2. Тут максимальні опори матеріалів співпадають у часі. Бетон і сталь включаються в роботу одночасно.

Для забезпечення роботи матеріалів за вказаними режимами застосовано регульований обтиск бетону в балках (рис.3). Регулювання відбувається самостійно за рахунок енергії навантаження балки [3]. Зі збільшенням величини навантаження збільшується в певній пропорції й обтиск. Пропорція вибрана так, що нормальні тріщини в балці до моменту її руйнування не відбуваються. Балка працює повним не порушеним тріщинами перерізом, що й забезпечує їй значно вищу несучу здатність порівняно з традиційною. За результатами експериментальних досліджень несуча здатність ре-

гульованої балки в два з половиною рази вища (рис. 4). При цьому прогини її в три рази менші.

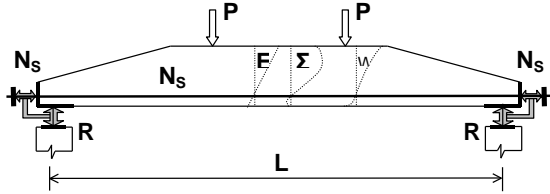


Рисунок 4. Саморегульована балка

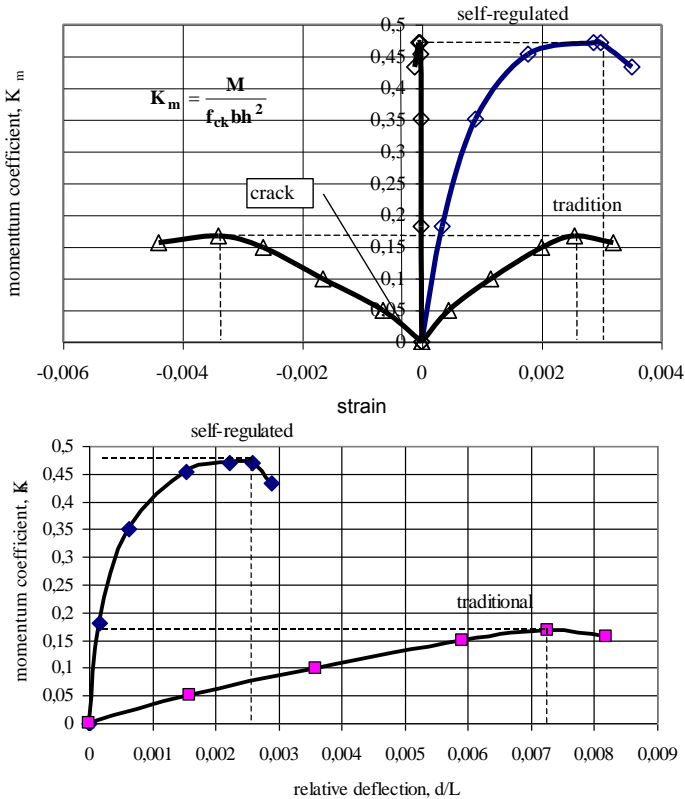


Рисунок 5. Результати випробування балок

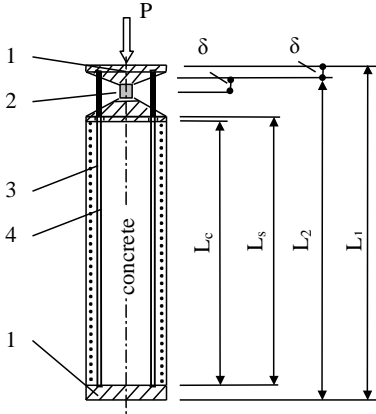


Рисунок 6 Стиснена колона

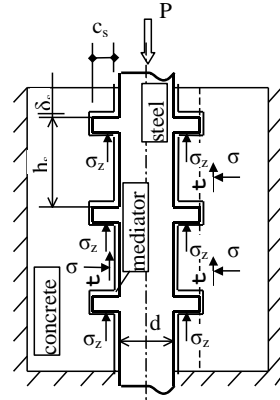
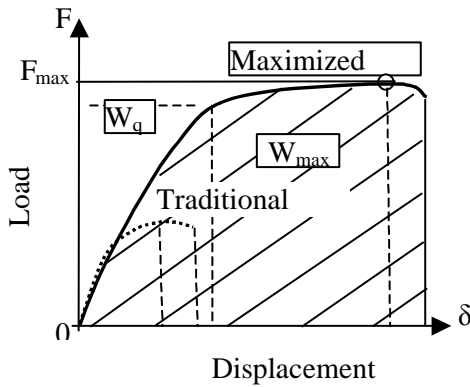


Рисунок 7. Схема зчеплення

У стиснених залізобетонних елементах різниця в деформаційних властивостях бетону і сталі суттєво менша, тому тут можна застосувати матеріал-посередник для компенсації цієї різниці (замість складного механізму). На рисунку 5 показано стиснену колону з регулятором запобіжником, розташованим між опорними плитами 1. Посередник виконаний у вигляді шарніру 2 з пружно-пластичною прокладкою. На робочих рівнях навантаження посередник працює як звичайний шарнір, що забезпечує найбільш вигідну роботу бетону на стиск. При перенавантаженні прокладка пластично деформується, перерозподіляючи зусилля з бетону на сталь. Це дозволяє забезпечити можливість використання міцності високоміцної сталі і запобігає руйнуванню бетону. Стійкість стиснутих арматурних стрижнів 3, що не мають безпосереднього зчеплення з бетоном забезпечується залізобетонним тілом конструкції. Для забезпечення можливості більших деформацій сталі, ніж бетону, у конструкції між ними розташований пружний посередник у вигляді тонкої оболонки 4 (рис. 6). Посередник має потовщення під ребрами арматури періодичного профілю.

