

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

АРХІТЕКТУРНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
(повне найменування інституту, факультету)

АРХІТЕКТУРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТА МІСТОБУДУВАННЯ
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи) на тему

Особливості архітектурно-планувального моделювання поліфункціональних енергетичних комплексів на вертикальних вітрогенераторах

Виконав: здобувач вищої освіти,
магістр

(ступінь вищої освіти)

спеціальності

191 «Архітектура та містобудування»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

освітньої програми

ОНП «Архітектура та містобудування»

(ступінь вищої освіти)

Студента групи АРХ-20-2МН

Петров Валентин Валерійович

(ім'я та прізвище студента)

Керівник

Невгомонний Г.У.

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(ім'я та прізвище)

Оцінка: _____ / _____ / _____ /

(Національна шкала, кількість балів, оцінка ECTS) (підпис)

(ім'я та прізвище секретаря ЕК)

Дніпро – 2022

ВСТУП.....	
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК.....	
РОЗДІЛ 1. Сучасний стан теорії та практики будівництва висотних комплексів.....	
1.1. Аналіз науково-теоретичних досліджень з проблем організації висотних будинків та комплексів.....	
1.2. Історичні етапи становлення висотного будівництва у світі.....	
1.3. Вітчизняний досвід проектування висотних комплексів в Україні....	
Висновки до розділу 1.....	
РОЗДІЛ 2. Методичні підходи щодо розвитку висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.....	
2.1. Загальна методика магістерської роботи.....	
2.2. Фактори, які впливають на формування поліфункціональних енергетичних комплексів.....	
2.3. Структурні моделі поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.....	
Висновки до розділу 2.....	
РОЗДІЛ 3. Наукові засади формування висотних полі функціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.....	
3.1. Принципи побудови полі функціональних енергетичних висотних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.....	
3.2 Сонячногенеруюча установка Solar Tower.....	
3.3 Розрахунки аеродинамічної труби та види вітрогенераторів.....	
Висновки до розділу 3.....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	

ВСТУП

Актуальність дослідження.

Україна – одна з найбільш урбанізованих країн Європи, зі зростанням населення – зростаючими соціальними запитами. Швидкість розвитку сучасних будівель та містобудівних комплексів в Україні дає значне навантаження на вже сформовану інженерну інфраструктуру. Сьогодні екологічні проблеми є проблемою номер один у світі. У результаті розвинені країни переорієнтовуються на впровадження екологічно чистих стратегій зростання. Тому є нагальна потреба в пошуку інноваційних рішень для будівництва житлових і громадських будівель і комплексів.

Однак експлуатація багатоповерхівок потребує великої кількості енергоресурсів. Отже, з дефіцитом вільних будівельних майданчиків виникає нова проблема – збільшення витрат на електроенергію. За цих умов стоїть завдання знайти нові інноваційні підходи та методи архітектурно-містобудівної організації житлових та громадських будівель з використанням альтернативних джерел енергії. Це мета цього магістерського навчання.

Разом з тим, при експлуатації висотних будівель, виникає потреба у великій кількості енергетичних ресурсів. Тому слідом за нестачею вільних територій під забудову, виникає нова проблема – підвищення вартості енергії. У цих умовах постає завдання пошуку нових інноваційних підходів та методів архітектурно-містобудівної організації житлових і громадських будівель з використанням альтернативних джерел енергії. Саме цьому присвячене дане магістерське дослідження.

Однак експлуатація багатоповерхівок потребує великої кількості енергоресурсів. Отже, з дефіцитом вакансій для розробки виникає нова проблема – збільшення витрат на енергоносії. У цьому контексті стоїть завдання знайти нові інноваційні підходи та методи архітектурно-

містобудівної організації житлових і громадських будівель з використанням альтернативних джерел енергії. Це мета цього магістерського навчання.

Науково-методологічною основою даної магістерської роботи є фундаментальна робота з комплексного розвитку територій і населених пунктів українських вчених: Ю. М. Білоконя, В. М. Вадимова, І. В. Древаль, М. М. Дьоміна, Т. Ф. Панченко, В. О. Тимохін, Ю. М. Шкодова Наукові дослідження з об'єктної організації висотних будинків та архітектурно-типологічних досліджень систем комунального обслуговування: Л.М. Ковальський, В.В. Куцевич, віце-президент Мироненко, Г.О. Осіченко, О.С. Слепцов, В.В. Товбич та ін., Теоретичні фундаментальні дослідження в галузі будівництва Енергоефективність: Х.А. Бенаї , Т.О. Кащенко та з огляду на зарубіжні дослідження тканинної та біокліматичної конструкції на великих висотах: К. Янг, І. Річардс, О. Васкес, Г. Меркат, П. Мюсле.

Архітектурно-містобудівні аспекти формування висотної забудови частково розглянуті в роботі В. І. Шпери «Характеристика архітектурно-планувальної організації житлових масивів багатоповерхівки», де визначено основні вимоги до формування висотних житлових масивів. Не менш важливими для цієї роботи є дослідження С. О. Молодкіна та А. Росковшенка

Між тим, у вищенаведеній роботі формування висотних будівель відновлюваної енергії детально не розглядається.

Завдання та завдання дослідження – сформулювати принципи проектування висотного багатофункціонального енергетичного комплексу з відновлюваними джерелами енергії та надати практичні рекомендації щодо його проектування.

На основі поставлених цілей ставляться такі завдання:

- Аналіз наукових праць щодо систематизації вітчизняної та світової практики проектування та будівництва енергоефективних будівель та визначення проблем, які потребують подальшого дослідження - Встановлення методів

дослідження для визначення основних факторів, що впливають на організацію висотних багатофункціональних енергетичних комплексів;

- Розробка основних принципів проектування та конструктивної моделі висотного багатофункціонального енергетичного комплексу для відновлюваної енергетики на вертикальних вітрогенераторах.

Об'єкт дослідження – висотний багатофункціональний енергетичний комплекс на вертикальних вітрогенераторах.

Тема дослідження – архітектурно-планувальна організація висотних багатофункціональних енергетичних комплексів з відновлювальною енергетикою, а також застосування вертикальних вітрогенераторів як основне джерело енергії.

Метод дослідження. Методологічні засоби дослідження базуються на історії, літературі, Статистичний та кількісний аналіз, емпіричні та спеціальні методи порівняльного аналізу: моделювання та проектування експериментів.

Наукова новизна отриманих результатів.

- підтверджено новий архітектурний об'єкт - «Висотний поліфункціональний енергетичний комплекс на вертикальних вітрогенераторах»

- Розроблено організаційну модель висотного багатофункціонального енергетичного комплексу з використанням вертикальних вітрогенераторів.

Покращити:

- Основні принципи проектування висотних багатофункціональних енергетичних комплексів з урахуванням альтернативних джерел енергії;

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

Висотна будівля – це будівля, з умовною висотою понад 73,5 м однофункціонального або багатофункціонального призначення (ДБН 2.2-24:2009. Будинки і споруди проектування висотних житлових і громадських будинків ДБН в.2.2-24:2009).

Висотний комплекс – це група будівель, в тому числі з умовною висотою понад 73,5 м, однофункціонального або багатофункціонального (житлового, громадського, адміністративного) призначення), які поєднані між собою загальним архітектурно-просторовим та функціонально-планувальним рішенням. (ДБН 2.2-24:2009. Будинки і споруди проектування висотних житлових і громадських будинків ДБН в.2.2-24:2009).

Енергоефективність - ефективне (раціональне) використання енергетичних ресурсів. Використання меншої кількості енергії для забезпечення того ж рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві. (Електронний ресурс. Режим доступу: <https://goo-gl.su/YdZpwZ>).

Альтернативні джерела енергії – отримання енергії не з її традиційних джерел (вугілля, нафта, сланці та інше), а з відновлювальних, що використовують енергію сонця, вітру, геотермальну енергію тощо (Електронний ресурс. Режим доступу: <https://goo-gl.su/CVcBIn5f>).

Екологічна будівля – це будівля в якій гармонійно поєднуються інтереси природного середовища життєдіяльності людей за рахунок максимально-раціонального використання ресурсів, врахування всіх потреб мешканців та мінімального впливу на оточуюче середовище (Молодкин С.А. Принципы формирования архитектуры высотных энергоэффективных жилых зданий: Дисс. ...канд. арх. М., 2007. – 124 с.).

РОЗДІЛ І

СУЧАСНИЙ СТАН ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ БУДІВНИЦТВА ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ТА КОМПЛЕКСІВ

1.1. Аналіз науково-теоретичних досліджень з проблем організації висотного будівництва.

Сьогодні вітчизняні та зарубіжні вчені провели багато досліджень з цієї теми та розкрили її різні аспекти з різних сторін. Під час дослідження проаналізовано результати опублікованих робіт українських та зарубіжних авторів. У науковій роботі розглядаються екологічні проблеми міського середовища та особливості формування висотних енергоефективних будівель.

На основі наявних досліджень можливе подальше вдосконалення планувальних моделей, функцій та типологічних характеристик висотних багатофункціональних енергетичних комплексів з використанням відновлюваної енергії та новітніх технологій.

Важливо відзначити, що всі роботи певним чином пов'язані з тематикою цієї роботи. Таким чином, можна виділити ключових авторів з певними аспектами, напрямками та характеристиками, що стосуються теми, який:

- Архітектурно-містобудівна характеристика загальної висотної забудови;
- Формується спеціалізація висотних будівель з високою енергоефективністю.

До першого напряму науково-дослідницької роботи належить дисертація Ю.Г. Тема видання — «Комплексна будівельна група» та монографія «Космічний місто». Теорія і практика». Саме в цих роботах автори розглядають умови, за яких виникають нові міські одиниці, такі як висотні будівлі [35-36].

Визначено основні напрями розвитку міста та фактори, що впливають на якість міського середовища.

Автор також подає основні принципи проектування об'єктів, що утворюють «місто», зокрема висотних будівель.

А саме: принцип компактності, принцип універсальності, принцип концентрації, принцип тривимірності, принцип інженерії, принцип адаптивності.

Загальнотеоретичною основою є робота Уеллса В.І. «Характеристики архітектурно-планувальної організації багатоповерхових житлових комплексів». Автори визначають основні вимоги до формування забудови багатоповерхового житлового комплексу, серед яких: містобудівне, функціональне та просторове планування, проектування, інженерія та екологія. Розкрито основні принципи формування будівель, які можна рекомендувати для проектування житлово-комунального господарства з урахуванням їх місця в міській тканині, побудові споруд та створення архітектурно-художніх образів. Виявлено та сформульовано дві групи принципів формування багатоповерхової житлової забудови — містобудування та просторове планування [31].

Не менш важливою є робота С.О. Молодкіна на тему «Принцип формування енергозберігаючих багатоповерхових житлових будинків»

[32-33]. У цій статті автори виділяють найважливіші масові, містобудівні та інженерні вимоги до багатоповерхових будинків. Автор пропонує наступні аспекти підвищення енергоефективності будівель:

- Використання геотермальної енергії (геотермальної) для розбудови підземних просторів;
- використання компактних архітектурно-планувальних рішень;
- Реалізація еко-простору;
- Використання нетрадиційних джерел енергії тощо.

