

УДК 721.01

**В. М. Ключко**  
*аспірант ВАТ «КиївЗНДІЕП»*

## **ВПЛИВ ВІТРОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ФОРМОТВОРЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

Анотація: у статті розглядаються особливості впливу вітрових навантажень на формування об'ємно-просторової структури висотних будівель, наведені типові аеродинамічні ефекти вітру, що виникають навколо будівель та дані рекомендації заходів для зменшення або уникнення цих ефектів за допомогою засобів формотворення об'ємно-просторової структури, формування пластики огорожуючих конструкцій будівлі, методів її розміщення в оточуючому середовищі.

Ключові слова: висотні будівлі, вітрові навантаження, формотворення.

Постановка проблеми. Проектування висотних будівель є складним архітектурним і інженерним завданням, що вимагає врахування впливу різних чинників. Основними динамічними навантаженнями, в умовах платформних територій і в районах із слабкою сейсмічністю, є вітрові дії. При будівництві висотних будівель можуть виникати дуже сильні повітряні потоки як усередині будівлі, так і зовні. Постійний вплив вітру позначається як на комфортності проживання людей, так і на фізико-хімічних процесах (у тому числі і втому) в конструкціях будівель і ґрунтах. У зв'язку з цим при формотворенні висотних будівель та споруд необхідно враховувати особливості сприйняття ними аеродинамічних вітрових навантажень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження аеродинамічних характеристик будівель та забудов зараз ведуться в основному експериментальним шляхом. В галузі моделювання повітряних течій в будівництві відомі праці Є. Кудрявцева, В. Батуріна, В. Ельтермана, В. Талієва, А. Лістова, Е. Реттера [6], Ф. Серебровського та багатьох інших вчених в суміжних галузях знань.

Висновки, закономірності та рекомендації що отримані на основі даних експериментів використовували в своїх наукових дослідженнях С. Кузнецов [7], А. Лазарев, Ю. Гранік, М. Березин, В. Катюшин, Б. Полуй [1] та багато зарубіжних вчених.

Мета публікації полягає у визначенні заходів для зменшення негативного впливу вітрових навантажень за допомогою засобів архітектурного формотворення.

Аеродинамічні характеристики висотних будівель.

Поле вітрових течій, а отже і поле вітрового тиску на будівлю, визначається своїм ефектом зсуву. Воно залежить від розміру і форми будівлі.

В залежності від співвідношення ширини та довжини в аеродинаміці висотних будівель можна виділити два типи: пластинчасті будівлі та будівлі у вигляді башти.

На рис. 1 представлені схематичні потоки вітру для пластинчастої висотної будівлі і для будівлі у вигляді башти, де потік вітру, що поступає, йде паралельно або перпендикулярно основним осям будівлі.

Перевантаження підвітряної сторони – результат динамічного повітряного тиску. Поле тиску в цій області мало залежить від відносних розмірів будівлі. Це спричиняє рециркуляцію та негативний тиск що схильні до засмокування на підвітряній стороні, а з іншого боку, значно схильні до ефекту витіснення хмарочоса. Сильний зсув (пластинчастий хмарочос з бічним наближенням поля течії) приводить до явно вираженої і розширеної рециркуляції з сильним негативним тиском, тоді як попутний потік швидко блокує низхідний потік від пластинчастого хмарочоса з паралельним наближенням потоків течії через низький негативний тиск [4].

