

ГАРМОНІЗАЦІЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ НАПРУЖЕННЯ-ДЕФОРМАЦІЇ, ЗАСТОСОВУВАНИХ ДБН В.2.6-98:2009

Павліков А.М., Юрко П.А.

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

АНОТАЦІЯ: Запропоновано гармонізовані значення коефіцієнтів полінома 5-го степеня апроксимації діаграми фізичного стану бетону, котрі можна застосувати в розрахунках міцності залізобетонних елементів.

АННОТАЦИЯ: Предложены гармонизированные значения коэффициентов полинома 5-й степени аппроксимации диаграммы физического состояния бетона, которые можно применить в расчетах прочности железобетонных элементов.

ABSTRACT: Harmonized values of the coefficients 5th degree of approximation physical condition of concrete diagrams that can be applied in the calculation of the strength of reinforced concrete elements are proposed.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Поліном, функція, коефіцієнти, апроксимація.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Залежність між напруженнями σ_c і деформаціями ϵ_c бетону при короткотривалому осьовому навантаженні для нелінійних розрахунків конструкцій за [1] пропонується у вигляді дробово-раціональної та поліноміальної 5-го степеня функцій. Використання цих функцій призвано найближче до реальності відображати роботу бетону елемента в нормальному перерізі в процесі осьового деформування на усіх стадіях дії навантаження. Але, порівнюючи обидві залежності, слід відзначити, що на

відміну від дробово-раціональної функції, як показує аналіз робіт [1 – 9], поліном 5-го ступеня більш зручний для диференціювання та інтегрування. Також ці та інші роботи вказують на основний недолік, що існує між цими функціями, а саме: їх розбіжність між собою.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ, У КОТРИХ ЗАПОЧАТКОВАНО РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ

Останні 20 років як в Україні, так і за її межами ведуться дослідження в напрямі створення апроксимації повних діаграм фізичного стану бетону. Багато із публікацій присвячені висвітленню як переваг, так і недоліків функцій $\sigma_c - \varepsilon_c$, а також порівняльному їх аналізу [2, 5]. Але вказані роботи не наводять даних щодо збіжності залежностей $\sigma_c - \varepsilon_c$ за [1].

ВИДІЛЕННЯ НЕ РОЗВ'ЯЗАНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, ЯКИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ СТАТТЯ

Якщо проаналізувати обидві функціональні залежності на ділянці $\varepsilon_c \geq \varepsilon_{cl}$, то можна помітити, що вони мають значну розбіжність, чого не повинно бути. Усунути цей недолік можна гармонізацією обох функцій між собою за рахунок уточнення коефіцієнтів A_n поліному 5-го ступеня до рівня, коли функції (3.4) та (3.5) за [1] максимально співпадатимуть на ділянці $\varepsilon_{cl} \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu1}$.

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ

З метою досягнення необхідної збіжності графіків дробово-раціональної функції та поліному 5-го ступеня для максимально можливого діапазону $\varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu1}$, запропоновано в поліномі 5-го ступеня

$$\sigma_c = f_c \sum_{n=1}^5 A_n \eta_i^n, \quad (1)$$

коефіцієнти A_n обчислювати за формулами:

$$A_1 = \frac{E_c \cdot \varepsilon_{cl}}{f_c}; \quad (2)$$

$$A_2 = -\frac{1}{2} \left(A_1 + \sum_{n=3}^5 n A_n \right); \quad (3)$$

$$A_3 = -2 + A_1 - \sum_{n=4}^5 (n-2) A_n; \quad (4)$$

$$A_4 = -\frac{10 A_5 \eta_u^2 + 10 A_5 \eta_u + 3 A_1 - 6}{6 \eta_u}; \quad (5)$$

$$A_5 = -\frac{3(A_1 - 2)(2\eta_u - A_1\eta_u + 1)}{(4\eta_u^2 - 2\eta_u + 1)(A_1\eta_u - 2\eta_u + 1)}; \quad (6)$$

де f_c – границя міцності бетону на стиск;

A_n – коефіцієнти полінома (1), котрі характеризують міцності властивості бетону;

$\eta_i = \varepsilon_c / \varepsilon_{c1}$ – рівень деформацій при осьовому стиску;

ε_c – поточне значення відносних деформацій бетону;

ε_{c1} – критичні значення відносних деформацій бетону, котрі відповідають його міцності f_c при осьовому стиску на діаграмі $\sigma_c - \varepsilon_c$.

Для обчислення коефіцієнтів за (2) – (6) пропонується додатково застосовувати отримані формули викладені в [3, 7]:

$$\eta_u = -0,024A_1^2 + 0,189A_1 + 0,986, \quad (7)$$

$$\varepsilon_{c1} = 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot f_c^{0,31}, \quad (8)$$

$$E_c = 11 \cdot 10^3 \cdot f_c^{0,3}. \quad (9)$$

Результати обчислення за (2) – (9) коефіцієнтів A_n для поліному 5-го степеня представлені у табл. 1 та 2.

