

УДК 631.58:634.018(477.44).5

О.О. Аксьонов, асп.
Т.Є. Ударцева, к.т.н., доц.

АЕРОДИНАМІЧНІ УМОВИ КОМФОРТУ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЛЮДИНИ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ЗАБУДОВИ МІСТ І МЕГАПОЛІСІВ

Проаналізовано проблеми екології сучасних міських забудов та вплив аеродинамічних показників повітря на пішоходів. З'ясовано, що пориви вітру є найбільш небезпечними для пішоходів в умовах сучасних висотних забудов. Показано, що об'єктивні дані із впливу атмосферного вітру на екологію забудов можуть бути отримані тільки в аеродинамічних трубах спеціальної конструкції. У висновках подано основні завдання, які потрібно вирішувати за допомогою аеродинамічних труб.

Analytical review article on ecological security of modern urban constructions and effect of aerodynamical indexes of air on pedestrians. It was found out that wind blows are most dangerous for pedestrians under conditions of modern multistoried buildings. It was shown that objective data on atmosphere wind effect on construction ecology could be obtained only in aerodynamic pipes of special design. The summary provides the main objectives that could be achieved with the help of aerodynamic pipes.

аеродинамічні умови, атмосферний вітер, висотні будівлі, екологічна безпека, пішохід, сучасні міські забудови

Вступ

Планування забудови міст – необхідний елемент творчості інженерів-проектувальників, архітекторів та екологів, регламентоване державними нормами та правилами [1; 2; 3]. Аеродинамічні дослідження вирішують широке коло необхідних для проєктантів питань: навантаження на фундамент від протистояння вітру, навантаження на елементи конструкцій, їх скляні частини, вплив обдування будівель на систему вентиляції, вхідні й вихідні прилади, аналіз циркуляції атмосфери у зоні забудов, розподіл шкідливих викидів транспорту та побутових служб, зміни екологічних умов проживання. Особливий інтерес має дослідження аеродинамічних умов забезпечення комфорту і безпеки пішоходів на випадок поривів вітру.

Постановка завдання

З дослідження аеродинамічних особливостей взаємовпливу будівель на вентиляцію, визначення навантажень на будівлі та споруди виконано велику кількість продувок і накопичено значний досвід на кафедрах аеродинаміки та екології Національного авіаційного університету (НАУ) [4]. До питань дослідження екологічних аспектів аеродинаміки планування забудови українські забудовники не проявляють зацікавленості. У той же час світовий досвід аеродинамічних досліджень вказує на важливість визначення критичних зон у районі багатопверхових споруд, де генеруються пориви вітру, що досягають небезпечних значень для пішоходів [5; 6]. Для екології є цікавим дослідження застійних зон на сучасних складних фронтонах будівель з точки зору задимлення шляхів евакуації мешканців на випадок пожежі.

Аналіз досліджень та публікацій

Аеродинамічні дослідження у світових наукових центрах проводять за напрямками «Wind engineering» та «Building physics», у вітчизняній практиці такі дослідження належить до розділу «Промислова аеродинаміка». До вивчення спеціфіки взаємодії між вітряними потоками і людиною можна віднести також дослідження розділу екології, що має назву «аерономіка», запропонованому у 1986 р. в оглядовій методичній роботі [7].

Аерономіка – це розділ науки аеродинаміки, що вивчає взаємодію між вітряними потоками та середовищем населення людей і безпосередньо з людиною. Дослідження у галузі аерономіки призвели до створення у деяких країнах вимог до припустимої швидкості вітру та поривів вітру, що негативно діють на людину [5; 6]. Критерії комфорту у вітряних умовах досить абстрактні. Неможливо точно визначити рівень комфорту та дискомфорту різних фізичних величин, таких як температура, вологість або швидкість вітру. Вважається, що постійна швидкість вітру більш ніж 5 м/с є дискомфортою, більш ніж 10 м/с неприємною, а 20 м/с – небезпечною. Однак для пішоходів критичним є не постійне значення вітру, а швидкість зміни вітру в пориві – градієнт наростання вітру в пориві. Згідно з роботою [5], ефективну швидкість V_e у пориві визначають формулою

$$V_e = V[1 + kV_{mc}/V], \quad (1)$$

де V – середня швидкість;