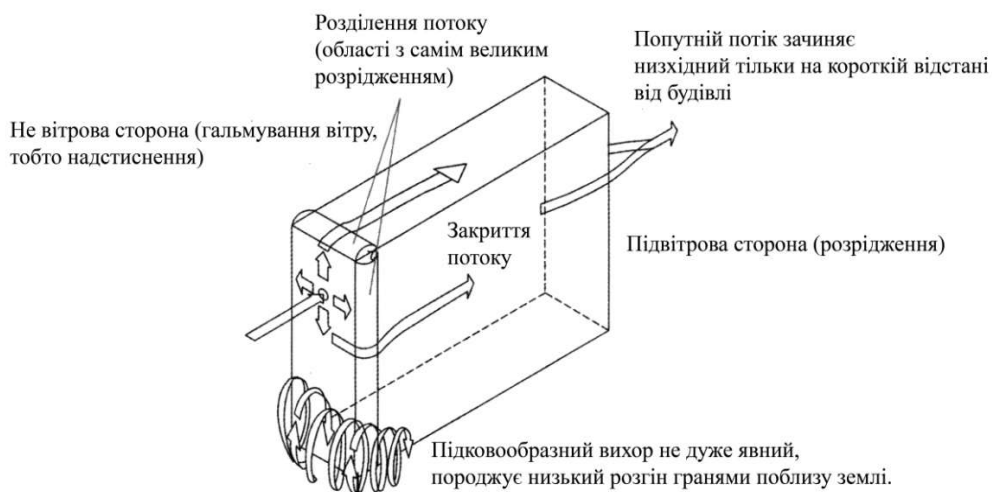


Рисунок 1

(а) пластинчата висотна будівля, потік вітру паралельний подовжній осі

Велика розрядка на підвітряній стороні  
завдяки значному зсуву потоку вітру



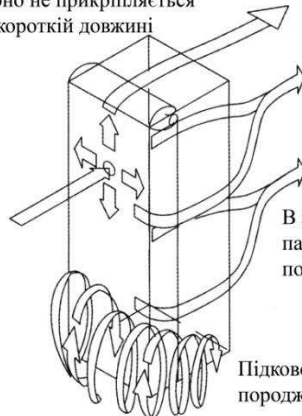
Об'ємна течія в попутному струмені;  
попутний потік закривається тільки на великій  
відстані від будівлі

Підковообразний вихор не дуже явний,  
породжує низький розгін гранями поблизу землі.

Рисунок 1

(б) пластинчата висотна будівля, потік вітру перпендикулярний до подовжньої осі

Розділення потоку; потік повторно не прикріплюється  
уздовж країв будівлі завдяки їх короткій довжині



Розрідження на підвітряній стороні нижче,  
ніж для пластинчастої будівлі з вітром,  
перпендикулярним подовжній осі,  
оскільки він швидший

В значній мірі двовимірний потік при вітрі,  
паралельному стороні, з швидким замиканням  
попутного потоку

Підковообразний вихор не дуже явний,  
породжує низький розгін гранями поблизу землі.

Рисунок 1

(в) висотна будівля у вигляді башти

Розглядаючи висотну будівлю яка сприймає вітрове навантаження, можна умовно поділити її на три вертикальні зони:

- нижня зона знаходиться під впливом течій повітря, що гальмуються шороховатістю підстилаючого шару земної поверхні та завихореністю повітряної течії;
- у середній зоні ця завихореність має менше значення, в результаті чого там спостерігається найбільший тиск на навітряній поверхні будівлі;
- верхня зона знаходиться поблизу верхнього горизонтального ребра покрівлі з навітряної сторони: при цьому вихрова зона знижує позитивний тиск на верхню частину стіни.

При формотворенні об'ємно-просторової структури висотної будівлі, формуванні пластики огорожуючих конструкцій та виборі її орієнтації відносно оточуючого середовища необхідно вживати заходи для зменшення негативного впливу вітрового навантаження з урахуванням характерних аеродинамічних ефектів що виникають навколо будівель.

Характерні аеродинамічні ефекти навколо висотних будівель.

На підставі узагальнення результатів досліджень впливу вітрових навантажень можна систематизувати аеродинамічні ефекти вітру, що виникають навколо будівель та визначити умови їх виникнення [1].

Ефект отворів – визначає явище течій в отворах та проходах під будівлею, які зв'язують підвітряну сторону (у зоні розрідження) і навітряну (у зоні підвищеного тиску), (рис. 2). При проектуванні висотних будівель і споруд необхідно враховувати орієнтацію таких отворів чи проходів відносно переважаючого напрямку вітру даної місцевості.

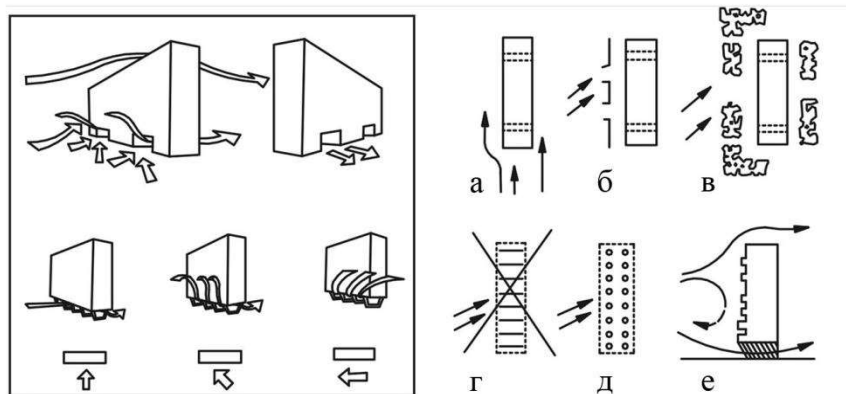


Рисунок 2. Аеродинамічний ефект отворів

Зменшити або уникнути ефект отворів можливо за допомогою наступних заходів:

- перпендикулярної орієнтації отворів до напрямку вітру (рис. 2а);
- використання конструктивної системи що виключає утворення вітрових «коридорів» на приземній частині будівлі (рис. 2г,д);
- підвищена деталізація фасадів виступами, нішами, оздоблення архітектурно-художніми елементами, влаштування лоджій та балконів, тощо (рис. 2е);
- влаштування вітрозахисту екранами та зеленими насадженнями (рис. 2б,в).

Ефект кута – явище течій на кутах будівель (у особливо незручній зоні для пішоходів), які обумовлені контактом в цих місцях зон розрідження і

підвищеного тиску, а також зони бокового тиску будівель. Ефект особливо характерний для великих площ фасадів протяжних багатоповерхових будівель.

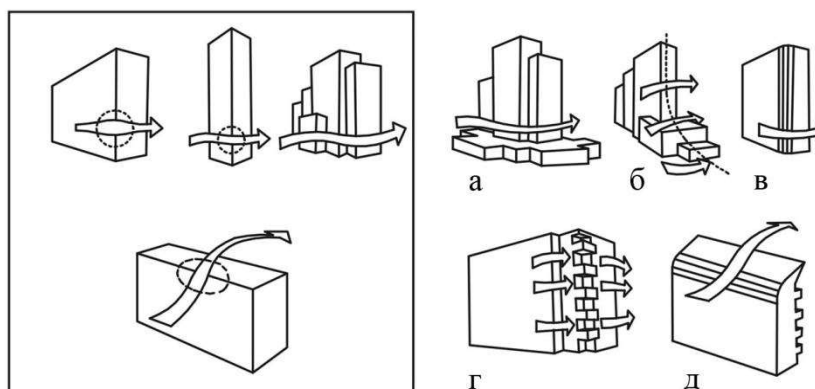


Рисунок 3. Аеродинамічний ефект кута

Зменшити або уникнути ефект кута можливо за допомогою наступних заходів:

- збільшення рельєфності кутів будівлі (рис. 3а);
- поступове зниження поверховості (рис. 3б);
- закруглення кутів та покрівлі (рис. 3в,д);
- розсіювання вітрової течії підвищенням пористості кута будівлі: влаштування лоджій та балконів, тощо (рис. 3г).

Ефект вихрового ролика утворюється біля підніжжя фасаду будівель, звернених до вітру.

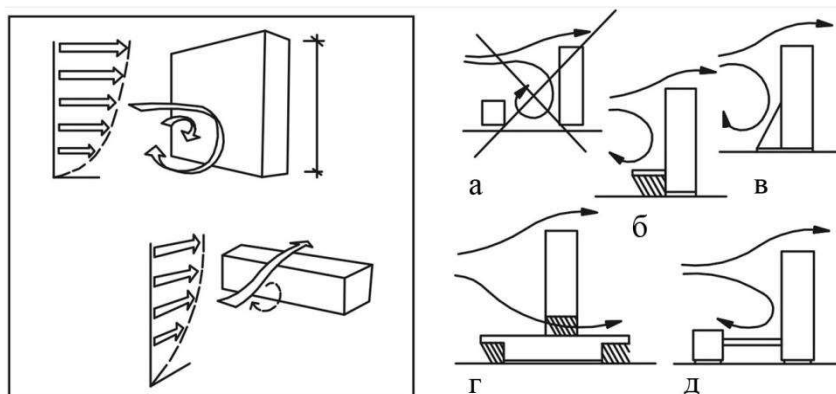


Рисунок 4. Аеродинамічний ефект вихрового ролика

- уникнення розміщення малоповерхових будівель поблизу запроектованої будівлі з навітряної сторони (рис. 4а);
- використання «відбиваючих» вітрову течію навісів та площин (рис. 4б);
- підвищення пластичності фасадів у нижній зоні (рис. 4в);

- підвищення пористості об'ємно-просторової структури будівлі вище рівня пішоходів (рис. 4г);
- перекриття критичної зони (рис. 4д).