Важливим аспектом є те, що комфортність будівлі залежить від її поверховості. Звідси Росковшенко А.Ю. на тему «Визначення комфортності квартири за поверховістю» [34]. У цій роботі автори вказують на основні фактори та проблеми, які виникають у міру збільшення поверховості будівлі.

Ці фактори включають:

- У будинку достатньо сонячного світла та достатнього освітлення;
- Рівень вібрації;
- волатильність;
- Акустичний режим;
- Створити мікроклімат;
- орієнтація будівлі тощо;

Виходячи з цих факторів, автори пропонують певні види 3D організації висотних будівель.

Робота професора Ковальського Л.М. справила великий вплив на розвиток архітектури та містобудування в Україні Керівник і розробник 6 проектно-технічних документів (ПТД) житлових і громадських будівель, опублікував понад 200 наукових праць та близько 100 праць з питань архітектури Наукові публікації [10-14].

Основним напрямком авторського дослідження висотних будівель є експериментальне проектування. Метою експерименту є проведення комплексної експертизи містобудівної, архітектурно-планувальної, інженерної, експлуатаційної та техніко-економічної якості висотних будівель та створення науково-практичної основи для формування нормативно-правових актів з проектування висотних будівель.

У ході наукових досліджень та польових спостережень під час пілотного будівництва було зроблено висновок про наявність багатьох об'єктивних містобудівних та економічних факторів збільшення поверховості житлових будинків, переважно через загальну тенденцію ущільнення. Багатоповерхові

будинки (понад 25 поверхів) мають ряд архітектурно-містобудівних переваг, особливо при будівництві великих житлових і громадських комплексів.

Найяскравішим представником другого напрямку навчання має бути Кен Єанг, доктор архітектури з Малайзії. Його роботи консультують щодо проектування екологічних багатоповерхових офісних будівель, зокрема такі книги: Екологічний хмарочос, Зелений хмарочос - Основи екологічного проектування будівель, Аналіз високих будівель у тропічному кліматі, Екологічний хмарочос —Новий багатоповерховий Будинки»[26-29].

Після аналізу роботи можна присвоїти зазначені автором характеристики, а саме:

- Біоклімат за допомогою «пасивних» будівельних технологій;
- Зберігати всі натуральні інгредієнти;
- Вибір найкращого напрямку;
- Достатнє перебування на сонці та вентиляція;
- Запровадити екологічні простори, такі як тераси, балкони, вежі, карнизи, ребра тощо.
- Розташування будівлі та його розміри повинні відповідати природно-кліматичним умовам території забудови;
- Пропоноване планування атріумів та зимових садів;
- Використовуйте нетрадиційні джерела енергії.

Важливо зазначити, що основні підходи авторів до екологічних питань у висотних будинках слід враховувати, але вони орієнтовані на конкретні природно-кліматичні умови і тому не можуть бути адекватно використані в інших кліматичних регіонах.

Провідним нормативним документом є ДБН В.2.2-24 «Проектування багатоповерхових житлових і громадських будинків» [37], у якому визначені вимоги до проектування та будівництва висотних будівель до 100 м. Документи: ДБН В.2.2-15 "Житлові будинки. Основні положення" [38] та ДБН В.2.2.-9 "Громадські будинки і споруди. Основні положення" {

39]. Будівництво будівель понад 100 метрів здійснюється за спеціальним дозволом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства.

Але з 2018 року в Україні запроваджено декілька нових національних будівельних стандартів, які суттєво змінять спосіб організації міських просторів: архітектура, територіальне планування, реконструкція вулиць тощо: ДБН В.2.2-12: 2018 «Регіональне планування та розвиток» [40].

1.2. Історичні етапи становлення висотного будівництва у світі.

На сьогоднішній день не існує чіткого визначення поняття «висока будівля». За даними 2009 року, висотою в Україні вважаються висотні будинки понад 74 метри, а сьогодні ця цифра зросла до 100 метрів. У Росії з радянських часів

висотними вважаються будівлі вище 75 м або вище 25 поверхів. В інших країнах високі будівлі мають висоту від 35 до 100 метрів. Будівлі вище 100 метрів, в США і Європі - вище 150 метрів вважаються хмарочосами, вище 300 метрів - суперхмарочосами.

В англійській мові слово «хмарочос» раніше використовувалося для позначення людської діяльності, але не в архітектурному сенсі. Пей написав у своїй «Історії мов», що італійське слово «хмарочос» («grattacielo») з'явилося в 1252 році, що означає «дуже висока людина»[41]. Не випадково ця дата збігається з появою в містах Тоскани 13-14 століть скупчення веж, що належали знатним родинам, що змагалися між собою за «найвище» положення в суспільній ієрархії. Але на той час це слово ще не відповідало архітектурі, особливо вежам. Образне розуміння структури на практиці пов'язане з дуже концептуальною концепцією, яка була особливо актуальною в усьому світі наприкінці дев'ятнадцятого століття, яка притримує уми багатьох.

Під час дослідження було розглянуто, проаналізовано та згруповано за місцем розташування приблизно 100 багатоповерхових будівель багатофункціонального призначення з усього світу. Нижче наведено детальний аналіз характеристик багатоповерхових житлових будинків:

- Функціональна структура;
- розташування міста;
- Конструктивно-технічні рішення;
- режим роботи;
- поверхневі;
- площа;

і багато іншого

Будівництво висотних будівель у світі має давню історію. Розвиток світової поверхневої архітектури розпочався наприкінці 19 століття через збільшення населення великих міст (рис. 1.1).



Динаміка зросту населення у Світі

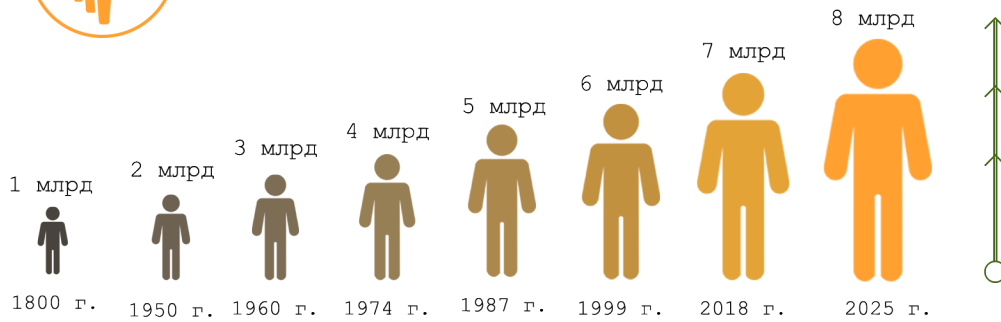


Рис.1.1. Динаміка зросту населення у світі

Але з кожним роком динаміка зростання чисельності багатоповерхових будинків зростала, це було зумовлено деякими факторами, до яких можливо віднести економічність, соціальний попит, компактність з точки зорзабудови, технічний прогрес, тощо. (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Динаміка будівництва висотних будівель

Піонером висотних будівель були США. Крім швидкого зростання міського населення, на висоту будинків вплинуло також подорожчання першої міської землі та винайдення безпечного ліфта та початок масового виробництва високоміцної сталі.

У 1885 р. архітектор Вільям Ле Барон використав цю техніку для будівництва десятиповерхової будівлі страхової компанії в Чикаго (рис. 1.3., 1). У 1890 році Луїс Салліван побудував 16-поверховий будинок Auditorium в Чикаго. Протягом першої половини 20 століття економічна структура американського суспільства вимагала великої кількості офісних будівель, а вимоги до концентрації та щільності будівель призвели до збільшення поверхів. В результаті система міського центру в Сполучених Штатах, багатоповерхові будинки, в основному є однофункціональними офісами, що різко контрастує з навколишніми малоповерховими будинками.

Протягом десятиліть багатоповерхівки були зосереджені на одному або обмеженій кількості об'єктів і в них домінувала одна функція, перемежаючись з одноповерховими готелями та будинками змішаного призначення. Як наслідок, виникають перекоси в розвитку міської інфраструктури та проблеми в організації транспортних потоків. Вночі та у вихідні дні багатоповерхові міські центри зникають.

Відправною точкою для будівництва висотних будівель прийнято вважати США. У 1951 році в Чикаго був побудований один з найвідоміших багатоповерхових житлових будинків на бульварі Лейк-Шор в Чикаго (рис. 1.3, 2). Архітектором цих будівель є міс ван дер Рое, і дві будівлі ідентичні в плані, під прямим кутом один до одного. Конструктивно будинки мають сталевий каркас, монолітне залізобетонне перекриття, покладене на профнастил. Труби опалення прокладаються в просторі між підлогою і стелею. У центрі кожної вежі знаходиться технологічне ядро з ліфтами та іншим комунікаційним обладнанням. Безсумнівно, найважливішими елементами архітектури є інтерпретація каркаса («кістки») і скла («шкіра»). Протипожежні

обмеження забороняють залишати елементи конструкції відкритими, тому їх покривають тонким шаром бетону. Щоб повернути фасаду металевий характер каркасу, Міс вирішила обшити каркас стрічковою сталлю [43].

У районі «Рівер Північ» на березі каналу в центрі Чикаго знаходиться ще один багатофункціональний комплекс – Марина Сіті (рис. 1.3., 3). На момент побудови в 1962 році дві вежі Маріана-Сіті були найвищими будівлями в світі, побудованими із залізобетону на висоті 179 метрів.

Вежі розташовані на двоповерховому подіумі, на якому розміщені громадські місця. Перший дев'ятнадцятий поверх – це автостоянка. З 20 по 60 поверхи – житлові квартири та офіси. Типовий житловий поверх налічує 12 квартир. Конструктивна схема включає колону циліндричної серцевини діаметром 10 метрів, де розташовані технічні приміщення, і вертикальні комунікації (п'ять ліфтів і пожежні сходи).

У кожній квартирі є напівкруглий балкон, який виступає як конструктивний елемент і допомагає забезпечити освітлення.

Ці вежі мають дуже примітивну форму, і саме вони започаткували тенденцію будівництва багатьох незвичайних будівель.

З середини 1960-х років основним принципом проектування багатоповерхівки стала універсальність будинку, що забезпечує найбільший прибуток для його експлуатації. Тому кожен будинок спроектований за класичною схемою: на нижньому рівні розташовуються зони загального користування, такі як автостоянка, супермаркет, сервіс, дитячий майданчик, кінотеатр тощо; потім піднімаються різні типи житлових поверхів – квартири чи готельні номери. . Чим вище рівень, тим вишуканіше і просторіше житлова зона з пентхаусом вище. Враховуючи кількість продажів і попит на різні квартири [44], у проекті зберігається можливість зміни планування житлових будинків в готових будинках.

Скляна призма Lake Point Tower була побудована в 1968 році на березі озера Мічиган в Чикаго (рис. 1.3., 4). Завдяки своєму розташуванню в парковій зоні

будинок замислювався як тіло, незалежне від озера. Завдяки податливості закруглених кінців, Lake Point Tower суттєво відрізняється від інших хмарочосів. Запланований будинок має форму трилистника і має висоту 197 метрів. У конструкції будівлі використовується залізобетонний каркас, а фасад облицьований світловідбиваючим склом. У середині трикутного центрального ядра розташовані сходи ліфта. За рахунок перерозподілу горизонтальних навантажень колони, розташовані по периметру фасаду, мають меншу вагу. Будівля багатофункціональна: на нижніх поверхах розташований розважальний центр, вежа 900 та офіси розташовані у вежі [44].