Таблиця 1

Коефіцієнти A_n для нелінійного розрахунку бетонних та залізобетонних елементів з бетону міцністю С8/10 – С25/30

Клас міцності бетону					
	С8/10	С12/15	С16/20	С20/25	С25/30
f_{cd} , МПа	6	8,5	11,5	14,5	17
A1	3,828	3,342	2,97	2,714	2,55
A2	-6,1262	-4,5798	-3,4342	-2,6754	-2,2168
A3	5,1799	3,3414	2,0258	1,1983	0,7316
A4	-2,295	-1,312	-0,631	-0,225	-0,015
A5	0,413	0,208	0,069	-0,012	-0,051

Таблиця 2

Коефіцієнти A_n для нелінійного розрахунку бетонних та залізобетонних елементів з бетону міцністю С30/35 – С50/60

Клас міцності бетону						
	С30/35	С32/40	С35/45	С40/50	С45/55	С50/60
f_{cd} , МПа	19,5	22	25	27,5	30	33
A1	2,418	2,306	2,194	2,114	2,044	1,969
A2	-1,8642	-1,5896	-1,3385	-1,1809	-1,062	-0,9625
A3	0,4042	0,1821	0,0246	-0,032	-0,0307	0,0382
A4	0,114	0,179	0,189	0,15	0,073	-0,065
A5	-0,071	-0,078	-0,069	-0,051	-0,024	0,021

Використовуючи дані табл. 1 та 2 виконано порівняння графіків гармонізованого поліному 5-го степеня та дробово-раціональної функції за [1], представлене на рис. 1.

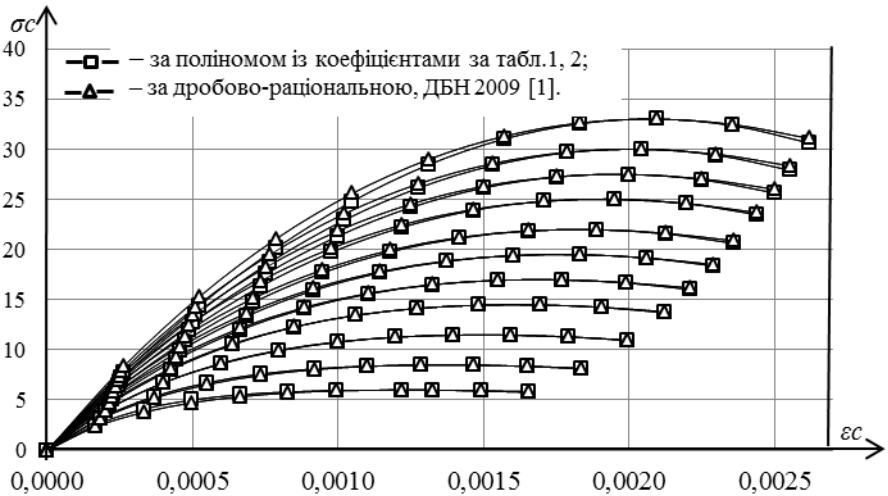


Рис. 1. Порівняльні графіки гармонізованого поліному 5-го степеня з дробово-раціональною функцією за (3.4 за [1])

Для С8/10 – С35/45 середнє арифметичне відхилення за співвідношенням значень отриманих за поліномом до значень знайдених за дробово-раціональною функцією становить 0,997, а для С40/50 – С50/60 – 0,945.

ВИСНОВОК

Із аналізу рис. 1 видно, що між дробово-раціональною функцією та поліномом 5-го степеня досягнуто спільної збіжності, шляхом гармонізації коефіцієнтів поліному 5-го степеня. Це дало можливість точніше відобразити напружено-деформований стан залізобетонного елемента в розрахунках за граничними станами першої групи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування: ДБН-09.01.2009. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 97 с.
2. Ромашко В.М. Деякі особливості діаграми деформування бетону // Ресурсо-економні матеріали, конструкції, будівлі та споруди / Ромашко В.М. // зб. наук. праць Національного університету водного господарства та природо-користування. – Рівне, 2006. – Вип. 14. – С. 294-301.
2. Митрофанов В.П. Алгоритм рішення задач прочності нормальних сечених залізобетонних елементів на основі екстремальних критеріїв / В.П. Митрофанов, П.Б. Митрофанов // Науковий вісник будівництва: зб. наук. праць. – Х.: ХДТУБА, 2012. – Вип. 69 – С. 137 – 149.
3. Павліков А. М. Розв'язання задач міцності позациентрово стиснутих залізобетонних елементів у нормальному перерізі на основі нелінійної діаграми стану бетону / А.М. Павліков, П.А. Юрко // Галузеве машинобудування, будівництво: зб. наук. праць. – Полтава: ПолтНТУ, 2011. – Вип.1 (29). – С. 61 – 65.
4. Павліков А.М. Дослідження деформаційних властивостей бетону та його апроксимація діаграмами / А.М. Павліков, П.А. Юрко, А.Г. Прудкий // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2008. – Вип.30. – С. 238 – 242.
5. Павліков А.М. Порівняльний аналіз апроксимацій діаграм стану бетону / А.М. Павліков, Д.Ф. Федоров // Галузеве машинобудування, будівництво: зб. наук. праць. – Полтава: ПолтНТУ, 2007. – Вип. 20 . – С. 41 – 45.
6. Байков В.Н. Построение зависимости между напряжениями и деформациями сжатого бетона по системе нормируемых показателей / В.Н. Байков, С.В. Горбатов, З.А. Димитров // Изв. вузов. Стр-во и архит. – 1977. – №6. – С.15–19.
7. Кодекс-образец ЕКБ-ФИП для норм по железобетонным конструкциям. Том II. – М.: НИИЖБ, 1984. – 284 с.
8. Митрофанов В.П. До розрахунку граничних значень деформацій бетону в розв'язанні задач міцності нормальних перерізів залізобетонних елементів / В.П. Митрофанов, А.М. Павліков // Галузеве машинобудування, будівництво: зб. наук. праць. – Полтава: ПолтНТУ, 2003. – Вип. 13. – С. 28–33.
9. Павліков А.М. Напружено-деформований стан навскісно завантажених залізобетонних елементів у закритичній стадії: дис. ... докт. техн. наук : 05.23.01 / А.М. Павліков. – Полтава, 2007. – 358 с.

Стаття надійшла до редакції 01.-3.2013 р.