Ефект піраміди – спостерігається в пірамідальних формах будівель розчленованого або цілісного характеру. Дана форма споруди максимально розсіює енергію вітру по всіх напрямках. Найбільш несприятливі в аеродинамічному відношенні зони знаходяться біля підніжжя таких споруд та на сходах будівель терасного типу.

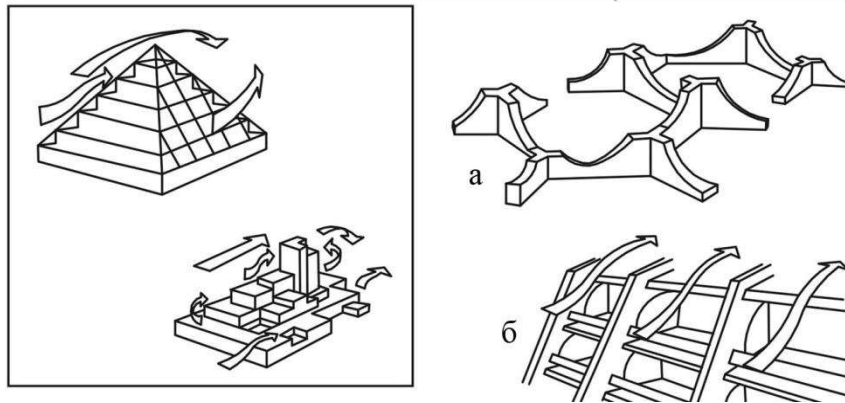


Рисунок 5. Аеродинамічний ефект піраміди

Зменшити або уникнути ефект вихрового ролика можливо за допомогою наступних заходів:

- розташування рівнів ярусами (рис. 5а);
- приділення уваги навітряним лоджіям та місцям сполучення вертикальних та горизонтальних площин будівель (рис. 5б).

Врахування наведених рекомендацій формотворення об'ємно-просторової структури висотних будівель та методів їх розміщення в оточуючому середовищі сприятиме покращенню експлуатаційних та енергетичних показників висотних будівель, мікрокліматичному режиму територій їх розміщення.

#### Список використаної літератури

1. Полуй Б. М. Архитектура и градостроительство в суровом климате (экологические аспекты): Учебн. пособие для вузов. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1989 – 300 с., ил.
2. Шевцов К. К. Проектирование зданий для районов с особыми природно-климатическими условиями: учебное пособие для студентов вузов по спец. «Пром. и гражданское стр-во». – М.: Высш. шк., 1986. – 232 с., ил.

3. Римша А. Н. Градостроительство в условиях жаркого климата: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1979. – 312 с., ил.
4. Руководство по высотным зданиям. Типология и дизайн, строительство и технологии: Пер. с англ. Николаев С. В. – М.: ООО «Атлант-Строй», 2006. – 228 с.: ил.
5. Современное высотное строительство. Монография. М.: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. – 464 с.: ил.
6. Реттер Э. И. Архитектурно-строительная аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1984. – 294 с., ил.
7. Кузнецов С. Г. Формування території забудови з урахуванням аеродинамічних характеристик висотного будинку. Автореферат дисертації. – Макіївка, 1999 р.

#### Аннотация

В статье рассматриваются особенности влияния ветровых нагрузок на формирование объемно-пространственной структуры высотных зданий, приведены типовые аэродинамические эффекты ветра, возникающие вокруг зданий, и даны рекомендации мер по уменьшению или устранению этих эффектов с помощью способов формообразования объемно-пространственной структуры, формирования пластики ограждающих конструкций здания, методов его размещения в окружающей среде.

Ключевые слова: высотные здания, ветровые нагрузки, формообразование.

#### Annotation

The article discusses features of the influence of wind loads on the formation of three-dimensional structure of the high-rise buildings are typical aerodynamic effects of wind, arising around the buildings, and the recommendations of measures to reduce or eliminate these effects by the methods of forming three-dimensional structures, the formation of plastic building envelope and methods of its location in the environment.

Key words: high-rise buildings, wind load, morphogenesis.