Недарма Чикаго вважають батьком будівництва хмарочосів, адже Центр Джона Хенкока, одна з найвищих будівель світу, була побудована в Чикаго в 1969 році. На перших 20 поверхах багатофункціонального будинку розташовані комерційні будівлі та автостоянки, офіси з 20-го по 41-й поверхи та 711 квартир на верхніх поверхах. У будинку є всі необхідні послуги (пошта, його чотирикутна зрізана призма. Конструкція побудована на елементах, розташованих по периметру будівлі, з'єднаних горизонтально і діагонально, щоб утворити жорстку колону, яка витримує високі вітрові навантаження. Завдяки цьому проектне рішення, збільшено кількість несучих елементів, зменшено товщину антресольної частини, фасад розділено на 5 відсіків по 18 поверхів кожен, визначених діагональними конструктивними елементами, з додатковими половинами - 9-ти поверховими секціями.

Ще один хмарочос Sears Tower (рисунки 1.3, 6) є найвищою будівлею Чикаго (442 м) і був побудований в 1974 році (архітектори-SOM). 110-поверховий будинок багатофункціональний: в ньому розташовані офіси на 10 тис. співробітників і квартири на 6 тис. орендарів. Прямокутна конструкція складається з дев'яти просторових порожнистих колон-модулів, кількість порожнистих колон зменшується зі збільшенням висоти, причому лише дві внизу досягають верху будинку. Кожен модуль має довжину 23 м, відстань між металевими колонами становить 4,5 м, усі дев'ять модулів піднімаються

на 90-й поверх, і лише дві колони досягають 108-го поверху. Антена знаходиться над верхнім шаром. Зовнішні стіни оброблені червоним анодованим алюмінієм [46].

Наступним хмарочосом став Olympia Center - багатофункціональний комплекс, побудований в Чикаго в 1986 році (рис. 1.3., 7). 68-поверховий будинок включає 200 квартир, 32 тисячі квадратних метрів офісних приміщень, чотириповерховий торговий центр і три з половиною поверхи підземного паркінгу. На 39 поверхах вище розташовані квартири, кожна по 200 квадратних метрів. Нагорі, з 58-го по 63-й поверх, розташовані двоповерхові пентхауси з двома рівнями простору з видом на тераси та балкони. У квартирі чотири ліфти з окремими входами. Від стоянки на 430 автомобілів є три швидкісні ліфти: два з'єднують офіси та магазини, а один – житлові зони. Конструкції виконані із залізобетонних каркасів із центральним жорстким сердечником.

North - Michigan 900, побудований в 1989 році, розташований на Мічіган-авеню в комерційному центрі Чикаго - вулиця низьокласних будівель і витіюватих фасадів (рис. 1.3., 8), будинок, висотою 65 м, 66 поверхів, в т.ч. Офісні приміщення, торгові центри, готелі на 340 номерів, супермаркети тощо. На дахах хмарочосів є оглядові майданчики, ресторани та бари. Все спроектовано так, щоб мешканці та офісні працівники могли задовольнити свої потреби, не виходячи з дому.

Завдяки повторенню кількох найбільш типових рис, будівля спроектована із сталеву конструкцією з прилеглими будівлями. Об'єм будинку по вертикалі розділений на три частини – стильову, середню і верхню. Кожному з них відповідає окрема функція: торговий центр внизу, офіси - посередині, готелі та ресторани - вгорі. Масштаб навколишньої забудови не порушується завдяки спеціальному постаменту на 9 поверсі, облицьованому гранітом, і блоком мармуру та прикрашеному ліпними візерунками в стилі прилеглих будівель. З боку Мічіган-авеню є вхід до шестиповерхового атриуму, де

розміщені торговий центр і хол готелю. Фасад має класичне облицювання, що додає міцності та міцності конструкції. Вертикальні вузькі смужки скла в середині фасаду створюють враження легкості та елегантності.

Bank of America - хмарочос, розташований між центральним і діловим районами Атланти (штат Джорджія, США) (рис. 1.4., 9). Станом на 29 лютого 2016 року він має висоту 312 м і займає 87 місце в рейтингу найвищих будівель світу. Це також найвища будівля в будь-якій столиці США, за винятком Чикаго та Нью-Йорка, хоча незабаром вона втратить свій титул після того, як будуть побудовані три хмарочоси, включаючи Центр інновацій і технологій Comcast у Філадельфії, який буде довкола нього 25 метрів. Національний банк Плаза. Офісні приміщення займають 55 поверхів.

На будівництво в стилі ар-деко знадобилося всього 14 місяців, і він займає перше місце серед усіх будинків понад 300 м за ходом будівництва. На тлі міста виразність будинку посилюється в темному кольорі екстер'єру.

Дах хмарочоса являє собою 27-метровий шпиль у формі обеліска, форма якого повторює всю будівлю. Більшість шпилів покриті золотою фольгою 960 проби. Відкрита гратчаста піраміда під обеліском світиться вночі оранжево-жовтим світлом. Спочатку решітку планували закрити склом, але розрахувати вагу скла інженерам не вдалося. По суті, архітектура будівлі є сучасною інтерпретацією стилю ар-деко, який також можна побачити в хмарочосах Емпайр Стейт-Білдинг і Крайслер-Білдинг. Дизайн будівлі схожий на Messeturm у Франкфурті-на-Майні (Німеччина). Фактично житлову частину будівлі завершує плоский дах, який уже являє собою сталеву кроквяну піраміду, освітлену вночі натрієвими газорозрядними лампами високого тиску.

На сьогоднішній день у США побудовано 706 хмарочосів висотою понад 150 метрів. Спочатку лідерство в будівництві висотних будівель належало Чикаго, але подальший розвиток хмарочосів відбулося в Нью-Йорку. Ці два міста досі домінують за кількістю хмарочосів у Сполучених Штатах.

Trump International Hotel and Tower — це готель-хмарочос у Чикаго, штат Іллінойс, друга за висотою будівля в Чикаго та третя за висотою будівля в Сполучених Штатах (малюнки 1.4, 10).

Хмарочос складається з трьох частин і має архітектурний стиль чиказьких будівель. Висота кожної секції така ж, як і у сусідніх будинків, щоб забезпечити візуальну безперервність з навколишнім ландшафтом. Тому покрівля першої частини східної сторони будівлі суміщена з карнизом Wrigley Building на схід, а друга частина (західна сторона) - під річкою Плаза та вежою Marina City на північ, вирівняна на захід. Третя секція розташована під 330 North Wabash Building (раніше IBM Plaza). У будівлі використовується скло з низьким випромінюванням. Будівля площею 2 600 000 квадратних футів (242 000 квадратних метрів) має 92 поверхи і містить 486 елітних квартир. Вони включають студії, апартаменти з однією-чотирма спальнями та п'ять пентхаусів. Розкішний готель на 339 номерів. А також торговельні площі, гараж, готель. Є вестибюль, торговельні приміщення та гараж з 3-го по 12-й поверхи. На 14 поверсі розташований оздоровчий клуб і спа-центр. З 17 по 21 – готельно-представницький зал. З 28 по 85 - квартири, з 86 по 89 - пентхауси. Bank of America - хмарочос, розташований між центральним і діловим районами Атланти (штат Джорджія, США) (рис. 1.4., 9). Станом на 29 лютого 2016 року він має висоту 312 м і займає 87 місце в рейтингу найвищих будівель світу. Це також найвища будівля в будь-якій столиці США, за винятком Чикаго та Нью-Йорка, хоча незабаром вона втратить свій титул після того, як будуть побудовані три хмарочоси, включаючи Центр інновацій і технологій Comcast у Філадельфії, який буде довкола нього 25 метрів. Національний банк Плаза. Офісні приміщення займають 55 поверхів.

На будівництво в стилі ар-деко знадобилося всього 14 місяців, і він займає перше місце серед усіх будинків понад 300 м за ходом будівництва. На тлі міста виразність будинку посилюється в темному кольорі екстер'єру.

Дах хмарочоса являє собою 27-метровий шпиль у формі обеліска, форма якого повторює всю будівлю. Більшість шпилів покриті золотою фольгою 960 проби. Відкрита ґратчаста піраміда під обеліском світиться вночі оранжево-жовтим світлом. Спочатку решітку планували закрити склом, але розрахувати вагу скла інженерам не вдалося. По суті, архітектура будівлі є сучасною інтерпретацією стилю ар-деко, який також можна побачити в хмарочосах Емпайр Стейт-Білдінг і Крайслер-Білдінг. Дизайн будівлі схожий на Messeturm у Франкфурті-на-Майні (Німеччина). Фактично житлову частину будівлі завершує плоский дах, який уже являє собою сталеву кроквяну піраміду, освітлену вночі натрієвими газорозрядними лампами високого тиску.

На сьогоднішній день у США побудовано 706 хмарочосів висотою понад 150 метрів. Спочатку лідерство в будівництві висотних будівель належало Чикаго, але подальший розвиток хмарочосів відбулося в Нью-Йорку. Ці два міста досі домінують за кількістю хмарочосів у Сполучених Штатах.

Trump International Hotel and Tower — це готель-хмарочос у Чикаго, штат Іллінойс, друга за висотою будівля в Чикаго та третя за висотою будівля в Сполучених Штатах (малюнки 1.4, 10).

Хмарочос складається з трьох частин і має архітектурний стиль чиказьких будівель. Висота кожної секції така ж, як і у сусідніх будинків, щоб забезпечити візуальну безперервність з навколишнім ландшафтом. Тому покрівля першої частини східної сторони будівлі суміщена з карнизом Wrigley Building на схід, а друга частина (західна сторона) - під річкою Плаза та вежою Marina City на північ, вирівняна на захід. Третя секція розташована під 330 North Wabash Building (раніше IBM Plaza). У будівлі використовується скло з низьким випромінюванням. Будівля площею 2 600 000 квадратних футів (242 000 квадратних метрів) має 92 поверхи і містить 486 елітних квартир. Вони включають студії, апартаменти з однією-чотирма спальнями та п'ять пентхаусів. Розкішний готель на 339 номерів. А також торговельні площі,

гараж, готель. Є вестибюль, торговельні приміщення та гараж з 3-го по 12-й поверхи. На 14 поверсі розташований оздоровчий клуб і спа-центр. З 17 по 21 – готельно-представницький зал. З 28 по 85 - квартири, з 86 по 89 - пентхауси. Світовий торговий центр - центральна будівля нового комплексу Світового торгового центру в Нижньому Манхеттені (Нью-Йорк, США) (рисунки 1.4., 11). Це шостий за висотою хмарочос у світі після Бурдж-Халіфа в Дубаї (828 м), Шанхайської вежі (632 м) і Абрадж аль-Байта в Мецці (601 м), Goldin Finance в Китаї 117 (597 м) і Lotte Building. в Кореї (555 м). Це також найвища офісна будівля в світі і найвища будівля в Західній півкулі.

Будівля розташована в північно-західному куті ділянки площею 65 000 квадратних метрів, де розташований колишній комплекс Всесвітнього торгового центру, включаючи знамениті вежі-близнюки, зруйновані 11 вересня 2001 року.

