

ПОРІВНЯННЯ СПОСОБІВ УРАХУВАННЯ СПІЛЬНОЇ ДІЇ ЗМІННИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА НЕСУЧІ КОНСТРУКЦІЇ

В. Пашинський, д-р техн. наук, професор
Центральноукраїнський національний технічний університет

Спільна дія змінних навантажень, що мають випадкову природу, враховується коефіцієнтами сполучення згідно з правилами, встановленими в нормативних документах. Різні норми проєктування встановлюють різні значення коефіцієнтів сполучення, залежні від виду граничного стану, розрахункової ситуації та особливостей діючих навантажень. Норми [1, 2, 3] використовують загальні коефіцієнти сполучення, на які множиться сума розрахункових зусиль від діючих навантажень. Нормами [4, 5] встановлені роздільні коефіцієнти сполучення, на які множаться розрахункові зусилля від кожного діючого навантаження. Істотні відмінності правил урахування спільної дії змінних навантажень, встановлених різними нормативними документами, спонукають до порівняння цих правил з метою вибору раціонального способу сполучення зусиль.

Аналіз показав, що в якості еталонних значень для порівняльного аналізу доцільно використати коефіцієнти сполучення з ДСТУ [3], які раніше були включені до ДБН [2]. Ці коефіцієнти сполучення отримані на базі результатів метеорологічних спостережень за швидкістю вітру та вагою снігового покриву на сотні метеостанцій з різних географічних районів, а також численних результатів вимірювання навантажень від мостових кранів у різних металургійних та машинобудівних цехах. Достатнє статистичне обґрунтування, підтверджене роботами [6, 7], дозволяє прийняти коефіцієнти сполучення з [3] у якості базових та порівнювати з ними результати обчислення розрахункових зусиль за правилами інших норм [1, 4, 5].

ДСТУ Б В.2.6-210:2016 [3] враховує спільну дію навантажень від снігу, вітру та мостових кранів загальним коефіцієнтом сполучення, який обчислюється залежно від часток цих навантажень C_C , C_B і C_K у складі сумарного зусилля в елементі конструкції. Підстановка до формули з ДСТУ [3] наведених там же значень числових коефіцієнтів дає спрощений варіант розрахункової формули:

$$\psi = \frac{C_C}{1,56 - 0,56 \cdot C_C} + \frac{C_B}{1,69 - 0,69 \cdot C_B} + \frac{C_K}{1,66 - 0,66 \cdot C_K} . \quad (1)$$

За формулою (1) обчислені коефіцієнти сполучення для 231 можливої комбінації навантажень від снігу, вітру та мостових кранів, які визначаються частками цих навантажень C_C , C_B і C_K , що змінюються з кроком 0,05. Результатом обчислень є провисаюча поверхня зі значеннями $\psi = 1$ при дії лише одного навантаження та мінімальним значенням $\psi = 0,702$ при приблизно рівних частках усіх трьох навантажень.

ДБН В.1.2-2:2006 видання 2007 р. [1] також встановлювали загальний коефіцієнт сполучення $\psi = 1$ при урахуванні одного змінного навантаження та $\psi = 0,9$ при урахуванні двох і більше змінних короткочасних навантажень.

ДБН В.1.2-2:2006 видання 2020 р. [4] використовують роздільні коефіцієнти сполучення за принципом: перше – з впливом на сумарне зусилля навантаження враховується з коефіцієнтом сполучення $\psi = 1$, друге – з $\psi = 0,8$, а всі інші з $\psi = 0,6$.

Європейські норми [5] також враховують роздільні коефіцієнти сполучення. Найбільше за впливом провідне навантаження враховується без зниження, а всі інші – з коефіцієнтами сполучення, залежними від призначення будівлі, виду навантаження (сніг, вітер тощо) та мети розрахунку.

За правилами норм [4, 5], які встановлюють роздільні коефіцієнти сполучення, також

обчислені сумарні зусилля в елементі конструкції для 231 комбінації навантажень від снігу, вітру та мостових кранів. Ці комбінації визначаються частками навантажень C_s , C_v і C_k , що змінюються з кроком 0,05. Розглядаються елементи з сумою зусиль від розрахункових навантажень, рівною одиниці. При цьому сумарне зусилля еквівалентне загальному коефіцієнту сполучення, що дозволяє порівняти розрахункові зусилля за [4, 5] з коефіцієнтами сполучення за [1, 3].

Порівняння результатів обчислення сумарних зусиль за правилами норм [1, 4, 5] з коефіцієнтами сполучення з ДСТУ [3] зроблене в таблиці 1. Окрім мінімального та середнього для 231 комбінації зусиль від кранового, вітрового та снігового навантаження, в таблиці наведені також відсотки відхилення коефіцієнтів сполучення (розрахункових зусиль в елементах конструкцій) від коефіцієнтів сполучення за ДСТУ Б В.2.6-210 [3].

Таблиця 1 – Порівняльні характеристики методів урахування спільної дії навантажень

Нормативний документ	Зусилля в елементі		Відхилення від ДСТУ Б В.2.6-210		
	мінімум	середнє	мінімум	максимум	середнє
ДСТУ Б В.2.6-210:2016 [3], ДБН 362-92 [2]	0,702	0,778			
ДБН В.1.2-2:2006 видання 2007 р. [1]	0,900	0,903	-1,6	+28,2	+16,7
ДБН В.1.2-2:2006 зі змінами №1 і №2 видання 2020 р. [4]	0,810	0,907	0,0	+21,8	+16,9
ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 (EN 1990:2002, IDN) [5]	0,755	0,857	0,0	+16,5	+10,2

З таблиці видно, що використання формули (1) з ДСТУ Б В.2.6-210:2016 [3] дає найменші розрахункові зусилля в елементах конструкцій. Зменшення зусиль порівняно з ДБН В.1.2-2:2006 видання 2007 р. та 2020 р. у середньому становить близько 17%, а в окремих випадках може сягати 28% чи 22%. Порівняно з європейськими нормами, реалізованими в ДСТУ [5], використання формули (1) дає середнє зниження розрахункових зусиль у 10%, а в деяких випадках 16,5%.

Виконане порівняння підтверджує доцільність використання коефіцієнтів сполучення короточасних змінних навантажень, встановлених у ДСТУ Б В.2.6-210:2016 "Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються".

Список літератури

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2007. – 50 с.
2. ДБН 362-92. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації / Держбуд України – К.: Укрархбудінформ, 1995.- 46 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-210:2016. Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються. К.: Мінрегіон України, 2016. – 53 с.
4. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною №1 і №2. К.: Мінбуд України, 2020. – 68 с.
5. ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 (EN 1990:2002, IDN). Система надійності та безпеки у будівництві. Настанова. Основи проектування конструкцій. К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 101 с.
6. Пашинський В.А. Сполучення зусиль від от атмосферних и кранових навантажень, що діють на сталеві каркаси одноповерхових виробничих будівель (рос.): Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.01 / М., 1986.- 23 с.
7. Пашинський В.А. Атмосферні навантаження на будівельні конструкції на території України.- К.: УкрНДІпроектстальконструкція, 1999.- 185 с.