

УДК 624.04

*студентка Казачонок Ю.А.**студент Охріменко Б.С.**науковий керівник: к.т.н., доцент Михайловський Д.В.**кафедра Металевих і дерев'яних конструкцій**Київський національний університет будівництва і архітектури*

ВИЗНАЧЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ НА КОНСТРУКЦІЮ З КЛЕЄНОЇ ДЕРЕВИНИ В ФОРМІ ДІАГРІДА

В статті розглянуто моделювання вітрового впливу на конструкцію з клеєної деревини в формі діагріду з діагонально-сітчастих несучих конструкцій. Наведено алгоритм визначення, аеродинамічних коефіцієнтів, та ліній обтікання будівлі у формі діагріду.

Ключові слова: діагрід, аеродинаміка, аеродинамічні коефіцієнти, дерев'яні конструкції, висотні будинки, клеєна деревина, чисельне моделювання, навантаження.

Постанова проблеми та її зв'язок із практичним значенням.

Проектування і будівництво сучасних висотних (вище 75 м) будівель, що мають з аеродинамічної точки зору унікальні архітектурні форми не регламентуються нормами. У частині вітрових навантажень і впливів норми говорять про необхідність отримання аеродинамічних коефіцієнтів в реальному аеродинамічному експерименті в спеціалізованих аеродинамічних трубах (АДТ).

В Європі кожна проектувана висотна будівля моделюється і продувається в аеродинамічній трубі [1-2,10]. В Україні це тільки рекомендації і далеко не всі замовники здійснюють такі випробування. При висотному будівництві спостерігається абсолютно нестандартні аеродинамічні явища, пов'язані з турбулентними потоками. Основною причиною виникнення атмосферної турбулентності є неоднорідність рельєфу, що оточує будівлю: рослинність, міська забудова [3-5].

Виклад основного матеріалу дослідження.

Інформація, отримана шляхом чисельного моделювання вітрового впливу на будівлі, допомагає підвищити якість технічно-інженерного розрахунку, максимально наблизивши розрахункову модель до реальної роботи, що має вирішальне значення для раціонального і надійного проектування.

В загальному вигляді граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C \quad (1)$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням вітрового навантаження;

W_0 – характеристичне значення вітрового тиску;

C – коефіцієнт, визначений за формулою:

$$C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{aer} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} \cdot C_d \quad (2)$$

де C_{aer} - аеродинамічний коефіцієнт;

C_h – коефіцієнт висоти споруди;

C_{alt} - коефіцієнт географічної висоти;

C_{rel} - коефіцієнт рельєфу;

C_{dir} - коефіцієнт напрямку;

C_d - коефіцієнт динамічності.

Оскільки існуючі нормативні документи і методики не в повній мірі відображають специфіку вітрових впливів і визначення аеродинамічних коефіцієнтів на висотні дерев'яні будівлі складної форми. Чисельний експеримент проведено в програмному комплексі ANSYS для проєктованої висотної будівлі «Nіregion», розташованої в місті Київ. Яка складається з 36-ти поверхової вежі з загальною висотою 117 метрів. За формою, секція вежі – це однопорожнинний гіперболоїд обертання. Будівля має в основі коло діаметром 40 м, потім будівля плавно звужується, досягаючи мінімального діаметру в 30 метрів. Далі будівля знову розширюється досягаючи діаметра 40 м. В якості основних несучих конструкцій будівлі прийнята клеєна деревина класу міцності GL 36h, виготовлена шляхом склеюванням водостійким клеєм декількох шарів дошок з практично паралельним розташуванням волокон, розмірами перерізу 700 × 300 мм. Для основних елементів, стін та плит перекриття прийняті панелі з перехресно-клеєної деревини (в світі більш відомі як CLT - Cross Laminated Timber).

При аналізі будівлі для виконання розрахунку на отримання аеродинамічних коефіцієнтів було встановлено наступне:

1. В зв'язку з тим, що форма будівлі відрізняється від класичних схем наведених в ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [6], прийняти аеродинамічні коефіцієнти за нормативною документацією неможливо.
2. Не можна однозначно охарактеризувати ні один із напрямів вітру як найнебезпечніший. З огляду на це, було прийнято рішення про доцільність використання методів чисельного моделювання для аналізу аеродинамічних коефіцієнтів на будівлю.