Проектна висота будівлі 541 метр (417 метрів від даху). Будівельні роботи розпочалися 27 квітня 2006 року. 19 грудня 2006 року в основі будівлі встановили перші сталеві колони. У цьому ж районі вздовж Грінвіч-стріт планується побудувати ще три багатоповерхових офісних будівлі та один багатоповерховий житловий будинок, оточуючи таким чином будівництво Вежі Свободи на честь 44-го президента Барака Обама та 43-го президента Джорджа Буша-молодшого. 11 вересня 2001 р. Завершено 10 травня 2013 р., встановив 124-метровий металевий шпиль вагою 758 тонн. 541-метровий будинок стає найвищим будинком у Сполучених Штатах.

432 Park Ave — це надвисокий хмарочос, побудований між 56-ю та 57-ю вулицями на Парк-авеню в центрі Нью-Йорка. Проект розроблено компанією CIM Group. Будівництво розпочато у 2012 році та завершено у грудні 2015 року (рисунки 1.4 та 11).

Висотою 426 метрів, це третя за висотою будівля в Сполучених Штатах і найвищий житловий будинок у світі. Це друга за висотою будівля в Нью-Йорку після Всесвітнього торгового центру. Висота даху Парк-авеню 432

перевищує дах Світового торгового центру на 9,8 метра, але останній виграє в загальній висоті завдяки шпилю.

Комплекс «432 Park Avenue» має загальну площу 50 000 кв. м, загальна житлова площа - 42000 кв. Метр.

Всього в комплексі 147 квартир. На даний момент, за словами Олени Юргеневої, керівника відділу житлової нерухомості Elite, Knight Frank Russia and CIS, продано близько 30% житлової площі в комплексі «432 Park Avenue». Вартість квартир починається від 9,7 мільйонів доларів. За ці гроші можна купити квартиру площею 166 кв. м має дві спальні. Квартира на продаж вартістю 16,95 мільйона доларів становить 322 квадратних метри з двома спальнями та бібліотекою.

Внутрішня інфраструктура житлового комплексу включає ресторан, винний зал, фітнес-центр, більярдну, студію йоги, кілька конференц-залів та спа. Bentel & Bentel займалися дизайном інтер'єру місць загального користування. У підземній частині хмарочоса є паркінг на 120 машин (ціна паркомісця входить у вартість квартири).

56 Leonard Street - це будівля висотою 250 м, 57-поверховий хмарочос на Леонард-стріт в Нью-Йорку. Будівля, спроектована швейцарською архітектурною фірмою Herzog & de Meuron, описує будівлю як «будинок, зібраний у небо». Це найвища будівля в Трибеку (рис. 1.4., 13).

Wilshire Grand Center - будівля висотою 335,3 м, хмарочос у фінансовому районі центру Лос-Анджелеса, Каліфорнія (рис. 1.4., 14). Це найвища будівля в Лос-Анджелесі, найвища будівля в Каліфорнії, найвища будівля на захід від річки Міссісіпі та за межами Нью-Йорка, Чикаго та Філадельфії, а також 11-та найвища будівля в Сполучених Штатах. Він на 82 фути (25 м) вищий за вежу Банку Америки. Будівля є частиною багатофункціонального готелю, оглядового майданчика, торгового центру та офісного комплексу, який, як очікується, оживить центр Лос-Анджелеса та прилеглі райони. Плани включають 67 000 квадратних футів (6 225 квадратних метрів) торгових площ,

677 000 квадратних футів (62 895 квадратних метрів) офісних приміщень класу А і 900 готельних номерів. InterContinental є готельним компонентом вежі, що складається з 900 номерів і люксів.

Jersey City Urby — 69-поверховий хмарочос у Джерсі-Сіті через річку Гудзон від Нижнього Манхеттена. Висотою 217 м (713 футів) це найвищий житловий будинок у Нью-Джерсі (рис. 1.4., 15).

Світовий торговий центр 3 — хмарочос, який є частиною відновленого Всесвітнього торгового центру в Нью-Йорку. Будівлю спроектував лауреат Прітцкерівської премії Річард Роджерс. Будівництво розпочалося в жовтні 2010 року і закінчилося в 2018 році.

Офісна будівля розташована на східній стороні Грінвіч-стріт на місці колишнього готелю Marriott, зруйнованого в результаті теракту 11 вересня 2001 року.

1.3.Проектування висотних будівель в Україні.

Сьогодні в різних країнах світу висотна класифікація будівель дуже різниться через історичні, культурні та інші причини.

Стрибок висотних будинків в Україні, особливо в Києві, почався наприкінці 1990-х років, коли було скасовано закон про висотні будинки. За останні 10 років у Києві збудовано понад 200 будинків на 20-49 поверхів.

В Україні термін «поверхівка» використовується для будинків понад 25 поверхів (верхній рівень експлуатації має умовну висоту 73,5 м).

Питання збільшення житлових поверхів завжди було актуальним через дефіцит землі, щорічні темпи зростання населення, урбанізацію у великих містах. З 1960-х років розроблено та реалізовано достатню кількість експериментальних проектів багатоповерхових житлових будинків у Харкові, Києві, Дніпрі та інших містах України.

Експериментальні будівлі - Експериментальні будівлі, пов'язані з перевіркою та вдосконаленням архітектурних, містобудівних і технологічних рішень. У процесі експериментального будівництва та подальшої експлуатації будівельних об'єктів вивчалися нові методи планування та забудови житлових територій, архітектурне планування, проектні схеми та системи інженерного обладнання будівель і споруд [71].

У рамках експерименту необхідно розробити оптимальні архітектурно-планувальні рішення, провести теплофізичні, лабораторні та польові випробування конструкцій, випробувати несучу здатність, вивчити вплив висотних будівель на самопочуття їх мешканців. За результатами випробування будівництва спеціальний документ ДБН В2.2-24-2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків» призначений для проектування та будівництва висотних будівель нижче 100 метрів [37]. Цей документ розроблено на основі двох базових документів з проектування житлових і громадських будинків і споруд: ДБН Б 2.2-15-2005 "Житлові будинки. Основні положення". Будівлі довжиною понад 100 м можна будувати після отримання спеціального дозволу Міністерства будівництва, будівництва та житлово-комунального господарства України [38].

Висотна забудова України найбільш активна в столиці, Києві. Але в інших українських містах спостерігається тенденція до будівництва висотних будинків.

Тому, щоб простежити розвиток хмарочосів багатоповерхівок, необхідно почати розглядати всі будівлі в хронологічному порядку. Враховуючи те, що будівля вважається багатоповерхівкою понад 73,5 метра, першим «хмарочосом» в Україні стала «Висотка на Хрещатику, 25», побудована в Києві в 1954 році.

Хрещатик, 25("Будинок із зірками", "Дружба") - триповерховий 14-поверховий цегляний житловий будинок (85 м) 1954 року побудови. Це одна з головних будівель Хрещатика і розташована на висхідній позиції, що завершує

вид на вулицю Богдана Хмельницького. Будинок можна віднести до сталінських хмарочосів, також побудованих у Москві, Ризі та Варшаві. На першому поверсі будівлі — кінотеатр «Дружба», відкритий у 1956 році (рис. 13.13, 1).

Будівля збудована за конструктивно-каркасною схемою без проміжної стіни між ними.

Комплекс складається з 15-поверхового центрального житлового будинку, увінчаного вежею та усіяним зірками шпилем, обрамленого двома 9-поверховими «крилами». Крім того, єдиний комплекс з хмарочосом складається з двох 11-поверхових житлових веж, розташованих симетрично відносно хмарочоса, створюючи гарний і гармонійний комплекс з рештою забудови Хрещатика [72].

Міністерство інфраструктури України — це 28-поверховий хмарочос, розташований у Києві. Це був найвищий хмарочос в Україні з 1986 по 2005 роки (рис. 1.13, 3).

Будівля є одним із перших сучасних хмарочосів в Україні. Він був побудований з 1974 по 1986 рік і спочатку використовувався як обчислювальний центр Управління цивільної авіації України, МКА, СРСР.

Висота будівлі 120,9 м.

Будівля нинішнього Мінінфраструктури є зразком радянської архітектурної спадщини, що відображає використання послідовного та чіткого підходу до формування композиції міських просторових елементів. Тут, на розі двох головних вулиць, на перехресті утворена значна площа, для домінування зведена висотна адміністративна будівля, головний фасад виходить на відкритий простір площі та шляхопроводу на залізничних коліях. Тому дотримується масштаб — висота будівлі відповідає просторій площі, що забезпечує пропорції візуального сприйняття всієї будівлі з точки зору людини — і не порушує ритму будівлі, оскільки будівля є відповідним міським акцентом. Після реконструкції у 2003 році будівля набула більш сучасного

вигляду завдяки безперервному склінню головного фасаду та дещо іншому застосуванню артикуляційного принципу фасаду, що, схоже, не завдало істотної шкоди самій будівлі. [73]

У 2003 році будівля була повністю відремонтована, залишився лише старий каркас та встановлена 8-метрова антена.

У будівлю переїхало Міністерство транспорту України. У будівлі також є тренажерний зал, ресторан та конференц-зали.

Будівля Апеляційного суду Києва вважається найвищою адміністративною будівлею в Україні. Був побудований з 1978 по 2006 рік. Протягом 2006-2007 рр. вважалася найвищою будівлею в Україні (рис. 1.13, 4). До 1886 року Солом'янський цвинтар знаходився на території Київського апеляційного суду. Але в 1970-х роках було вирішено створити обчислювальний центр «Дніпроводогосп» (або «Міністерство меліорації Радянського Союзу»). Будівництво почалося в 1978 році, але припинилося в 1985 році, коли почалася «реформа». Згодом власники будівлі почали змінюватися. До 1998 року будівля була комунальною власністю Києва. У 2004 році почалася реконструкція хмарочоса. Є два підвальні та два рівні паркінгу. На даху - вертолітний майданчик. Реконструкція була завершена в 2006 році. Тоді в будівлю переїхав Апеляційний суд Києва.

Будівництво Київського апеляційного суду на Солом'янській площі спочатку слід розглядати крізь призму архітектурної композиції самої Солом'янської площі. У контексті цієї будівлі будівля є вертикальним елементом композиції, надаючи території певного динамічного змісту, освіжаючи атмосферу, створену традиційними симетричними планами будівель навколо Університету національного оборони та Державного будинку внутрішніх справ. Площа, забудова орієнтована на високий клас. Однак висота будівлі врівноважується площинністю навколишньої будівлі і не залежить від квадратної площі. Островського, можна легко побачити глядачам на площі та прилеглих вулицях. Вищий суд також поклав початок проспекту

Солом'янської. Архітектурний стиль будівлі суду лаконічний і легкий для сприйняття, що нехарактерно для об'єкта сучасної багатоповерхівки Києва, а тричленний поділ вежі зменшує вплив маси [73].

Бізнес-центр «Парус» (Парус) — бізнес-центр 33-го поверху, розташований у Києві (рис. 1.13, 5).

Перший проект з'явився в 2002 році, ставши п'єдестал у неокласичному стилі. Остаточне архітектурне рішення повністю витримало більш сучасні стилі, хоча дизайн будівлі змінювався навіть під час будівництва, при цьому нижня частина була капітально відремонтована та значно розширена.

Будівництво розпочато у 2004 році.

Конструкція будівлі монолітно-каркасна, покрівля перевернута і робоча.

13 лютого 2006 року було повністю підготовлено залізобетонний каркас будівлі.