V_{mc} – максимальна швидкість флуктуації швидкості вітру в пориві;

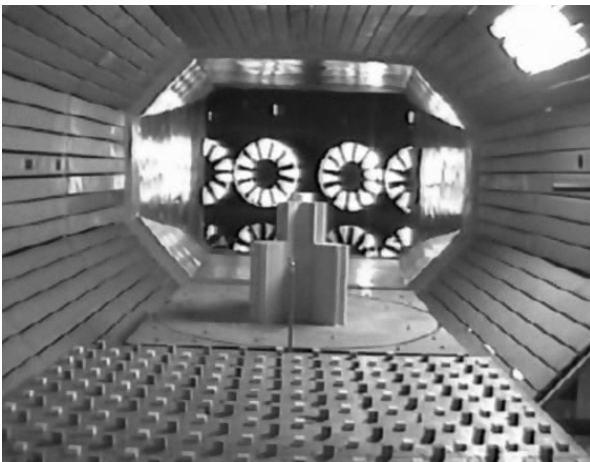
K – постійна, що відображує ступінь впливу флуктуації вітру (значення $K = 1-3$ залежно від індивідуальних умов визначають під час аеродинамічних експериментів).

Порив вітру за швидкості 4 м/с протягом 5 с відчувається у легкого розчуйовджування зачіски та облипання одягу, 7 м/с протягом 5 с сильно розчуйовджує зачіску, порив 15 м/с протягом 2 с веде до втрати рівноваги людиною і є небезпечним для літніх і немічних осіб, порив вітру 23 м/с може перекинути людину.

Постійний вітер менше впливає на людину. Більш докладне оцінювання впливу вітру на людину можна знайти у монографії [2].

Коефіцієнт вітру та безпека для пішоходів – важливий напрям досліджень у спеціальних аеродинамічних трубах перед початком робочого проектування.

Застосування сучасних спеціальних аеродинамічних труб для дослідження обтікання вітром міських забудов, споруд, будівель та безпосередньо на людину дає змогу визначити аеродинамічні особливості, які важко передбачити застосовуючи інтуїтивне рішення і не можна точно змоделювати кількісно (рис. 1).



а



б

Рис. 1. Модель висотної будівлі в аеродинамічній трубі ТАД-2 (а) та сучасної міської забудови (б)

Результати досліджень

У спеціальній аеродинамічній трубі ТАД-2 НАУ [8], призначеній для дослідження складних конфігурацій забудови, взаємозалежності різного розташування будівель у забудовах міст, можна отримати дані про вітрові характеристики великих міст та мегаполісів. Для цього забезпечують аеродинамічне зменшення примежового шару великої (10 м²) робочої частини труби за допомогою перфорованих стін, що покращує результати продувок. При цьому контролюється ступінь турбулентності потоку та однорідності в потоці.

Аеродинамічна труба ТАД-2 НАУ відкритого типу втягує повітря, яке за допомогою 12 вентиляторів. Використані методи дослідження швидкостей, тиску, спектрів потоку дають змогу вирішувати весь спектр досліджень сучасних проблем.

У трубі досліджували аеродинамічні навантаження на фундаменти будівель, монументів, квартали забудов великих міст, входи та виходи вентиляційних систем при взаємодії будівель, систем евакуації населення в умовах пожеж та ін.

Складність аеродинамічного обтікання висотних будівель показано на рис. 2.