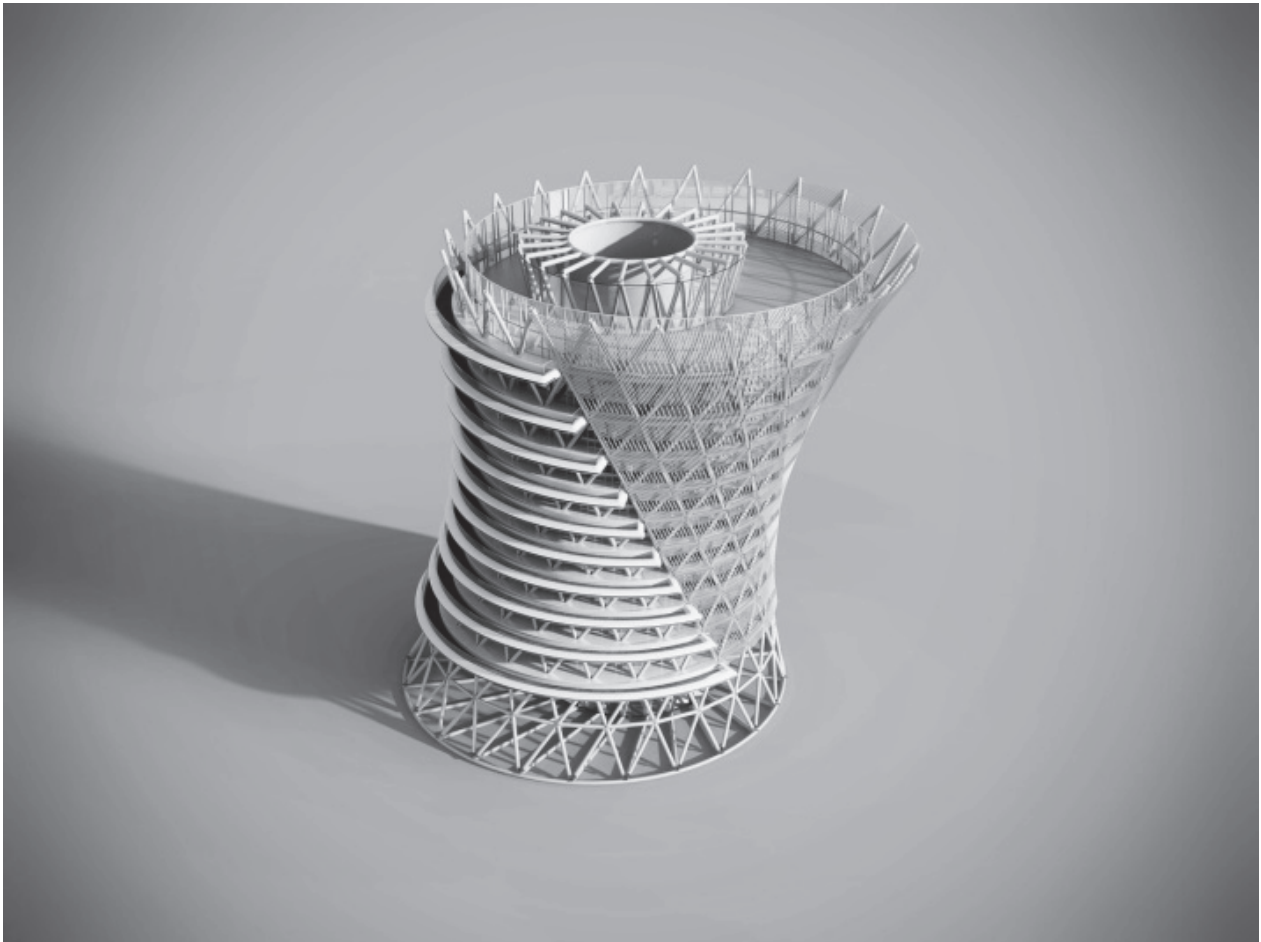


Рис.1. Проектована висотна будівля «Hiperion»

Було сформульовано наступний алгоритм розрахунку будівлі на вітрові впливи:

1. Підготовка розрахункової моделі.

1.1. Створення геометричної моделі, в програмному модулі ANSYS Fluent.

