Keywords: energy consumption anomalies, greenhouses, machine learning, synthetic data, IoT, ESP32, food security.

УДК 624.014 DOI 10.31521/978-617-7149-94-0-5

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІТРОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ СТАЛЕВИХ КАРКАСІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Богданов С.І., старший викладач
Миколаївський національний аграрний університет
https://orcid.org/0000-0001-7207-2546

Анотація: У роботі проведено узагальнення підходів до визначення експлуатаційних характеристик елементів аркових металевих систем, зокрема їх міцності, стійкості та надійності в залежності від дії вітру. Особливу увагу приділено принципам проєктування конструкцій із мінімальною матеріаломісткістю за умови забезпечення нормативного рівня надійності у всіх характерних перерізах. З урахуванням курсу України на гармонізацію нормативної бази з європейськими стандартами актуалізується потреба у зіставленні підходів до забезпечення надійності конструкцій. Це стосується як загальних принципів проєктування, так і специфіки розрахунку легких металевих каркасів.

Ключові слова: вітрове навантаження, сталеві конструкції, гнучкі елементи, аркові системи, несуча здатність, коефіцієнт запасу, стійкість, надійність.

Постановка проблеми. Ефективне функціонування аграрного сектору значною мірою залежить від умов зберігання продукції, що безпосередньо пов’язано з поняттям продовольчої безпеки. Одним із сучасних рішень є використання швидкомонтованих будівель із легких металевих конструкцій, які відзначаються мобільністю, технологічністю та економічністю.

Застосування таких споруд дозволяє скоротити строки будівництва, зменшити витрати на транспортування та забезпечити можливість повторного використання конструктивних елементів. Проте при цьому особливої ваги набуває питання забезпечення їхньої надійності протягом усього терміну експлуатації.

Сучасні тенденції проєктування спрямовані на зниження матеріаломісткості конструкцій, що потребує більш точного врахування факторів, які впливають на їхню роботу. У зв’язку з цим виникає необхідність переходу від детермінованих методів розрахунку до ймовірнісних підходів, які дозволяють враховувати випадковий характер навантажень і властивостей матеріалів.

Огляд сучасних досліджень. Результати експериментальних досліджень сталевих каркасів із гнучкою стінкою та елементами, сформованими з холодногнутих профілів, наведені у роботах, присвячених натурним випробуванням рамних систем значного прольоту [1]. У зазначених дослідженнях узагальнено підходи до визначення міцності та втрати стійкості елементів сталевих каркасів.

У представленій роботі виконано оцінку впливу вітрового навантаження на напружено-деформований стан каркасів, сформованих із універсальних конструктивних елементів. Для аналізу було прийнято 14 варіантів конструктивних схем (табл. 1), кожна з яких включає вісім однакових елементів.

Визначення вітрового навантаження здійснювалося відповідно до чинних нормативних документів [3], а для окремих випадків – із використанням результатів попередніх досліджень [2]. Оцінювання роботи каркасів проводилося через визначення силового потоку в елементах конструкції при дії як постійних, так і тимчасових (вітрових) навантажень. Додатково розглядався варіант, у якому враховувалося лише постійне навантаження, що дало змогу виконати порівняльний аналіз.

Окрему увагу приділено дослідженню впливу характеру розподілу вітрового навантаження – симетричного та несиметричного (рис. 2). Прийнята методика розрахунку базується на визначенні залежностей зміни силового потоку залежно від геометрії каркасу та типу навантаження.

Методика та підхід до дослідження. Основою дослідження є аналіз роботи сталевих каркасів, сформованих із уніфікованих елементів, за різних схем навантаження. Розглянуто декілька варіантів геометричних конфігурацій, що відрізняються формою та розташуванням елементів.

Розрахунок вітрових впливів здійснювався відповідно до чинних нормативів, а також із урахуванням результатів попередніх наукових досліджень. Для кожної конструктивної схеми визначався розподіл внутрішніх зусиль при:

- дії лише постійного навантаження;
- комбінованій дії постійного та вітрового навантажень.

