УДК 624.014

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕНТРАЛЬНО СТИСНУТИХ СТАЛЕВИХ КОЛОН З КРУГЛИХ ТРУБ

Р. Асланян, група БІ-24Мз,
В. Загороднюк, група БІ-24мб
В. Пашинський, науковий керівник, доктор технічних наук, професор
Центральноукраїнський національний технічний університет

Сталеві колони з круглих труб використовуються в каркасах громадських будівель, а також у якості опор транспортерних галерей, естакад, шляхопроводів та інших споруд. За рахунок більших радіусів інерції, порівняно з двотавровими перерізами рівної площі, такі колони мають більшу несучу здатність. Окрім того вони характеризуються кращим захистом від корозії та досить естетичним зовнішнім виглядом. Для обґрунтованого вибору такого типу колон досліджені їх конструктивні параметри, виявлені й описані залежності діаметра й погонної маси стержня трубчастої колони від її висоти та діючого навантаження.

Для експериментального проєктування використано скорочений сортамент електрозварних труб [1], який містить 57 профілів від 70×4 мм до 325×20 мм при середньому кроці зміни площі поперечного перерізу 5,8%. Виходячи з найбільшого допустимого згідно ДБН [2] значення гнучкості стиснутого стержня 200, заплановано запроєктувати колони висотою 4, 8, 12, 16, 20 м зі сталей класів міцності С245 та С345. Розрахунки виконані в середовищі Microsoft Excel згідно з вимогами ДБН [2] щодо стійкості центрально стиснутого стержня. З урахуванням граничної несучої здатності найбільшого перерізу з труби 325×20 мм підібрані перерізи 27 колон сталі С245 та 31 колони зі сталі С345.

У результаті підбору перерізів отримані табличні залежності діаметра й погонної маси стержня колони від її висоти та навантаження. Ці залежності описані аналітичними виразами, коефіцієнти яких визначені методом найменших квадратів за технологією, викладеною в посібнику [3].

Діаметр стержня колони зростає при збільшенні її висоти та діючого навантаження, як показано на рисунку 1. Це зростання близьке до лінійного, але обмежується найбільшим у використаному сортаменті діаметром 325 мм і тому описане апроксимуючими формулами:

$$D = 0{,}118 \times N + 15{,}5 \times L + 16{,}8 \le 325 \text{ – для сталі С245,} \quad (1)$$

$$D = 0{,}115 \times N + 15{,}9 \times L + 10{,}5 \le 325 \text{ – для сталі С345,} \quad (3)$$

де D – діаметр труби в міліметрах;
N – навантаження в кілоньютонах:
L – розрахункова довжина колони в метрах.

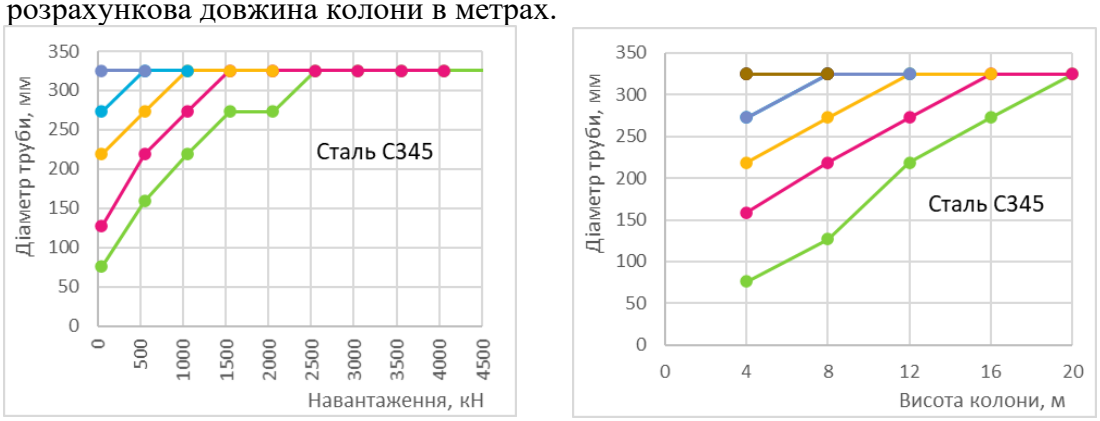


Рисунок 1 – Залежності діаметра труби від навантаження та висоти колони

При великих значеннях навантаження й висоти колони формули (1), (2) дають величину діаметра, більшу за 325 мм. Тому при отриманні D > 325 мм, слід прийняти діаметр стержня колони D = 325 мм.