1.2. З використанням сіткового генератора ANSYS Meshing, згенерувати розрахункову сітку. За допомогою інструменту Enclosure створюємо розрахункову область, в якій параметри приймають таким чином, щоб її границі не чинили впливу на результати розрахунку. Розміри розрахункової області – 6 висот будівлі у всіх напрямках. Після того як утворилась область, задаємо одній стінці параметр Inlet, все інше параметр Wall. Після налаштувань виконуємо операцію Generate Mesh.

1.3. Завдання граничних і початкових умов розрахунку. В якості вхідного параметра використовувався тиск для вхідного потоку, відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи" [6], характеристичне значення вітрового навантаження для м. Києва - 370 Па. Ці дані вводимо в Boundary Solution.

2. В Solution за допомогою функції Run Calculation зроблено розрахунок. Одержуємо повну інформацію про вітровий тиск на стіни будівлі, швидкості вітрового потоку в будь-яких точках. За цими даними визначаємо аеродинамічні коефіцієнти.

3. При необхідності корегуємо розрахункову модель (зміна геометрії, фізичної моделі). Для поліпшення розрахунку рекомендується спростити геометрію, використовувати більш якісну кінцево-елементну модель, варіювати параметри.

Переважаючими для Києва є вітри південно-західного і північно-східного напрямів. На рис. 2 показано розподіл аеродинамічних коефіцієнтів по периметру будівлі при впливі південно-західного вітру.