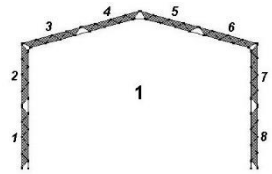
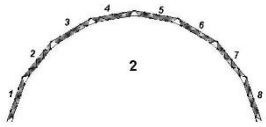
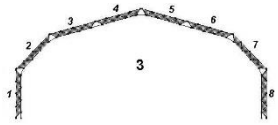
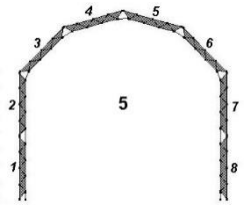
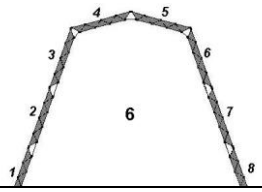
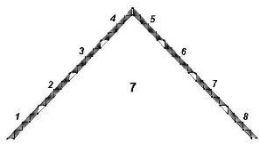
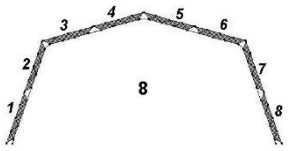
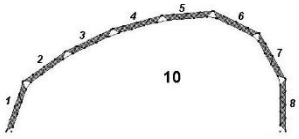
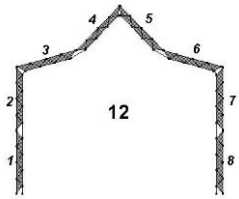
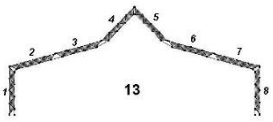
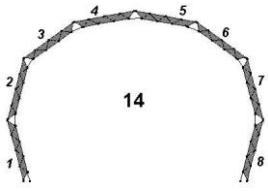
Окремо проаналізовано два принципово різні випадки прикладання вітрового навантаження:

- симетричний вплив;
- асиметричний вплив.

Ключовим параметром оцінювання виступає силовий потік, який дозволяє узагальнено характеризувати напружений стан конструкції.

Основні результати. Проведений аналіз дозволив виявити суттєвий вплив характеру прикладання вітрового навантаження (симетричного або асиметричного) на роботу каркасної системи. Отримані залежності свідчать про те, що геометрія конструкції відіграє визначальну роль у формуванні внутрішніх зусиль.

Таблиця 1

Архітектурна форма каркасу	Силовий потік при дії навантаження		Архітектурна форма каркасу	Силовий потік при дії навантаження	
	постійного	вітрового		постійного	вітрового
	142.08	263.14		63.21	75.00
	154.26	96.46		216.53	154.62
	94.83	97.28		72.15	356.15
	126.99	181.45		103.49	326.37
	169.51	156.72		152.69	83.86
	142.26	185.45		132.02	263.71
	228.88	248.29		140.76	47.26

