

Ефективність роботи елементів конструкцій великопрогонних покриттів

Розглянута проблема забезпечення ефективної роботи елементів великопрогонних покриттів будівель в залежності від їх конструктивної форми з урахуванням функціональності та конструктивної надійності. Проаналізовано окремі елементи покриття з погляду оптимізації їх роботи.

При проектуванні раціональної просторової конструкції конструктивно вирішуються два завдання: по-перше, геометрія стрижньової системи і по-друге вузлове з'єднання стрижнів. Геометрія просторового покриття суттєво впливає на його раціональність. Необхідно брати до уваги відповідність конструкцій конкретним вимогам стосовно роботи їх елементів, розмірів, ефективності використання матеріалів, економічним та естетичним показникам [1]. При великих прольотах раціонально застосовувати просторові конструкції внаслідок їх підвищеної надійності, міцності та жорсткості [2]. Розвиток сучасного будівництва можливий тільки на основі економічно ефективних, надійних, технологічних конструкцій із застосуванням прогресивних напрямків проектування і будівництва.

Одним із напрямків підвищення ефективності будівельного виробництва є широке застосування просторових конструкцій покриття. Ефективність застосування таких конструкцій у порівнянні з традиційними стійчато-балочними системами обумовлена зниженням матеріаломісткості несучого каркасу, зниженням трудомісткості виготовлення і монтажу, можливістю перекривати, як малі, так і великі прольоти, створювати будівлі універсального призначення високої архітектурної виразності [3].

У сучасному проектуванні важливу роль відіграє чинник мінімізації витрат на будівництво. Конструкторські рішення таких споруд дуже часто є складними та потребують особливого підходу та технічних рішень. Треба врахувати такі чинники, як виготовлення, транспортування, монтаж, навантаження на фундаменти, витрати матеріалу, трудовитрати тощо. Необхідно проаналізувати ефективність використання перекриття, беручи до уваги корисний об'єм будівлі, розміри перекриття, конструктивні особливості, проаналізувати роботу елементів конструкції, що впливає на ефективність роботи великопрогонного покриття, ефективність використання матеріалу, вибрати оптимальний з економічного та естетичного погляду варіант покриття [3].

Сполучні стрижні разом з вузлами утворюють простір між ними – так званий структурний елемент. Геометрично структурні елементи можуть бути у вигляді тетраедра, куба та інших багатограних фігур. Від побудови просторово-стрижньової схеми залежить можливість конструювання нескладного вузлового з'єднання та її раціональність в цілому, що суттєво впливає на один з ключових факторів – економічність конструкції [1].

При проектуванні конструктивної схеми можна підходити з мінімальними доопрацюванням стосовно елементів, та їх з'єднань, використовуючі конструкції, розроблені для плоских структур. Розрахунки просторової структурної конструкції розроблені шляхом адаптації і доопрацювання плоских структур.

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика конструктивних схем

PM(просторова схема)		PM-1(плоска схема)		PM-2(плоска схема)	
Лінійне переміщ.	Кутове переміщ.	Лінійне переміщ.	Кутове переміщ.	Лінійне переміщ.	Кутове переміщ.
Z, мм	Uy, мм	Z, мм	Uy, мм	Z, мм	Uy, мм
-31.34	12.51	-44.63	16.34	-36.37	14.46

Плоскі просторові конструкції складаються з великої кількості структурних елементів і мають повторювану структуру. Елементи в покриттях розташовуються за однаковими напрямками у просторі. Плоскі просторові покриття являють собою конструктивну систему об'ємних елементів – структурних блоків. Робота конструкції покриття змінюється у випадку зміни положення стрижнів в елементах структурних блоків. Така зміна тягне за собою зміну напружено – деформованого стану конструкцій [3].

Таблиця 2.

Робота елементів блоків при зміні положення стержнів

Орієнтація стержня	Положення стержня	Максимальні зусилля N в стержнях, т			
		Елемент 1		Елемент 2	
		Розтяг	Стиск	Розтяг	Стиск
Горизонтальна по осі X	Контурний	9.55	-14.35	14.45	-6.08
Горизонтальна по осі Y	Серединний	12.61	-9.32	11.57	-8.14
Вертикальна	Контурний	3.14	-15.61	2.61	-3.58
Похила по осі X	Контурний	11.24	-6.13	5.22	-8.17
Похила по осі Y	Серединний	5.91	-4.18	4.53	-5.08
Діагональна	Серединний	2.85	-4.94	3.07	-5.44

Логічним наступним кроком розвитку сталевих конструкцій є створення систем одностадійного оптимального проектування. В них форма архітектурної оболонки, як характеристики внутрішнього каркасу і будівлі загалом, є результатом розрахунку з урахуванням великої кількості параметрів. Вибір архітектурної та конструктивної форми є єдиним

результатом алгоритмічних оптимізаційних розрахунків з урахуванням моделювання життєвого циклу будівель [5].

Математична модель задачі оптимального проектування конструкцій об'єднує критерій якості, множину незалежних змінних проектування та обмеження, які відображають у загальному випадку нелінійні взаємозв'язки між ними. У залежності від типу функції мети виділяються наступні постановки задач оптимізації: детерміновані, імовірнісні, багатокритеріальні[4].

При розрахунках застосовують спеціальні методи розв'язку задач оптимізації металевих конструкцій: градієнтні методи, метод оптимізації Нелдера-Міда, метод генетичних алгоритмів, метод гібридних генетичних алгоритмів. Для вирішення задач оптимізації часто використовують програмне забезпечення OptCAD, математичний апарат якого поєднує метод скінчених елементів для виконання статичного лінійного аналізу стержневих систем та градієнтний метод для вирішення задачі параметричної оптимізації [6].

Висновки

При оптимізації конструкцій розглядають *параметричні задачі*, які обмежені при зміні параметрів встановленням їх конструктивної форми. Беручи за основу *конструктивне рішення об'єкта* на стадії технічного проекту, оптимізація конструктивної форми виконується варіюванням параметрів при заданій формі, характері з'єднання елементів, умовах закріплення та навантаженнях.

Список літератури

1. Машков І.Л., Скребнева С.М., Глушаниця А.І. Оцінка роботи покриттів будівель з урахуванням конструктивних рішень їх структурних елементів. АВІА-2023: XVI Міжнародна науково-технічна конференція. Секція 20. – К.: НАУ, 2023. – С.20.41-20.43.
2. Білик А. С. Сталь в реконструкції будівель: монографія. Київ: «Обнова компанії». – 2018. – 174 с.
3. Машков І.Л., Скребнева С.М., Баранецька Д.С., Глушаниця А.І. Аналіз ефективності роботи елементів просторового покриття. Збірник наукових праць «Теорія та практика дизайну». – 2023. № 27. С. 31– 39.
4. Білик А.С., Беляєв М.А. ВІМ – моделювання. Огляд можливостей та перспективи в Україні. Збірник праць «Промислове будівництво та інженерні споруди». – 2015. № 2. С. 9–16.
5. Білик А. С., Білик С. І. Головні напрямки сучасного розвитку металевих конструкцій будівель і споруд. Вісник ОДАБА «Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини». – 2021. № 25. С. 5–12.
6. Пелешко І.Д., Юрченко В.В. Оптимальне проектування металевих конструкцій на сучасному етапі. Збірник праць «Металеві конструкції». – 2009. № 1, Том 15. С. 13–21.