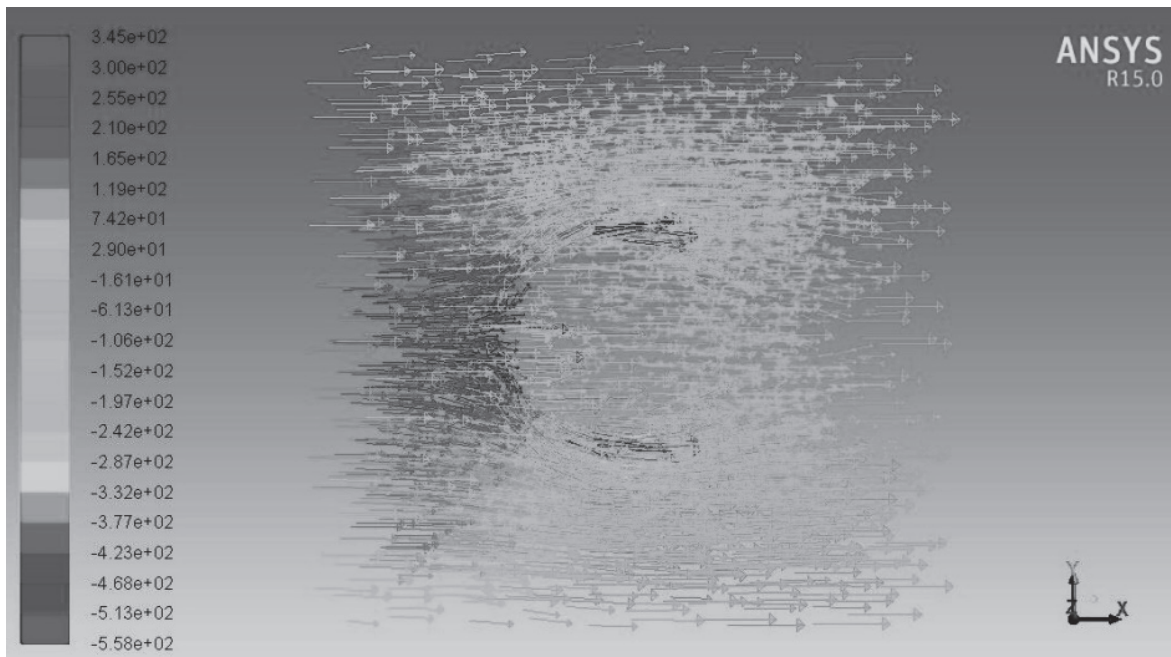


Рис. 2. Розподіл векторів аеродинамічних коефіцієнтів

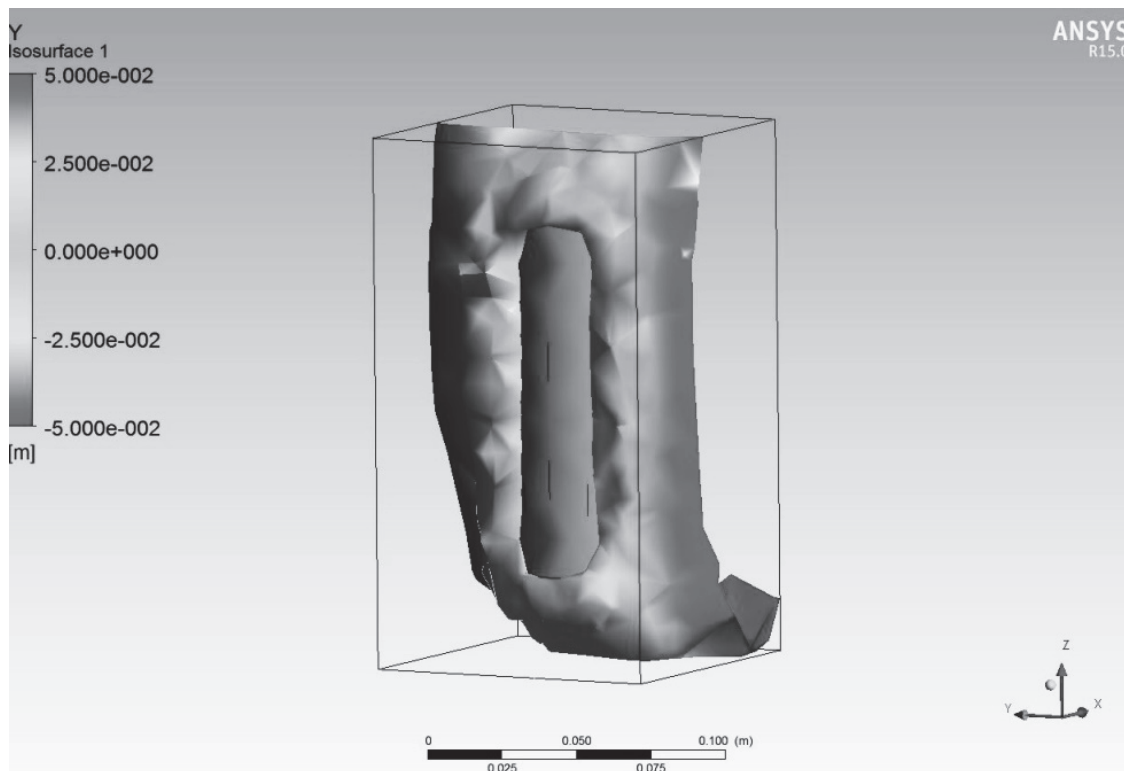


Рис. 3 Обтікання вежі потоком вітру

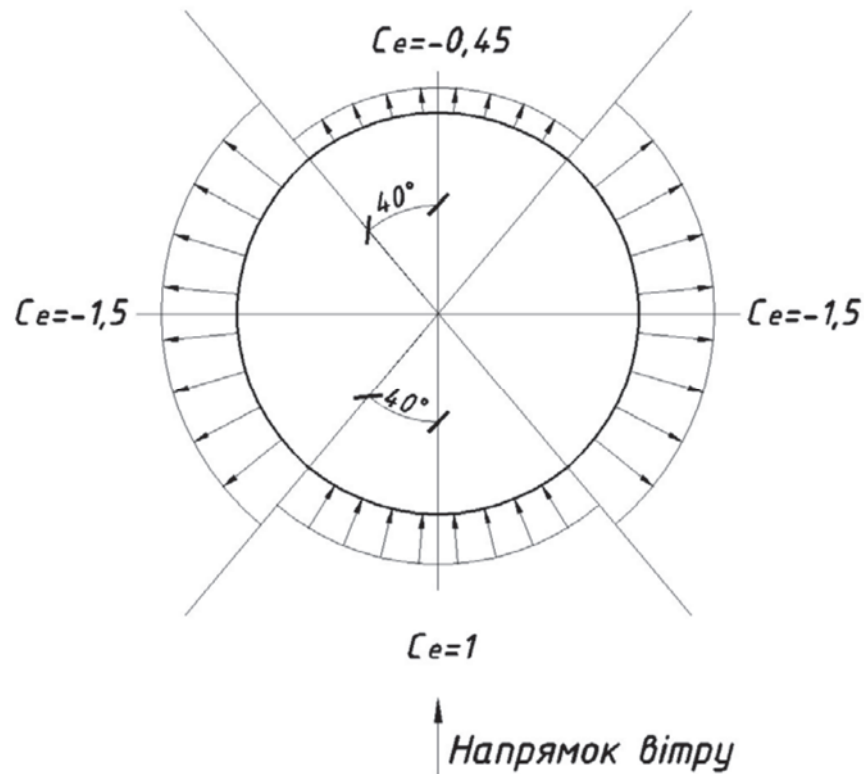


Рис. 4. Одержані значення аеродинамічних коефіцієнтів за результатами аналітичного розрахунку