Погонна маса стержня колони (в кг/м) нелінійно зростає при збільшенні навантаження й висоти колони і виражається формулами, вид яких був обґрунтований у статті [4] як універсальний для колон різних типів. Підстановка коефіцієнтів, визначених методом найменших квадратів [3], дає робочі формули:

$$g = 0{,}0264\left(N + 822\right) exp\left(0{,}055\ L\right) - 21 \text{ – для сталі С245,} \quad (3)$$

$$g = 0{,}0182\left(N + 685\right) exp\left(0{,}077\ L\right) - 11 \text{ – для сталі С345,} \quad (4)$$

де N і L – навантаження й розрахункова довжина колони, як і в формулах (1), (2).

Зменшення маси колон при використанні сталі С345 представлене на рисунках 2 і 3. З графіка на рисунку 2 видно, що при висотах колон 16 м і більше унаслідок великої гнучкості стержнів переріз не залежить від класу міцності використаної сталі. При висоті колони 4 м середня економія сталі дорівнює 20%, а в окремих випадках може перевищити 30%. Гістограма розподілу з рисунка 3 показує, що для значної кількості порівняних колон, які мають велику гнучкість, економія сталі не перевищує 5%.

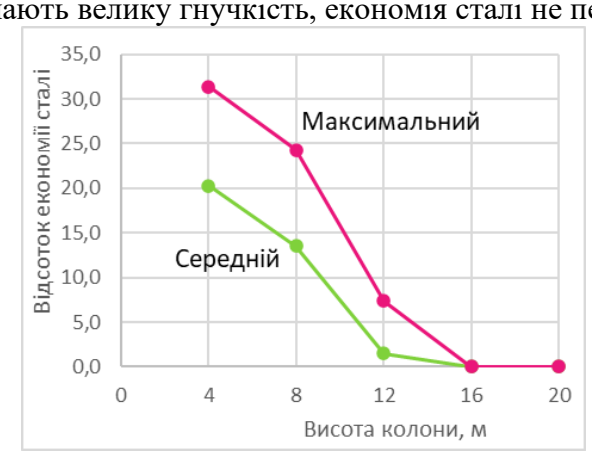


Рисунок 2 – Відсотки економії сталі залежно від висоти колони



Рисунок 3 – Гістограма розподілу відсотків економії сталі

Таким чином, отримані в результаті дослідження апроксимуючі формули (1)…(4) дозволяють, не виконуючи підбору перерізу, орієнтовно оцінити діаметр і масу стержнів центрально стиснутих колон з круглих труб зі сталей С245 та С345, залежно від відомих значень навантаження й висоти колони. Похибки цих формул не виходять за межі ±20%. Використання сталі підвищеної міцності С345 замість низьковуглецевої сталі С245 призводить до істотного зменшення металоємності колон невеликої висоти (до 8…10 м), а при більших висотах перерізи та металоємність колон не залежать від класу міцності сталі.

Список літератури

1. ДСТУ 8943:2019. Труби сталеві електрозварні. Технічні умови. – Київ: 2020. – 18 с.
2. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі зміною № 1. К., 2022. – 220 с.
3. Пашинський В.А., Пашинський М.В. Статистичні методи в інженерних дослідженнях. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти з інженерних спеціальностей. - Кропивницький: ЦНТУ, 2020. - 106 с.
4. Пашинський В.А. Вагові характеристики та галузі раціонального використання сталевих центрально стиснутих колон / В.А. Пашинський, М.В. Пашинський, І.О. Скриннік, В.В. Дарієнко // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: Збірник наукових праць. Випуск 12. – Луцьк: ЛНТУ, 2019. – С. 146-154. Режим доступу: https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/construction/uk/article/view/152.