

УДК 658.21/.23

Каменев О.С.¹, Загребін В.В.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка

² студ. гр. БАД-112сп НУ «Запорізька політехніка»

ІНЖЕНЕРНІ ВИКЛИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ У БУДІВНИЦТВІ ВИСОТНИХ СПОРУД

Висотні будівлі вимагають нового підходу для забезпечення їх специфічних характеристик. Цей новий підхід включає вдосконалення технологій будівництва та логістичних умов. Крім того, екологічні аспекти можуть надати новий вимір дизайну, процесу будівництва та задоволеності майбутніх користувачів висотних споруд. Сталість є ключовим питанням у світі висотних будівель. З урахуванням щоденних технологічних інновацій та досягнень у всьому світі, необхідно використовувати сталий концепт та відповідні технології для зниження споживання енергії та викидів CO₂.

Технологічні інновації, які використовуються у будівництві висотних будівель, виявляються в різних аспектах: геометрична форма, фундамент, захист будівельної ями, вертикальне та горизонтальне будівництво, матеріали, системи гасіння вібрації та енергоефективність. При проєктуванні різних архітектурних форм важливо визначити відношення між формою будівлі та якістю її будівництва. Висотна будівля через свою форму може стати помітним та впізнаваним елементом у міському плануванні. Складні форми та вимоги, пов'язані з висотою будівель, призводять до збільшення навантаження на структурні елементи. Будівля реагує на землетруси синусоїдальними вібраціями. Для протистояння як цим силам, так і вітровому навантаженню, крім жорсткості конструкції, використовуються передові технології пристроїв гасіння вібрацій.

Нові тенденції дизайну у геометричних формах. Висотні будинки часто проєктувалися у вигляді прямокутних блоків зі скляними фасадами. Такі будівлі хоч і практичні та естетичні, але дещо одноманітні. Сучасна архітектура намагається протистояти цій одноманітності. Крім масового

будівництва раціональних висотних будівель, відмічено появу ще однієї тенденції. Це феномен зведення «знакових» будівель, що відрізняються формою та масштабом. На основі інформації, зібраної в базі даних СТБУН, а також розглядаючи новостворені висотні будівлі, можна припустити, що наступного року покоління висотних будівель буде більше орієнтоване на аеродинамічні та криволінійні форми. Аналіз вітрового впливу на висотні будівлі показує важливість впливу форми та геометрії висотних будівель. Наприклад, у Тайбеї 101 кутові модифікації забезпечують зниження базового моменту на 25% порівняно з вихідним квадратним перетином. Аналіз форми будівлі дозволяє визначити конкретні типи основних твердих тіл або поверхонь, використовуються у всій будівлі або в її частині. Крім створення композиції будівлі використовуються різні види спотворення тіл чи поверхонь. Загалом просторові форми можна геометрично розділити на багатогранники, тіла обертання та поверхні. Багатогранники – це тіла, обмежені замкнутою поверхнею і що складаються з кінцевого числа плоских багатокутників. Друга група геометричних форм – тіла обертання, обмежені замкнутою поверхнею. обертання або тороїдальні, засновані на колі, еліпсі або іншій замкнутій фігурі. Остання група просторових форм – це поверхні, до яких відносяться: лінійні поверхні (каталанські, конічні та циліндричні), криволінійні поверхні постійної утворюючої (поворотна, тороїдальна та поступальна).

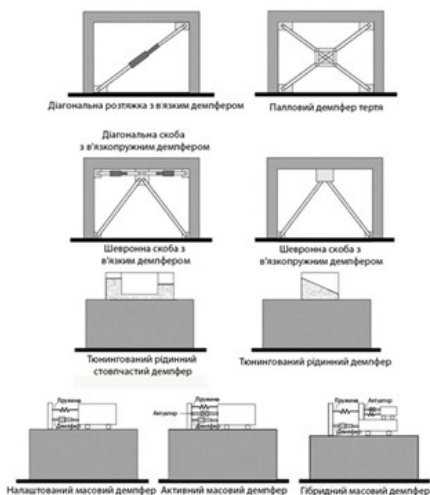


Рисунок 1 – Системи гашення вібрації

Розробка системи демпфування вібрацій, ілюстрована на прикладі Японії, показує важливість динамічної реакції висотних будівель на землетруси та вітрові навантаження. Висотні будівлі, особливо ті, що перевищують 200 м, чутливі до вітрових вібрацій. Ці вібрації можуть стати небезпечними й навіть резонансними, якщо вони відповідають частоті завихрень повітря з боку будівлі. Для управління цими рухами розроблено різні методи та пристрої розсіювання енергії. Демпфуючі пристрої можуть бути пасивними, які не вимагають додаткового підведення енергії, або активними, що пригнічують реакцію шляхом застосування виконавчих механізмів. Пасивні демпфери, через їх нижчу складність, технічне обслуговування та вартість, а також вищу надійність, використовуються частіше. Крім пасивних та активних систем, існують також змішані гібридні системи.

Прогрес у висотному будівництві тісно пов'язаний з використанням інноваційних будівельних матеріалів. Технологічні прориви в області матеріалознавства сприяли формуванню форми, висоти, конструкції та енергоефективності будівель. Первісно сталь була домінантним матеріалом у будівельних конструкціях, оскільки технологія бетону ще не була достатньо розвинена, а міцність бетону була значно нижчою за міцність сталі. Зараз бетон стає основним конструкційним матеріалом для цього типу будівель. При будівництві висотних будівель також розвиваються змішані залізобетонні технології, які використовуються у таких будівлях, як Башти-близнюки Петронас (Куала-Лумпур, Малайзія), Бурджі-Халіфа (Дубай, ОАЕ), Башта Принцеси (Дубай, ОАЕ), One57 (Нью-Йорк, США) та Kingdom Center (Ріяд, Саудівська Аравія). Зараз серед 100 найвищих будівель у світі дев'ять побудованих зі сталевих конструкцій, 30 – з залізобетону, 5 – з комбінації сталі та залізобетону, а 56 – з композитних залізобетонних конструкцій. Досягнення в області фізики призвели до створення нового покоління розумних матеріалів, які покращують акустичне, світлове, електричне та теплове середовище будівель.

Висновок. Ураховуючи специфіку висотних споруд, зменшення енергоспоживання стає викликом. Велике споживання енергії висотними будівлями спонукало до пошуку інноваційних методів підвищення енергоефективності в цій сфері. Технологія висотного будівництва вимагає високої кваліфікації та має свої особливості в деяких технологічних процесах, при цьому технічний підхід залежить від використовуваних будівельних матеріалів. Економічна ефективність проєкт значною мірою визначає час, потрібний для будівництва, тому важливо ретельно розробити та спланувати будівельний майданчик, особливо якщо об'єкт розташований в густо забудованій та розвиненій зоні з важким доступом до місця, а також при виборі оптимальних технологій для різних видів будівельних робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Asai, T.; Chang, C.M.; Phillips, B.M.; Spencer, B.F. Real-time hybrid simulation of a smart outrigger damping system for high-rise buildings. *Eng. Struct.* 2013, 57, 177–188.
2. Vahedi, A. Nature as a Source of Inspiration of Architectural Conceptual Design. Master's Thesis, Eastern Mediterranean University, Gazimagusa, Cyprus, 2009.
3. Сайт «Autodesk»: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.autodesk.com/products/robot-structural-analysis/overview>, вільний (дата звернення 22.03.2024). Назва з екрану.