При впливі на будівлю вітру північно-східного напрямку характер розподілу аеродинамічних коефіцієнтів по периметру будівлі істотно змінюється рис. 4. У цьому випадку тільки на одному з фасадів (східної орієнтації) круглої в плані вежі будівлі «Nirregion» аеродинамічні коефіцієнти позитивні; на інших фасадах вони від'ємні.

На основі виконаного розрахунку можна зробити наступні **висновки**:

1. Розроблена методика розрахунку нормативних параметрів вітрових впливів і визначення аеродинамічних коефіцієнтів будівлі, що має суттєву відмінність від варіантів наведених в ДБН [6].
2. Також слід обов'язково застосувати при попередньому аналізі будівель складної геометричної форми як в плані так і по висоті, для визначення дійсних аеродинамічних коефіцієнтів що допоможе більш точно створити розрахункові схеми.
3. Ця ж методика має актуальність і при аналізі вітрових впливів в умовах щільної міської забудови.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Генералов В.П., Генералова Е.М. Высотные жилые здания и комплексы // Монография. 2013. С.1-398.
2. Горохов Е.В., Пичугин С.Ф., Махинько А.В., Назим Я.В. Экспериментальное определение результирующих аэродинамических характеристик моделей зданий и сооружений // Металлические конструкции. 2011. Т.17. №2. С.85-95.
3. Дорошенко С.А. Исследование влияния ближайшей застройки на изменение обтекания ветровым потоком высотного здания // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2013. №1(29). С.9-13.
4. Дорошенко С.А., Дорошенко А.В., Орехов Г.В. Определение ветровой нагрузки на трехмерные конструкции с помощью моделирования в аэродинамической трубе // Вестник МГСУ. 2012. №7. С.69-74.
5. Дубинский С.И. Численное моделирование ветровых воздействий на высотные здания и комплексы // Диссертация. 2010. С.1-198.
6. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи».
7. Егорычев О.О., Чуринов П.С. Экспериментальное исследование ветровых нагрузок на высотные здания // Жилищное строительство. 2015. №6. С.20-22.
8. Земцова О.Г., Шеин А.И., Бочкарев Р.В. Ветровые нагрузки на сооружения в виде давления переменного ветрового потока // Современные научные исследования и инновации. 2014. №11-1(43). С.31-34.
9. Кубенин А.С., Федосова А.Н. Прогнозирование ветровой нагрузки на уникальное высотное здание на основе численного моделирования // Научное обозрение. 2015. №8. С.130-135.
10. Кузнецов С.Г. Испытание высотных зданий в аэродинамической трубе с атмосферным приземным пограничным слоем // Металлические конструкции. 2009. Т.15. №1. С.85-91.
11. Pereira J.D. Wind Tunnels: Aerodynamics, Models and Experiments. New York: Nova Science Publishers, Inc. 2011. 227 p.

Анотация: В статье рассматривается численное моделирование ветрового воздействия на конструкцию из клееной древесины в форме диагонально-сетчатых несущих конструкций. Для этого были рассмотрены основные факторы, которые имеют сильное влияние на аэродинамику здания, которые необходимо учитывать при проектировании. Представлен алгоритм

расчета, получены данные про аэродинамические коэффициенты, а также линии обтекания.

Ключевые слова: диагрид, аэродинамика, аэродинамические коэффициенты, деревянные конструкции, высотные дома, клееная древесина, численное моделирование, нагрузки.

Annotation: In the article numerical simulation of wind influence on a design from glued wood in the form of diagonal mesh support structures. For this, the main factors that have a strong influence on the aerodynamics of the building, which must be taken into account in the design, were considered. A calculation algorithm is presented, data are obtained for aerodynamic coefficients, as well as flow lines.

Keywords: diagrid, aerodynamics, aerodynamic coefficients, wooden structures, high-rise buildings, glass trees, numerical simulation, loads.