

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ У МІСЬКІЙ ЗАБУДОВІ

І. В. Гордюк, Ю. О. Дорошенко

Україна, м. Київ, Національний авіаційний університет

dual59@ukr.net

Однією з актуальних задач архітектурного проектування міської забудови є прогностичне моделювання вітрових потоків у приземному шарі атмосфери з метою зменшення виникнення небажаних протягів між будинками з одночасним забезпеченням необхідної аерації території забудови. Виникнення таких протягів і зумовлений ними дискомфорт перебування людей у міжбудинковій зоні спостерігається у багатьох нових мікрорайонах різних міст (зокрема, у Києві — Троєщина та Харківський масив). Тому передбачення можливого виникнення протягів ще на етапі архітектурного проектування мікрорайону з метою внесення необхідних коректив до проекту має суспільну корисність.

Метою цієї публікації і відповідної доповіді на конференції є актуалізація проблеми комп'ютерного моделювання вітрових потоків у межах певної міської забудови (моделювання аеродинаміки забудови), що передбачає розробку відповідного методу тривимірного математичного (імітаційного) моделювання, його реалізацію у вигляді спеціалізованої комп'ютерної програми та верифікацію методу і моделі шляхом продування масштабованого макета забудови в аеродинамічній трубі.

Суттєвий вплив на організацію планувальної структури міста, систему забудови, орієнтацію будівель, характер озеленення, а також на екологічну обстановку в місті здійснюють кліматичні умови. Кліматичні параметри, що застосовуються при плануванні і забудові міських поселень, проектуванні будинків і споруд, регламентуються СНІП 23-01-99.

Вітровий режим належить до основних характеристик клімату. Вітер – це переміщення повітря, зумовлене неоднаковим нагріванням земної поверхні. Повітряні маси переміщуються в напрямі від зони високого тиску (холодного повітря) до зони низького тиску (більш теплого повітря). Чим більше різниця тиску, тим більшою є швидкість вітру. Показники вітрового режиму, характерного для даної місцевості, прийнято графічно подавати «розою вітрів». Рельєф та покрив земної поверхні деформує повітряні потоки, змінює швидкість і напрям вітру.

У містах формуються особливі мікрокліматичні умови. Мікроклімат міста – це клімат приземного шару повітря окремих ділянок міської території. На його формування, крім природних умов, впливає міська забудова, автотранспорт, теплоелектростанції, промислові та інші підпри-

ємства. Міська забудова змінює природний рельєф, зокрема, містить багато вертикальних поверхонь (фасадів будинків), утворює перетягу місцевість, збільшує шорсткість підстилаючої поверхні, що разом з зеленими насадженнями призводить до зміни напрямку і швидкості вітру.

Вітровий режим приземного шару повітря в умовах міської забудови називають аераційним режимом. Аераційний режим вважається комфортним, якщо швидкість вітру на території забудови знаходиться в межах 1–5 м/с. Ділянки міської території, де швидкість вітру менше 1 м/с, вважаються непровітрюваними, а понад 5 м/с – зонами продування. Непровітрювані ділянки міської території (зони застою повітря) створюють антисанітарний стан. Зони продування дискомфортні для людини.

Питання належної аерації житлової території нерозривно пов'язані з прийомами архітектурного планування і забудови, принципами озеленення та благоустрою, типами і конструкціями будівель.

Міські вулиці і площі змінюють напрям вітру в місті, спрямовуючи вітер уздовж вулиць. Загалом, швидкість вітру в місті зменшується, проте у вузьких місцях, між будинками, посилюється. На перехрестях можуть утворюватися пилові вихори.

Із містобудівних позицій вітровий режим впливає на ширину і орієнтацію вулиць, на розміщення функціональних зон міста, на конфігурацію і на взаємне розташування будинків і споруд, на розміщення підприємств відносно житлових районів, дитячих і освітніх закладів, лікувальних установ і місць організованого відпочинку тощо. Забезпечення належного вітрового комфорту міської території є одним з основних завдань архітектурно-кліматичного аналізу забудови та архітектурно-проектної діяльності.

На цей час існують два методи дослідження аеродинаміки міської забудови (окремих будинків і певних ділянок): метод фізичного моделювання і метод математичного моделювання. Фізичне моделювання здійснюється шляхом продування макету в аеродинамічній трубі. Теорія фізичного моделювання аеродинаміки будівель та міської забудови розроблялася М. М. Томсоном, Л. І. Седовим, Т. А. Афанасьєвою-Еренфест, М. В. Кірпічовим, А. А. Гухманом, Е. І. Реттер, Ф. Л. Серебровським.

Зміна вітрового режиму під впливом міської забудови є далеко не тривіальним явищем і підпорядковується досить складним законам аеродинаміки і термодинаміки. Тому математичне моделювання ґрунтується на певній фізичній теорії і відповідному математичному апараті. Цей метод дає менш точні результати дослідження аеродинаміки міської забудови, оскільки одночасно необхідно враховувати різні зони руху повітря (ламінарі, турбулентні, вихрові тощо), кожна з яких описується окремим рівнянням чи вимагає визначення числових коефіцієнтів, які

характеризують переміщення повітря у цих зонах; зв'язок між зонами (взаємний вплив) і характер забудови. Використання комп'ютерів суттєво підвищило точність і швидкість обчислень та достовірність створених моделей. Верифікація побудованих математичних моделей аеродинаміки ділянок міської забудови здійснюється шляхом продування відповідних макетів в аеродинамічній трубі.

Нині дослідженню аеродинаміки окремих будівель та певних ділянок міської забудови не приділяється належної уваги. А практичне використання результатів цих розробок майже відсутнє. Хоча архітектура сучасного міста істотно змінилася й суттєвим чином впливає на вітровий режим і аеродинаміку будівель та забудови.

Таким чином, моделювання вітрового режиму в процесі проектування і будівництва житлових районів і мікрорайонів призначається для виявлення найбільш раціональних архітектурно-планувальних і композиційно-просторових рішень житлового району чи мікрорайону (система вулиць, прийоми і форми забудови, прийоми розміщення і структура зелених насаджень тощо) з метою створення оптимального аераційного режиму в забудові.

Серед відомих інструментальних засобів комп'ютерного моделювання вітрового режиму міської забудови – програма Airflow. Область її застосування – містобудівні дослідження, оптимізація аеродинаміки міської забудови, охорона навколишнього середовища, обґрунтування розміщення об'єктів і вибору функціонального та соціально-економічного призначення земельної ділянки. У програмі реалізовано математично обґрунтоване моделювання вітрових потоків, в основу якого покладено метод дискретних вихорів. Ключовою відмінністю цього методу є зведення тривимірної задачі обтікання до двовимірної задачі знаходження невідомих функцій, заданих на деяких поверхнях.

У Національному авіаційному університеті на кафедрах архітектури і аеродинаміки розпочато комплекс досліджень, кінцевим результатом яких має бути комп'ютерна програма, яка моделюватиме достовірне тривимірне поле вітрових потоків у міській забудові. Побудована модель даватиме змогу визначати швидкість і напрям руху повітряних мас у будь-якій точці виділеного тривимірного простору. Передбачається автоматичне одержання у графічних форматах зображень (карт) полів вітрових потоків (як горизонтальних і вертикальних перерізів тривимірної моделі). Інтерфейс програми забезпечуватиме роботу з нею некваліфікованого користувача, який не має професійних знань в області обчислювальної аеродинаміки, і даватиме змогу обмінюватися вхідними і вихідними даними з різними програмами, зокрема, PhotoShop, CorelDRAW, AutoCAD, ArchiCAD, Allplan, Revit тощо.