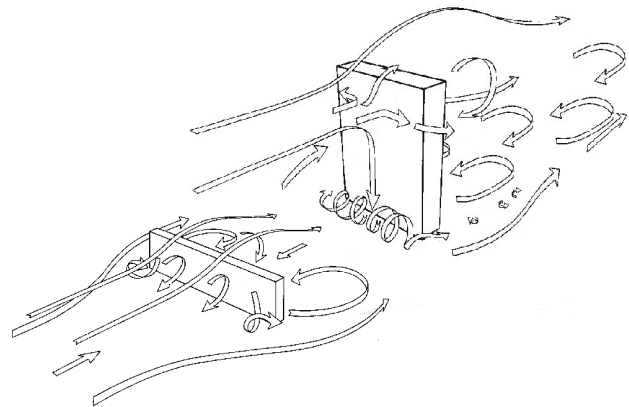


Рис. 2. Аеродинамічне обтікання висотних будівель

Висотні будівлі виходять за примежовий шар середньої висоти забудов мікрорайону. Верхня частина багатоповерхових будівель перетворює вітер у потоки, які сходять уздовж фронтальної площини, вихорові потоки, які сходять уздовж затіненого боку будівлі, а горизонтальний потік уздовж бокових стін генерує вихорові джгути на кутах будівлі.

Вихори висотних будівель впливають на повітряний обмін міста в районах багатоповерхівок. Висотні будівлі чистять повітря як щітка, що захищає від загазованості.

Горизонтальні та вихорові обтікання висотних будівель несприятливі для пішоходів, особливо небезпечні вихорові зони, які характеризуються поривами вітру. Тому для захисту від впливу вітрових потоків, які генеруються будівлями, використовують різні архітектурні рішення, наприклад, у вигляді забудови подіумів різними приміщеннями на кілька поверхів, встановлення навісів або утоплення входів у будівлю. У випадку поривів вітру двері та арки під будівлями особливо небезпечні для пішоходів (рис. 3).

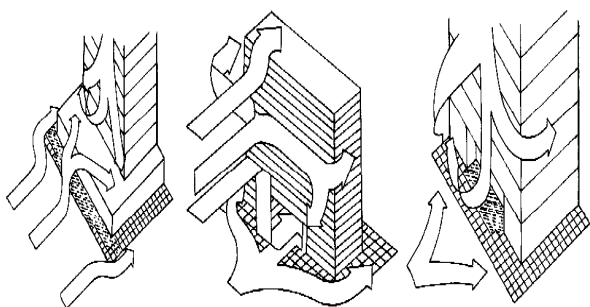


Рис. 3. Аеродинамічне обтікання висотних будівель на рівні пішоходів

Пориви вітру заважають руху по дорогах водіям автомобілів і можуть збити мотоциклістів. Швидкість вітру V_d розраховують за базовою швидкістю V_b , яка залежить від особливостей будови і кута відносно вітру, що дме [3]:

$$V_d = V_b K_1 K_2 K_3,$$

де

K_1 – коефіцієнт розрахунку (фактор імовірності), який залежить від класу проекту і довгостроковості будівлі:

$$K_1 = 0,67-1,08;$$

K_2 – коефіцієнт, що залежить від висоти будівлі та її розташування:

$$K_2 = 0,67-1,40;$$

K_3 – топографічний фактор, що залежить від розподілу швидкості вітру:

$$K_3 = 1,00-1,36.$$

Значення K визначають під час аеродинамічного експерименту. Усі розрахунки повинні відповідати особливим почуттям комфорту людей, які змінюються у широкому діапазоні. Практично потрібно шукати такі місця міських забудов, у яких можливий порив вітру не перевищує критичної сили, розрахованої за формулою (1). Знайти критичні місця у міських забудовах можна розрахунками [9], але найбільш імовірні результати дають дослідження в аеродинамічних трубах великомасштабних моделей, які відповідають за масштабом вимогам критеріїв моделювання.