15 лютого розпочали монтаж швидкісних ліфтів Otis.

Білборди для інвесторів хмарочосів були розміщені на каркасі майже протягом усього будівництва.

Через сильні морози в січні-лютому 2006 року будівництво було призупинено лише на 6 днів, але потім будинок був побудований без затримок.

6 серпня 2006 року фасади засклені системою Schüco.

У листопаді 2006 року «Парус» запрацював.

12 листопада 2008 року було відкрито конференц-зал, що включає два зали: 150 квадратних метрів та 250 квадратних метрів. Зал розрахований на 150 і 300 делегатів [74].

BFC Gulliver — будівля «бізнес-класу» у Києві. Маючи висоту 141,8 м, це друга за висотою будівля в Україні (рис. 13.13, 6). Будівля складається з двох блоків: 35-поверхового бізнес-центру та 16-поверхового розважального центру. Будівля має загальну площу 7966 квадратних метрів, 4 поверхи підземних паркінгів на 300 автомобілів, 10 ліфтів, 8 з яких швидкісних, та 2 великі конференц-зали.

Будівництво об'єкту було завершено у серпні 2012 року. Будівля складається з монолітного каркаса з власною самостійною котельнею та всім інженерним обладнанням. Перший блок: торгово-розважальна зона, розташована на 10 поверсі, з 6-поверховою надбудовою над розважальним комплексом. Інфраструктура в торгово-розважальному сегменті включає: Підземний супермаркет площею понад 9000 квадратних метрів з бутіками на першому і четвертому поверхах, 24 доріжками для боулінгу, 7 театрами, дитячими ігровими майданчиками, ресторанами, салонами краси, фітнес-клубом з 25-метровим басейном.

Другий блок: 33-й поверх (35-й поверх технічний) бізнес-центр, що складається з офісних приміщень високого рівня.

Житловий комплекс на Кловському узвозі, 7 - двоповерховий хмарочос у Києві, що складається з 47-поверхового житлового комплексу та 18-поверхового офісного центру, з'єднаних 8-поверховим «переходом» (рис. 1.13, 7). 2018 року будівля є найвищим хмарочосом в Україні. Першим архітектором проекту був Сергій Бабушкін. У процесі будівництва поступово змінюється зовнішній вигляд будівлі і навіть кількість житлових поверхів у висотних частинах. Збільшено з 37 до 47. Офісна частина введена в експлуатацію в 2009 році. А у вересні 2010 року будівля досягла висоти 143 м, перевершивши БФК «Гулівер» – 141,2 м. Це перший хмарочос в Україні з понад 40 поверхами. За словами головного архітектора Андрія Мазура, будинок спроектований на стільки поверхів, скільки дозволять пілоти, а над хмарочосом вже літають літаки. Тим часом будівля викликала обурення киян. Він маскує вид з лівого берега на Києво-Печерський монастир. Не випадково під час будівництва, коли будівля досягла максимальної висоти, ЮНЕСКО почала закликати знищити хмарочос, оскільки вежа псувала краєвид монастиря. Одним із варіантів усунення шкоди виду є заміна фасаду на дзеркала, або зменшення поверховості на 12.

Jack House — 39-поверховий хмарочос у Києві. Побудований у 2012-2018 роках. Третій за висотою будинок у Києві та Україні. У будівлі є ресторани, басейн на даху, спа, розважально-торговельні заклади, велика автостоянка. За нових соціально-економічних умов в Україні загострилася проблема оптимізації міської забудови, особливо у великих містах, зокрема у Дніпрі, де в останні роки спостерігається значне зростання житлового будівництва. Як уже зазначалося в загальному хронологічному огляді багатоповерхівок за радянських часів, збудовано і успішно діють дві житлові вежі по 28 поверхів. Тоді ж з'явився недобудований готельний «парус» на 29 поверсі. Будівництво тривало з 1975 по 1989 роки. Через три роки каркас будівлі був завершений, і готель планували відкрити в 1979 році.

Свічки на ділянці Перемоги ("свічка", "пальчик") - багатоповерхові резиденції в районі Дніпровського собору. Розташований у мікрорайоні Перемоги-5 (рис. 1.13, 2).

Будівництво будівлі тривало з 1975 по 1979 рік. З 1979 по 1983 рік перший будинок був найвищим в СРСР (близько 94 м).

Житловий комплекс «Вежа» - 30-поверхові вежі-близнюки є головним міським центром ансамблю Крутогірного, утворюючи величезні ворота висотою 123 м, які сьогодні є своєрідним міським символом Дніпропетровська (рис. 1.13, 4). Вони відкривають серію лаконічних виразних об'ємів, які організують панорамне відкриття і складають повну річку. Вежі надзвичайного масштабу в історичному центрі міста підкреслені строгим центросиметричним рішенням. Незвичайні скляні стрічки для житлових будівель, інтегровані в навісний фасад з однорідних алюмінієвих панелей, ідеально підходять для нових квартир із класичним плануванням житлових зон. Проект хмарочоса розробили у 1998 році дніпровські архітектори Олександр Дольник, Сергій Пішаний та Валентин Богманов. У 1999 році було закладено перший камінь. Спочатку будівництво Західної вежі розпочалося з 1999 по 2003 рік, східної - 2003-2005.

Дві 30-поверхові вежі-близнюки по вул. Дзержинського - частина комплексу «Крутогірний», що будується в одному з наймальовничіших районів міста на Дніпрі. Основна ідея комплексу – реалізувати сучасний житловий проект підвищеної комфортності та безпеки в поєднанні зі спортивно-оздоровчим комплексом: у житловому будинку є спортивно-тренажерний зал.

1.4. Сучасна світова практика проектування висотних енергоефективних комплексів.

Вежа Гасіля. У Дубаї побудують інноваційну та функціональну будівлю. Хмарочос неодмінно здивує своєю звивистою формою і стане найвищою будівлею з кахельним фасадом у світі. Ця унікальна будівля зменшить споживання енергії за рахунок використання сонячних панелей та оптимізації природного освітлення. У звивистій та асиметричній багатоповерхівці буде використовуватися розумна система освітлення, розташована за фасадною плиткою, яка завдяки своїй мобільності фільтруватиме природне світло, створюючи відчуття, що будівля «дихає» вночі. Електрикою для системи забезпечуватимуть сонячні батареї, встановлені на автостоянці на даху. Засклені вікна виходять на всю висоту будівлі в криволінійній формі, з

відкритими балконами та зеленою рослинністю на «вертикальному бульварі» та басейном на верхньому поверсі. Будівлю обслуговуватиме 17 ліфтів [77]. Лісове місто. Італійський архітектор Стефано Боері розробив план, згідно з яким у Китаї можна було б побудувати ціле місто, стіни якого були б повністю вкриті зеленню. Випробувальний полігон – місто Лючжоу, проект розпочнеться цього року.

Генеральний план Боері має відношення до Китаю, який має стабільно зростаючу економіку та швидко урбанізуюче населення. Великі міста Китаю відчувають хронічні проблеми смогу, які є неефективними в порівнянні з традиційними методами. У результаті влада попросила розробити проект міста, який складатиметься з 100 або 200 будинків різної площі, з живими рослинами на фасадах. Боері та його співробітники активно просувають проект і планують завершити «Лісове місто» у 2020 році.

«Лісове місто» буде будівлею різної висоти, у формі пелюсток. Кожна пелюстка може вмістити до 20 000 чоловік. Будинки зійдуться до центру, де розміститься громадська зелена зона. Будинок буде вкритий рослинністю, яка поглинає вуглекислий газ і виділяє кисень [78].

Сучасний світ сповнений унікальних і вражаючих будівель, але Дубай буде хмарочос, який стане справжнім стрибком уперед в архітектурі. Архітектор Девід Фішер запропонував хмарочос під назвою Dynamic Tower. Будівля буде обладнана сонячними панелями на даху та 48 вітрогенераторами. Вони дозволять хмарочосам виробляти в рази більше електроенергії, ніж їм потрібно для задоволення власних потреб. Динамічна вежа матиме 80 поверхів, кожен з яких зможе здійснити повний поворот навколо вертикальної осі. Це дозволить власникам квартир і гостям готелю за допомогою голосових команд вибрати потрібний вид з вікна. Але навіть у контексті цієї ротації більш вражаючим є те, що хмарочос буде повністю енергетично самодостатнім, фактично «нульовою» будівлею [79].

Китайські архітектори запропонували будувати хмарочоси на 3D-принтерах з використанням піску, сонячних панелей і вітрових турбін у пустелі. Проект багатоповерхівки називається Sand Babel.

Дизайнери Кю Сонг, Кан Пенфей, Бай Ін, Рен Нуойя і Го Шен вирішили побудувати хмарочос із «пробки» з кількох метрів піску. Багатоповерхівки наполовину будуть занурені в пісок, а так звані «коріння» захистять конструкцію від обвалу. Проекти Sand Babel скопійовані з природних явищ, таких як грибоподібні скелі та торнадо.

Передбачається, що воронкоподібний хмарочос покращить природну вентиляцію та конденсацію в суворих умовах пустелі через різницю температур між найвищою та найнижчою точками споруди протягом дня.

«Зелені» хмарочоси з деревами на фасаді. Італійська фірма Carlo Ratti Associates (CRA) і данська фірма Bjarke Ingels Group (BIG) спільно розробили унікальний проект хмарочоса, який вже будується в Сінгапурі. Будівля висотою 280 метрів буде оточена пишною зеленню, а її фасад буде засаджений деревами. Висотні будинки, що об'єднують «вертикальні ліси», останнім часом стали популярними серед архітекторів – свіжий приклад – проект Bosco Verticale, який планує побудувати ціле місто в Китаї. У таких будівлях дерева використовуються для створення комфортного та природного середовища для мешканців чи офісних працівників, а також для покращення екологічного середовища міських просторів. У новому «зеленому» хмарочосі відвідувачі отримають доступ до кількох громадських зон і парків, а на його основі буде Ратуша – зал висотою 19 метрів. Нижні поверхи будівлі займуть 299 житлових квартир, поруч з кафе та магазинами. Будівля також матиме критий зелений парк-оазис, який розкинувся на чотирьох поверхах. Він включатиме спіральну доріжку з видом на внутрішні сади та ландшафт Сінгапуру. Зелений оазис буде діяти як буфер між житловими приміщеннями під ним і багатьма офісними приміщеннями над ним. Будівля також матиме відкритий сад на даху зверху [84].

Британська архітектурна фірма Foster + Partners отримала замовлення від Шеньчжень (Китай) на проектування двох хмарочосів для штаб-квартири China Merchants Bank. Проект заснований на енергоефективних та екологічно чистих принципах проектування, а в одному з багатоповерхівок є спеціальна система збору та зберігання дощової води. Особливо цікавою є вища з двох дизайнерських веж у штаб-квартирі банку. Це офісна будівля висотою 350 метрів і загальною площею 310 000 квадратних метрів. Його каркасні фундаменти розташовані на східному та західному крилах будівлі, тому центральний блок не має несучих колон. Просторий атриум на вершині хмарочоса відкриває клієнтам банку прекрасний вид на затоку. В описі проекту зазначено, що роздвоєння несучої конструкції з боку будівлі зменшує нагрів внутрішнього приміщення сонячними променями, а система збору дощової води забезпечує до 70% споживання води об'єктом. Інформації про переробку стічних вод у презентації немає, але, можливо, вона була надана. У другій вежі комплексу, висотою 180 метрів, будуть розміщені офіси, торгові площі та готель.