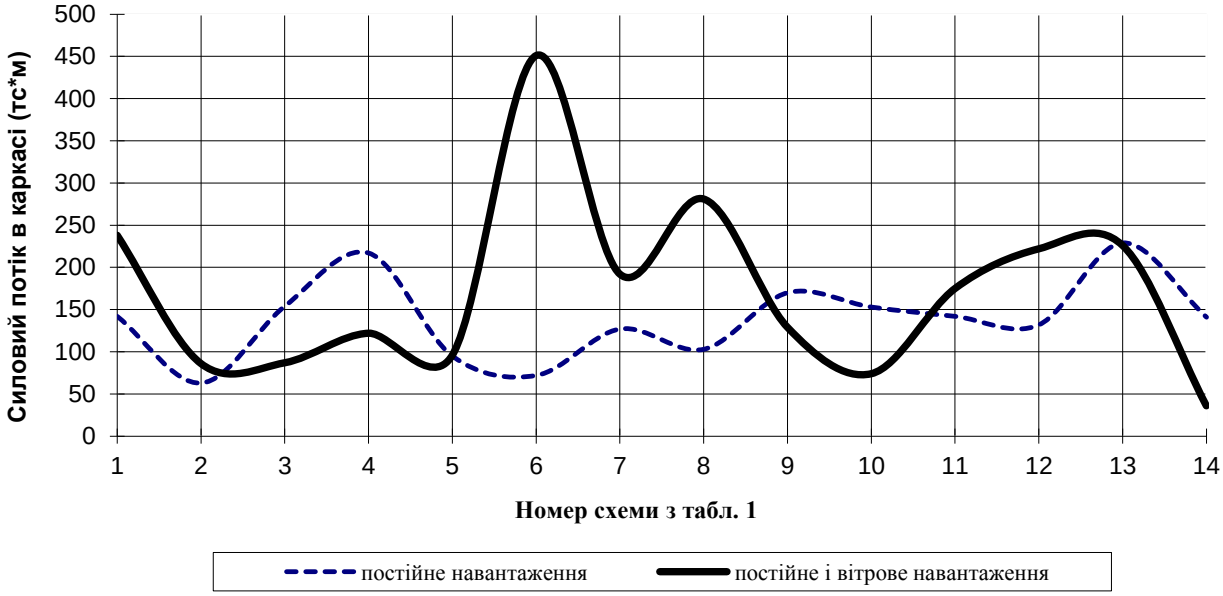


Рис. 1

Рис. 2

Встановлено, що для окремих схем величини зусиль від вітрового навантаження значно перевищують аналогічні показники від власної ваги конструкції, що вказує на їхню конструктивну неефективність. Водночас визначено групу конфігурацій, для яких спостерігається більш рівномірний розподіл зусиль, що дозволяє вважати їх раціональними з точки зору проєктування.

Також виявлено випадки, коли визначальним фактором у роботі конструкції залишається постійне навантаження, незалежно від впливу вітру.

Узагальнення та практичне значення. Отримані результати підтверджують, що геометричні параметри каркасу безпосередньо впливають на його чутливість до вітрових дій. Це означає, що оптимізація форми конструкції

може бути не менш ефективною, ніж підсилення окремих елементів. Використання імовірнісних методів дозволяє більш адекватно оцінювати реальні умови роботи конструкцій та уникати як перевитрати матеріалу, так і недооцінки небезпечних факторів.

Висновки. Результати дослідження підтверджують доцільність урахування варіативності навантажень при проєктуванні сталевих каркасів. Використання ймовірнісних методів дозволяє більш точно оцінювати надійність конструкцій та обґрунтовувати вибір оптимальних схем. Запропонований підхід може бути використаний при розробці нових конструктивних рішень у сфері легких металевих конструкцій, зокрема для об'єктів сільськогосподарського призначення.

Список використаних джерел

1. Натурні випробування сталевої рами прогину 3 м.
2. ДБН В.2.6-163:2010. Конструкції будинків і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу [Текст] : чинний з 2011–09-01 Київ : Мінрегіонбуд України, 2011 202 с.
3. Числовий метод визначення напружено-деформованого стану і критичних навантажень втрати стійкості арок / В. С. Шебанін, І. І. Хилько, С. І. Богданов, В. Г. Богза // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture Polish Academy of Sciences University of Engineering and Economics in Rzeszow, Lublin-Rzeszow, 2013. Vol. 15, No. 2P. 129-132, URL: http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/927 (дата звернення 14.11.18).

Abstract: The paper summarizes approaches to determining the operational characteristics of elements of arched metal systems, in particular their strength, stability and reliability. Particular attention is paid to the principles of designing structures with minimal material consumption while ensuring the regulatory level of reliability in all characteristic sections.

Keywords: wind load, steel structures, flexible elements, arch systems, bearing capacity, safety factor, stability, reliability.