Дослідження у спеціальних аеродинамічних трубах ураховують:

- місцеву топографію в районі розташування забудови;
- особливості обтічності висотних споруд, які генерують ниспадні потоки;
- умови обтічності обладнаних спеціальними вітрозахисними козирками входів і виходів, найбільш небезпечні для пішоходів;
- особливості обтічності у разі розташування подіуму поблизу перших поверхів;
- особливості захисту суцільних пасажів від протягів, які виникають через зміни тиску на протилежних сторонах;
- посилення вітру біля споруд, які мають заокруглену форму (будівлі «паруса», півокруглені будови тощо);
- умови захисту пішоходів від несподіваних поривів вітру біля рогів будівель залежно від кута вітру;
- визначення планування розміщення будівель на майданчику забудови для вилучення критичної взаємодії вітрових потоків;
- планування захисного озеленення мікрорайонів з метою поліпшення екологічних умов існування людей, правильного розташування майданчиків відпочинку та дитячих розваг.

Висновки

Як результат досліджень в аеродинамічних трубах та аналізу публікацій можна зробити такі висновки:

- дослідження в аеродинамічних трубах – найбільш об'єктивний метод вирішення питань екології сучасних забудов;
- для вирішення питань захисту людей від вітру та його поривів потрібне досконале вивчення розподілу вітру в місцях забудов, особливо висотними спорудами;
- особливої уваги потребують місця генерації вихорів, ниспадних течій з висотних будівель та інтерференції нестационарних потоків у середині забудов;
- потрібне з'ясування фізичних закономірностей формування течій спеціальними захисними особливостями архітектури (козирки, алькови, виступаючі деталі інтер'єру, балкони тощо), аналіз течій за наявності захисних зелених насаджень та визначення залежності вітрових потоків від місцевої топографії та рози вітрів.

Багатогранність обставин формування вітрових потоків та поривів вітру вимагає специфічної систематичної роботи зі спеціалізації «аерономіка» як самостійного розділу науки ергономіки.

Література

1. *Державні санітарні норми і правила забудови населених пунктів: Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 173 від 19.06.1996 р.*
2. *Государственные санитарные правила по охране атмосферного воздуха населенных мест: Наказ Министерства охорони здоров'я України № 201 від 9.07.1997 р.*
3. *Закон про охорону атмосферного повітря № 27.07-ХІІ від 16.10.1992 р. // Відомості Верховної Ради. – 1992. – № 50. – С. 678.*
4. *Ищенко С.Н. Использование аэродинамического эксперимента при проектировании высотных зданий и сооружений / С.Н. Ищенко, А.Р. Давыдов.– Scientific bulletin of chelm. – № 2/2007. – Chelm. Polska, 2007. – С. 67–92.*
5. *Симиу Э. Воздействие ветра на здания и сооружения / Э. Симиу, Р. Сканлан. – М.: Стройиздат, 1984. – 358 с.*
6. *Rithuja S.K. Dalui. Unpleasant pedestrian wind conditons around bildings / Rithuja S.K. Dalui, V.K. Gupta // «Asign journalll of civil engeneering. – vol. 7. – 2006. – № 2. – P. 147–154.*
7. *Каликов В.Н. Моделирование взаимодействия ветра с различными инженерными и природными объектами в аэродинамических трубах / В.Н. Каликов, И.В. Некрасов, А.Е. Орданович // Механика жидкости и газа: Итоги науки и техники. – Т. 20. – М.: ВИНТИ, 1986. – С. 140–209.*
8. *Лебедич И.Н. Аэродинамическая труба для исследования строительных сооружений / И.Н. Лебедич, Е.П. Ударцев // Промышленное строительство и инженерные сооружения. – К.: Стройиздат, 1983. – С. 36–37.*
9. *Гутников В.А. О моделировании аэродинамики зданий и сооружений методом замкнутых вихревых рамок / В.А. Гутников, И.К. Лифанов, А.В. Сетуха // Известия РАН, 2006. – № 4. – С. 78–92.*

Стаття надійшла до редакції 07.09.09.