Раціональна робота стиснутого залізобетонного елемента може характеризуватися кривою на рисунку 8. Тут енергія опору руйнуванню елемента з посередником значно вища, ніж для традиційного елемента. Теоретична і експериментальна залежності роботи регулятора представлені на рисунку 9.



$$W = F\delta - \int_0^{\delta} \delta dF$$

$$W_{max} = W_{full} - W_q$$

$$W_q \rightarrow 0; W \rightarrow W_{full};$$

$$W = W_{max}$$

Рисунок 8. Крива максимального опору

Таким чином, раціональне використання міцності бетону і сталі в залізобетонних елементах дозволяє підвищити міцність згинальних залізобетонних елементів до двох з половиною разів, а міцність стиснених елементів на чверть. При цьому втричі вдалося підвищити жорсткість згинальних елементів. Раціональне використання міцності матеріалів досягнуто за рахунок застосування механічного регулятора обтиску в балках і використання посередника в колонах.

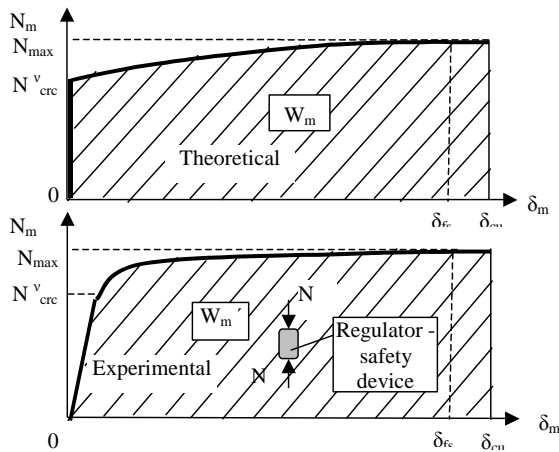


Рисунок 9. Залежності "навантаження -деформації" для регулятора - запобіжника

Література:

1. Walraven J.: Challenges for new materials in concrete structures. Proceedings of the XIII-th FIP Congress on Challenges for concrete in the Next Millennium, 23-29 May 1998, Amsterdam, vol. 1, pp.3-8.
2. Chekanovych M.: New Building Technology for Prestressed concrete Structures, Long- Span and High-Rise Structures, IABSE Symposium, 2-4 September 1998, Kobe, vol. 79, pp. 507-512.
3. Chekanovych M.G. Concrete Structures with Self-Regulating Prestress, Structural Concrete. The bridge between people. fib Symposium, 12-15 October 1999, Prague, Czech Republic, vol.2, pp. 775-777.

УДК 620.01.05

**УНІВЕРСАЛЬНА ПІЧ ДЛЯ ВОГНЕВИХ ВИПРОБУВАНЬ
БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**Б.Г.ДЕМЧИНА, к.т.н., доцент НУ "Львівська політехніка",
Т.М.ШНАЛЬ, к.т.н., доцент НУ "Львівська політехніка",
В.С.ФІЦИК, аспірант, НУ "Львівська політехніка",
А.П.ПОЛОВКО, аспірант, НУ "Львівська політехніка"**

У даний час ведуться розробки різноманітних теоретичних методів визначення межі вогнестійкості будівельних конструкцій, які дадуть можливість провести атестацію по вогнестійкості значної кількості конструктивних систем без проведення високовартісних та трудомістких вогневих випробувань. Однак, при цьому не варто забувати, що експериментальні дослідження вогнестійкості конструкцій не слід виключати з уваги через те, що вони дають змогу експериментальним шляхом визначати вогнестійкість дуже великої кількості конструкцій з реальними розмірами на різні вогневі впливи, які можна змоделювати у вогневій камері.

Існуючі нині вогневі печі [1, 5, 6, 8] побудовані за принципом випробування окремих конструкцій стаціонарних розмірів, а саме: балок, колон, плит, стінових елементів тощо. Будівництво таких печей в Україні серед умов економічного спаду через брак коштів на сьогодні є проблематичним. Тому запропоновано ідею створення універсальної вогневої печі, яку можна скласти з окремих секцій під випробування будь-якої будівельної конструкції довільних розмірів.

Поставлене завдання вирішується тим, що піч для вогневих випробувань будівельних конструкцій виконана з окремих секцій "П" – подібної форми (рис.1) та/або "П" – подібної форми з боковою