Окрім вежі, Foster + Partners спроектувала громадський простір із магазинами, ресторанами та картинною галереєю, з виходами до метро та набережної [85]. Пекінська архітектурна студія Ole Scheeren представила хмарочос 1500 West Georgia, першу велику роботу фірми за межами Азії. Очікується, що химерний хмарочос буде побудований на головній магістралі канадського міста і служитиме свого роду маяком біля входу в гавань Ванкувера.

Невід'ємною частиною силуету хмарочоса Оле Шерена 1500 West Georgia є великі модулі, які рухаються вертикально, надаючи вежі динамічний вигляд. Виступаючі модулі різного розміру та розташування послужать основою для кількох терас, які дозволять майбутнім мешканцям квартир класу люкс насолоджуватися унікальними видами Ванкувера

Ванкувер відомий своїм унікальним поєднанням сучасного міста та красивих краєвидів. Це стає сприятливою основою для подальшого розвитку мегаполісу

в екологічному ключі. За словами представників Ole Scheeren, їхній новий хмарочос відображає бажання розширити концепцію вежі на будівлі лише з жорсткими геометричними формами.

Вертикальне зміщення житлових модулів також мінімізує тіні від вежі. Як сучасний хмарочос, у ньому буде розміщено багато інноваційних активних і пасивних енергозберігаючих систем, що принесе йому платиновий рейтинг LEED [86].

Німецька архітектурна студія Ole Scheeren представила захоплюючий набір висотних веж і громадських приміщень, об'єднаних у комплекс Empire City, який буде побудовано в одному з найбільших міст В'єтнаму Хошимін. До складу багатоповерхового комплексу увійдуть три хмарочоси, які височіють на 333 метри над містом на загальному подіумі.

Оле Шерен описує Імперське місто як «симбіоз бачення природи та життя в міській екосистемі». Центром комплексу є головна вежа, найвища з усіх веж. Хмарочос під назвою 88 буде зайнятий квартирами, офісами та готельними номерами, а також відкритим для громадського ландшафтним оглядовим майданчиком, у тому числі зверху.

Будівля 88 буде з'єднана з дочірнім будинком через багатоповерховий подіум, зайнятий офісами та квартирами. Родзинкою головної вежі буде багаторівневий парк, який буде настільки високим, що вміщує втілення тропічних джунглів В'єтнаму, звідки відкривається панорамний вид на місто та сусідню річку Сайгон.

Розташований у центрі міста Хошимін, проект інтегрований в середовище зростаючого мегаполісу та створить невимушений природний ландшафт. Комплекс був розроблений багатонаціональною командою інженерів та архітекторів з В'єтнаму, Сінгапуру та Гонконгу. Терміни будівництва ще не визначені [87].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИСОТНИХ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛАХ ЕНЕРГІЇ

2.1. Загальні методи дослідження.

Це дослідження базується на емпіричних і теоретичних методах дослідження. У процесі роботи на різних етапах дослідження були використані наступні наукові методи: систематизація літературних джерел, методи порівняльного аналізу поточного та минулого досвіду проектування, методи дослідження навколишнього середовища, методи графічного аналізу.

Системний підхід до документації базується на дослідженні та ознайомленні з науковими працями та нормативними документами. На основі досвіду та висновків вчених можна визначити найважливіші особливості та

характеристики висотних будівель. Основні напрями міського розвитку, принципи формування багатоповерхових будинків, просторове планування, містобудівні та інженерні вимоги багатоповерхових будинків, фактори, що впливають на комфорт проживання, фактори забезпечення біокліматичності та екологічності тощо.

Близько 100 багатоповерхових будинків і комплексів з усього світу були досліджені шляхом порівняльного аналізу поточного та минулого досвіду проектування. Аналіз допомагає визначити основні функціональні зони, композицію ділянки та їх взаємозв'язки, а також функціональні співвідношення, виражені у відсотках, щоб визначити призначення будівлі та комфорт. Розглянуті об'єкти класифікуються за місцем розташування за площею.

Методом екологічних досліджень аналізується та розкривається взаємозв'язок між планувальною структурою комплексу та міським контекстом, архітектурою та природою, місцем розташування комплексу та його функціональним призначенням. Екологічний підхід в архітектурі означає переміщення дизайну для досягнення економічних і політичних цілей для досягнення соціально-психологічних та екологічно-фізіологічних цінностей.

У теорії екологічного підходу загальноприйнятим є поєднання двох компонентів: суб'єкт (особа) + середовище. Але доцільніше було б замінити його поєднанням цих двох компонентів третім, яким є об'єкт. Термін «об'єкт» означає будівлю, споруду або конструктивний комплекс, призначений для конкретного об'єкта. Термін «суб'єкт» трактується як конкретна особа, її сім'я чи громада, група людей, об'єднаних певною діяльністю. Термін «середовище» слід використовувати для позначення архітектурно організованого простору об'єктів, призначених для певної теми. У кожному конкретному місці поєднуються: довкілля, об'єкти, які можуть наповнити середовище, і люди, які живуть у цих об'єктах, і середовище в цілому. Отже,

можна зробити висновок, що значення кожного з трьох компонентів змінюється залежно від місцевих особливостей.

Методом графічного аналізу вивчаються основи композиції, встановлюється взаємозв'язок між запланованою структурою об'єкта і будівлі, встановлюється оцінка зорового сприйняття.

2.1.1. Засоби забезпечення енергоефективності висотних поліфункціональних енергетичних комплексів.

Після глобальної енергетичної кризи 1974 року енергоефективні будівлі з'явилися як новий напрям для експериментальних будівель [89].

В даний час такі будівлі вважаються енергоефективними, а їх проекти передбачають комплекс архітектурно-будівельних та інженерних заходів, які призводять до значно менших витрат опалювальної енергії порівняно зі звичайними (типовими) будівлями, одночасно покращуючи кліматичний комфорт приміщень [90]. Аналіз розвитку енергоефективних будівель показує, що будівництво та будівництво вступають у новий історичний етап, поява та розвиток енергоефективних будівель - це відображення глобальних соціальних проблем з середини ХХ століття, у всьому його позитивному та негативні напрямки.

Очевидно, що в найближчі два-три десятиліття, на стику періоду виснаження традиційної енергетики і періоду недостатнього розвитку нової енергетики, енергоресурси будуть дефіцитними, а ціни різко зростуть, і завдання енергозбереження а скорочення викидів стане пріоритетом [91].

Схематично будівлю для підтримки життя можна представити як симбіоз трьох взаємопов'язаних концепцій

- комфортний місцевий мікроклімат;
- максимальне використання природної енергії;
- Оптимізовано енергетичний елемент всієї будівлі [86].

Однак цих трьох концепцій недостатньо для забезпечення повністю автономної енергоефективної будівлі. Тому пропонується створити міську

одиницю типу багатофункціонального енергетичного комплексу, яка буде повністю автономною.

В даний час широке впровадження і просування висотних будівель і комплексів посилило їх концентрацію і значення в різних країнах. Враховуючи масштабні проекти багатоповерхівок за останні роки та їх величезне енергоспоживання, одним із основних принципів проектування є використання енергозберігаючих технологій.

2.1.2 Нормативно-правова база.

У статті 3 Закону України «Про енергоефективність будівель» викладені основні принципи державної політики у сфері енергоефективності будівель.

- 1) Забезпечення належного рівня енергоефективності будівель відповідно до технічних регламентів, національних стандартів, кодексів і правил;
- 2) Сприяти зниженню енергоспоживання будівлі;
- 3) забезпечити зменшення викидів парникових газів в атмосферу;
- 4) створити умови для залучення інвестицій для здійснення заходів щодо забезпечення (підвищення) енергоефективності будівель;
- 5) забезпечити термомодернізацію будівель та сприяти використанню відновлюваної енергії;
- 6) Розробити та реалізувати національний план збільшення кількості будівель з майже нульовим споживанням енергії.

Цей закон регулює відносини у сфері енергоефективності будівель, з метою підвищення рівня енергоефективності будівель з урахуванням місцевих кліматичних умов та забезпечення належних умов для життя та/або життя людей у таких будівлях.

Стаття 5 Визначення енергетичної ефективності будівель

Процес визначення енергоефективності будівлі повинен враховувати наступну інформацію:

- 1) Місцеві кліматичні умови;

- 2) функціональне призначення будівлі, архітектурно-планувальні та конструктивні рішення;
- 3) геометрію будівлі (з урахуванням розташування та орієнтації огороження), тепло- та енергетичні характеристики та енергетичний баланс будівлі;
- 4) нормативні умови гігієни та мікроклімату будівельного майданчика;
- 5) нормативний термін служби огорожувальної конструкції та елементів (у тому числі обладнання) інженерної системи;
- 6) Технічні характеристики інженерної системи;
- 7) Використання відновлюваної енергії, пасивних сонячних систем і систем захисту від сонця, а також енергії від когенерації.

Стаття 8 Енергетичний сертифікат

1. В енергетичному сертифікаті зазначаються:

- 1) адреса (місцезнаходження) будівлі;
- 2) клас енергетичної ефективності будівлі, визначений у порядку, визначеному частиною першою статті 5 цього Закону, із зазначенням року, в якому було виконано встановлені мінімальні вимоги до енергоефективності;
- 3) Відомості про функціональне використання та структуру будівлі, поверховість, обсяг та загальну площу;
- 4) Мінімальні вимоги до енергоефективності будівлі;
- 5) фактичні або конструктивні особливості огорожі будівлі та інженерних систем;
- 6) Фактичний коефіцієнт енергоспоживання будівель (крім новобудов);
- 7) пропозиції щодо забезпечення (підвищення) енергоефективності будівель (крім будівельних) економічно доцільним способом, технічно та економічно обґрунтованим з урахуванням місцевих кліматичних умов, та опис заходів, що вживаються для реалізації цих пропозицій;
- 8) номер та порядковий номер кваліфікаційного сертифіката енергоаудитора, який підготував енергетичний сертифікат;
- 9) інформація про рівень викидів парникових газів;

10) відомості про можливість отримання більш детальної інформації, зазначеної в сертифікаті, у тому числі відомостей про економічну ефективність внесених у таких сертифікатах пропозицій щодо забезпечення (підвищення) енергоефективності будівлі та/або її самостійних частин.

Стаття 12 Основні заходи щодо забезпечення (підвищення) енергоефективності будівлі

1. Енергоефективності будівель можна сприяти і допомогти:

1) проводити дослідження інженерних систем та запроваджувати незалежний моніторинг звітності про такі дослідження;

2) Запровадження сертифікації енергоефективності та незалежного моніторингу енергетичних сертифікатів.

2. Енергоефективність будівлі може бути забезпечена:

1) Підвищити тепловий показник огорожувальної конструкції;

2) Встановлення приладів обліку (у тому числі різницевого (годинного) способу обліку споживання електроенергії) та регулювання споживання електроенергії;

3) Впровадити автоматизовані системи моніторингу та управління інженерними системами;

4) Підвищення енергоефективності інженерних систем будівлі;

5) використання відновлюваної та/або альтернативної енергії та/або палива (з використанням інженерних систем будівлі);

6) Користуватися системою електроакумулюючої електроопалення під час мінімального навантаження на мережу;

7) Здійснювати інші заходи щодо забезпечення (підвищення) енергоефективності будівлі. [93].

Крім того, нормативно-правовим документом щодо енергозбереження в Україні є Указ Президента України про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020». Документ визначає мету, мобільність транспортних засобів,

пріоритети та соціально-економічні, організаційні, політико-правові умови становлення та розвитку України.

У параграфі 9 цього документа йдеться про плани енергонезалежності.

Основним завданням є забезпечення енергетичної безпеки та перехід до енергоефективності та ефективного використання та споживання енергії шляхом впровадження інноваційних технологій. Основними цілями національної політики у цій сфері є: зниження енергоемності ВВП (до кінця 2020 року на 20%) шляхом забезпечення (здійснення) 100% обов'язкового комерційного обліку споживання енергії (енергії та палива), перехід енергоресурсів, економічні технології та обладнання, зокрема через механізм залучення енергосервісних компаній до реалізації проектів з використанням альтернативних джерел енергії української енергосистеми та континентальної європейської енергосистеми ENTSO-E, модернізація інфраструктури паливно-енергетичного комплексу. «Стратегія» уточнює напрямок інновацій та розвитку, тобто активне використання знань і наукових досягнень, стимулювання інновацій, створення сприятливого інвестиційного середовища, оновлення виробничих фондів, формування високотехнологічних видів діяльності та виробництв, підвищення енергоефективності, сприяння використанню відновлюваної енергії та екологічно чисте виробництво Економіка, яка збалансована за «зеленими» технологіями, залучає інвестиції (рис. 2.3) [94].

2.2 Фактори, що впливають на формування енергозбереження висотних будівель.

На формування відновлюваної енергії багатопверхівок впливають такі фактори:

Містобудування, архітектура, соціально-економіка, клімат, інженерія та навколишнє середовище.

Урбаністичний фактор в першу чергу відповідає за розміщення об'єктів в навколишніх будівлях. Тому багатоповерхівку слід розглядати насамперед як важливий міський фактор і проектувати лише в органічному зв'язку з навколишньою забудовою. За його рахунок формуються обриси міст чи окремих територій. Важливою складовою є територіальна організація ділянки, правильний функціональний поділ території. При виборі місця рекомендується передбачити вплив зовнішнього вигляду будівлі на існуючу територію та передбачити можливості для руху транспорту, паркування, руху заднім ходом, оскільки розміщення великих об'єктів у інтенсивних міських зонах може спричинити ДТП. Тобто необхідно враховувати транспортне навантаження. Також слід пам'ятати, що багатоповерхівки дають значне навантаження на інженерну мережу. У зв'язку з цим необхідно застосовувати технології, що зменшують це навантаження, а саме використання відновлюваних альтернативних джерел енергії, які часто сприяють підвищенню енергоефективності будівель. Вибір енергозберігаючого пристрою також залежить від Ситуація в місті.

Архітектурні чинники – це об'ємні, функціонально-планувальні та просторово-планувальні рішення. Основними компонентами факторів функціонального планування є:

Організація основних груп об'єктів, організація технічних майданчиків, зв'язок між об'єктами та зв'язок будівель із зовнішнім середовищем. Фактори функціонального планування в основному впливають на зручність і компактність основної та технічної груп ділянки, ефективне використання площі, ефективну організацію генерального плану, розташування вертикального руху та використання вертикального трафіку. В енергоефективних багатоповерхівках різного призначення одним із найважливіших завдань, які можна вирішити за допомогою засобів функціонального планування, є забезпечення денним світлом робочих та житлових приміщень. У цьому випадку в більшості випадків необхідно

зменшити потрапляння прямих сонячних променів в будівлю в жарку пору року, оскільки вони збільшують навантаження на систему охолодження. Тому, формуючи рішення для планування простору для енергоефективних висотних будівель, організації функціонального планування повинні не тільки забезпечити функціональні зв'язки між процесами, але й оптимізувати енергопостачання цих процесів.

Соціально-економічні чинники переважно залежать від зацікавленості держав та інвесторів у інтеграції енергоефективних технологій у будівництво та будівництво, що виявляється у нормативно-правовому забезпеченні проектування таких будівель, а також у зростанні науково-технічних розробок. Наявність державних програм, пов'язаних з енергоефективними будівлями, збільшила кількість зацікавлених інвесторів, що сприяє економічній доцільності використання енергоефективних технологій при проектуванні висотних будівель.

Природно-кліматичні фактори мають великий вплив на формування просторово-планувальних рішень для енергоефективних багатоповерхівок. Вплив природно-кліматичних факторів формується такими параметрами навколишнього середовища території, як сонячні умови, умови вітру, опади, температура та вологість. Виходячи з вищезазначених параметрів навколишнього середовища, проектна схема повинна забезпечувати оптимальні умови експлуатації будівлі. Але необхідно створити можливості для ефективного використання енергії в умовах конкретного клімату, що є дуже цікавим завданням з архітектурно-художньої точки зору, оскільки природно-кліматичні умови безпосередньо впливають на форму, кількість, розташування та розміри світильників, прорізів, а також самостійний вибір і формування інших архітектурних елементів.

Для забезпечення цих факторів можна використовувати такі інструменти: повітряне охолодження та сонцезахисний засіб із застосуванням сонцезахисних пристроїв; для зменшення перегріву стін можна

використовувати вертикальне озеленення, що також запобігає перегріву прилеглих територій, типові великі міста мають щільні високо- піднімаються будівлі. У холодному кліматі велика увага має бути приділена зменшенню втрат тепла та мінімізації витрат на опалення приміщень за рахунок зовнішніх оболонок, які також можна регулювати за допомогою рішень для планування простору.

Крім того, природно-кліматичні фактори визначають вибір систем виробництва енергії, а також їх розміщення в будівельній конструкції. Наприклад, вітровий клімат може включати вітряні турбіни в об'єм будинку, а їх оптимальне розміщення в структурі планування простору можна визначити з урахуванням троянд вітрів на території. У жаркому кліматі з повним сонцем рекомендується використовувати сонячні панелі. У цій місцевості випадає багато опадів, тому для зниження енергоспоживання на водопостачання слід використовувати систему збору дощової води.

Можна зробити висновок, що природно-кліматичні фактори є одним із найважливіших і впливових факторів, що впливають на формування високоенергоєфективних комплексів плато.

Вплив інженерних факторів в основному базується на необхідності розміщення різноманітних інженерних систем у структурі будівлі, що змусило закласти в проект додаткове інженерне обладнання групових кімнат, аналізуючи зв'язок цих приміщень з типовими висотними будинками. Традиційно будуються офісні будівлі. Про вплив інженерно-технічних рішень на формування висотних будівель пише В. Шуллер: «Система електропостачання може бути зосереджена в спеціальних шахтних стволах, органічно з'єднаних з жорсткими стволами. Розміщення складних комунікаційних систем. Усі ці рішення впливають загальний вигляд будівлі та вибір економічних варіантів проектування та планування» [95].

Особливе значення має енергозабезпечення багатоповерхівок. Вимоги до електропостачання висотних будинків вищі, ніж у звичайних будинках. По-

перше, це стосується надійності енергопостачання. Постачання теплової та електричної енергії має забезпечуватися щонайменше двома незалежними джерелами енергії [96]. Отже, можна зробити висновок, що використання альтернативних джерел енергії при експлуатації енергоефективних висотних офісних будівель є доцільним або як додаткове джерело традиційного енергопостачання, або (у поєднанні з декількома альтернативними джерелами енергії) як основне. один. Тому можна виділити такі інженерні системи: відкриті інженерні системи, закриті інженерні системи та комбіновані інженерні системи.

До відкритих інженерних систем належать ті, що розташовані на зовнішній стороні будівель, дахах, фасадах, карнизах та інших закритих конструктивних елементах, якими можуть бути сонячні панелі, вітрові турбіни, системи збору дощової води та інші подібні системи. інженерна система;

Закритий тип повинен включати систему вентиляційних каналів, різні системи накопичення енергії, сонячно-теплову систему лабіринту;

Комбінована інженерна система - це система, яка має характеристики як відкритої, так і закритої системи. Перша категорія інженерних систем може істотно вплинути на зовнішній вигляд будівлі, стаючи його формуючим елементом. Наприклад, розміщення вітряних турбін або сонячних панелей у конструкції будівлі може бути ключовим елементом тривимірної композиції будівлі, роблячи їх видимими для інших і дозволяючи будівлі служити символом загальної енергоефективності. І навпаки, закрита інженерна система наявність менш очевидна, але це не зменшує впливу таких систем на формування структур просторового планування.

Вплив факторів навколишнього середовища тісно пов'язаний з природою та кліматом, але має і свої особливості. Екологічним фактором необхідно враховувати навантаження будівлі на сформований регіональний екологічний баланс. Сюди входять такі основні компоненти: скорочення викидів парникових газів, взаємозв'язок між природним і забудованим середовищем,

антропогенний вплив на навколишнє середовище та екологічна безпека. Це говорить про те, що необхідно розробити будівлю, яка мінімізує негативний вплив на всі перераховані вище компоненти. Підсумовуючи, слід зазначити, що при забезпеченні висотної енергоефективності

Будівлі повинні враховувати тиск навколишнього середовища, який може забезпечити будівля, а енергоефективність не повинна суперечити цілям екологічного підходу до проектування таких об'єктів. Тому необхідність врахування екологічних факторів обмежує вибір засобів забезпечення енергоефективності [97].

2.2.1. Види відновлювальних джерел енергії

Основним засобом забезпечення енергоефективності в будівлях є використання альтернативних джерел енергії.

Енергія – це речовини та процеси, що відбуваються в природному середовищі, за допомогою яких (перетворюючи) ці речовини та процеси можна отримувати енергію, необхідну для виживання та життя людини.

Усі джерела енергії поділяються на викопне паливо (вугілля, природний газ та нафта), ядерне паливо та відновлювані джерела енергії (сонячна, хвильова та припливна енергія, геотермальна енергія, енергія вітру, а також гідроелектрика та біогаз для переробки органічних відходів.).

Для забезпечення автономності будівлі використовується відновлювана енергія.

Енергія, що випромінюється сонцем.

Сонячна енергія безпечна для навколишнього середовища. Її можна виробляти, коли світить сонце. Використання сонячного випромінювання придатне для виробництва тепла та електроенергії і можливе по всій Україні.

Сонячна енергія - це відновлюване джерело енергії, яке використовує сонячне випромінювання для виробництва електроенергії. Енергія Сонця, що досягає земної поверхні за тиждень, перевищує енергію світової нафти, газу, вугілля й

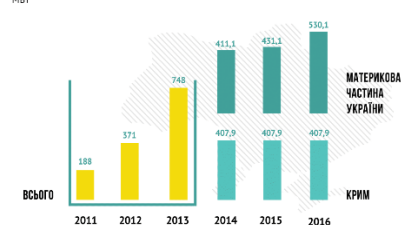
урану разом узятих. Середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні досить високий – 1000-1350 кВт·год/м². Україна має гарну можливість використовувати фотоелектричні установки на своїй території – 9 місяців у південному регіоні (березень-листопад) та 7 місяців – у північному регіоні (квітень-жовтень). Взимку ефективність знижується, але не зникає. Тому в нашому кліматі сонячні системи працюють цілий рік, але з різною ефективністю. Якщо ви подивитесь на графік (рисунок 2.5), то побачите, що ці ділянки забарвлені по-різному, що дозволяє визначити значення сонячного потенціалу.

СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА — НАЙМОЛОДШЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ СЕРЕД ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ В УКРАЇНІ

ВИРОБНИЦТВО ЕНЕРГІЇ

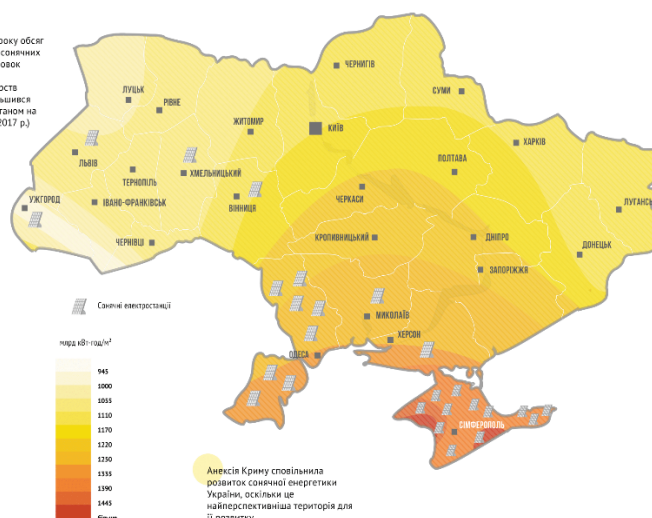
Основні показники сонячної енергетики в Україні

ВСТАНОВЛЕНА ПОТУЖНІСТЬ СЕС



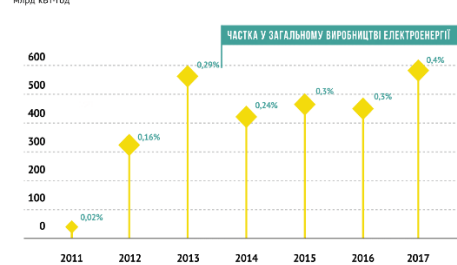
З кінця 2014 року обсяг потужностей сонячних електростанцій приватних домогосподарств в Україні збільшився у 371 разів (станом на кінець III кв. 2017 р.)

РОЗПОДІЛ ПИТОМОЇ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ПРОТЯГОМ РОКУ



Анексія Криму сповільнила розвиток сонячної енергетики в Україні, оскільки це найперспективніша територія для її розвитку.

ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА СЕС



Джерело: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, ДП «ІНЕК», «Кіровоград», «Дарниця», Міненерго України. 2017 рік – прогноз Міненерго України

ACC AEQUO BOSCH DTEK HENRY-BLEYZER

Рис. 2.5. Потенціал сонячної енергії України

Способи отримання енергії від сонця.

Методи перетворення сонячної енергії для отримання різних видів енергії для використання людиною можна розділити на види енергії та методи доступу, а саме:

- Перетворено на електроенергію.

за допомогою фотоелектричних елементів. Фотоелектричні елементи використовуються для виготовлення сонячних панелей, які використовуються як сонячні приймачі в сонячних енергетичних системах. Принцип роботи заснований на отриманні різниці потенціалів всередині фотоелемента під впливом сонячного світла. Панелі різняться за структурою (полікристалічні, монокристалічні, кремнієве покриття), габаритними розмірами та потужністю. За допомогою термоелектричних генераторів. Термоелектричний генератор - це технологічний пристрій, що дозволяє виробляти електроенергію з теплової енергії. Принцип роботи заснований на перетворенні енергії, отриманої за рахунок різниці температур (термоелектрики) різних частин елемента конструкції.

- Перетворено в теплову енергію.

За допомогою різних типів і конструкцій колекторів. Вакуумні колектори - у вигляді трубчастих і плоских колекторів. Як це працює - Під впливом сонячних променів спеціальна рідина нагрівається, при досягненні певних параметрів вона починає випаровуватися, а потім пара передає свою енергію теплоносія. Виділяється теплова енергія, пара конденсується і процес повторюється. Плоский колектор - це каркас з теплоізоляцією, абсорбер покритий склом, з патрубками для входу і виходу теплоносія. Як це працює - сонячне світло потрапляє на поглинач і нагріває його, тепло від абсорбера передається теплоносії. За допомогою сонячних теплових приладів. Принцип роботи заснований на нагріванні поверхні, здатної поглинати сонячне світло. Сонячні промені фокусуються та концентруються лінзою, а потім спрямовуються на приймач, де енергія сонця акумулюється або доставляється споживачеві через теплоносії (рис. 2.6) [98].

Ще один метод збору енергії за допомогою сонячних панелей - «Інтегровані будівельні фотоелектричні модулі». Їх головна особливість полягає в тому, що їх можна встановити на будь-якій поверхні будівлі: даху, похилі площини, вертикальні стіни або скління. Особливий інтерес представляють прозорі

панелі, здатні пропускати сонячне світло, перетворюючи його в електрику. Те, що модулі ВІРV не доповнюють існуючі конструкції, а замінюють будівельні матеріали, робить перспективним розвиток їх виробництва та впровадження. Фотоелектричні технології, природно, стали доступнішими, що зробило пасивні будинки дешевшими у будівництві (Малюнок 2.7).

Переваги та недоліки сонячної енергії.

До переваг сонячної енергії можна віднести:

екологічна безпека об'єкта;

У довгостроковій перспективі енергія невичерпна;

Низька вартість отриманої енергії;

Наявність виробництва енергії;

Галузь має хороші перспективи завдяки розвитку технологій та випуску нових матеріалів з покращеними властивостями.

Недоліками є: кількість виробленої енергії безпосередньо залежить від погодних умов, часу доби та сезону;

Сезонність роботи, що визначається географічним положенням;

низька ефективність;

Витрати на обладнання високі.

Енергія вітру - це кінетична енергія повітря, що рухається. Вітри з енергією створюються внаслідок нерівномірного нагрівання атмосфери сонцем, нерівності поверхні Землі та обертання Землі. Швидкість вітру визначає кінетичну енергію, яка може бути перетворена в механічну або електричну енергію. Наприклад, механічну енергію можна використовувати для подрібнення зерна і перекачування води. Механічна енергія також може використовуватися для роботи турбін, які виробляють електроенергію. Ця робота зосереджена на енергії вітру, а не на інших неелектричних формах енергії вітру.

Є два основні способи перетворення енергії вітру (для механічних та електричних цілей): за допомогою «аеродинамічного опору» або «підйому».

Енергія вітру може бути перетворена в:

- Кінетична енергія (вітрильний спорт, повітряний змій або повітряна куля);
- Механічна енергія (повітряне обладнання для переробки борошна,
- Електрика (вітрові турбіни, що використовуються для виробництва електроенергії)

Відповідно до скоригованої «Енергетичної стратегії України до 2030 року» в нашій державі до 2030 року щонайменше 30% електроенергії буде надходити з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), таких як сонячна енергія,

Вітер, річкова вода тощо [99].

Вітроенергетичний потенціал України

Україна багата на вітроенергетичні ресурси і завдяки своїм природно-кліматичним характеристикам може досягти одного з основних регіонів світу з використанням енергії вітру (рис. 2.8).

Основний вплив Атлантичного та Північного Льодовитого океанів на клімат території України, а отже, і на вітрові умови. Висота та орієнтація Карпатських і Кримських гір, Подір, Уоррен і Дніпро, Донецький кряж, близькість інших районів до Чорного та Азовського морів та багато інших факторів також істотно впливають на ряд кліматоутворюючих регіонів с. країна.

Багаторічний аналіз спостережень метеостанцій показує, що в Україні переважають вітри із середньорічною швидкістю вітру 5 м/с (висота флюгера 10 м/с). На сучасному рівні розвитку вітроенергетики цей вітровий потік дозволяє економно та раціонально використовувати вищезгадані площі для будівництва потужних вітрових електростанцій. Крім того, дослідження, проведені метеорологами Центральної геофізичної обсерваторії України, показали, що середня швидкість вітру в Україні, як очікується, поступово зросте на 1-2 м/с протягом наступних 30-40 років, що збільшить прогнозований потенціал вітрових електростанцій. .

Вітрова енергія розподілена по всій території України дуже нерівномірно, з набагато більшим вітроенергетичним потенціалом на півдні, ніж на півночі.

Найбільш сприятливими регіонами для використання енергії вітру на суші є Крим, Карпати (Львів, Івано-Франківськ, Закарпаття, на захід від Чернівецької області), Чорного та Азовського морів (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька та Донецька області), Луганської області (рис. 2.9).

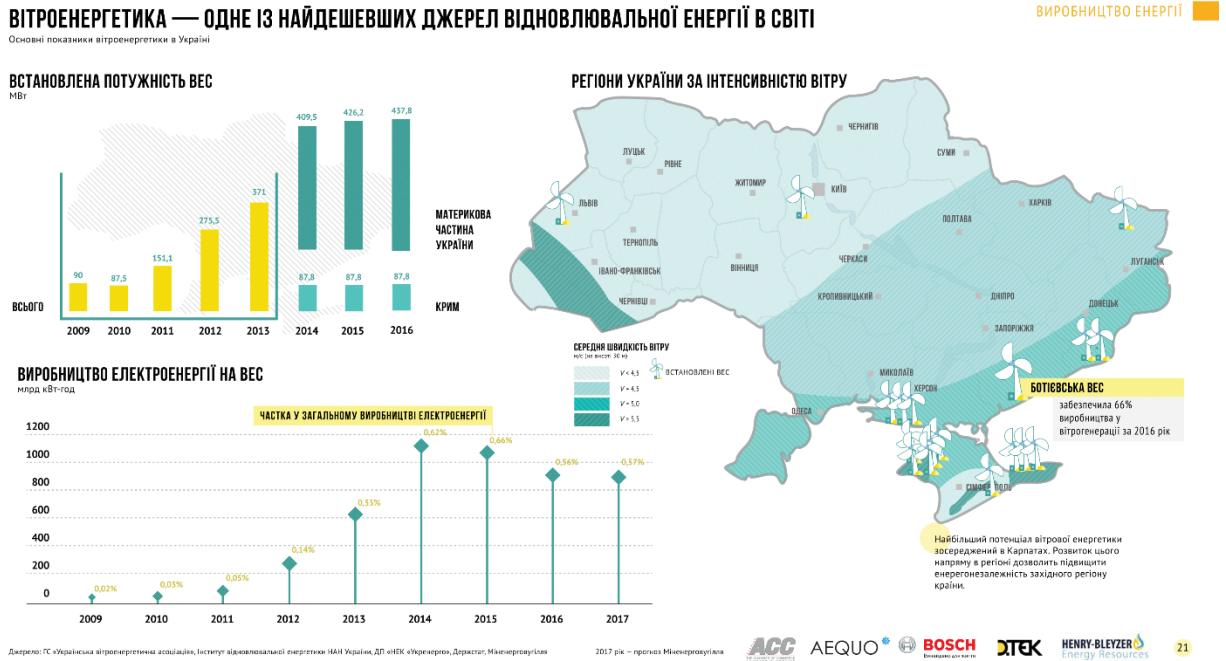


Рис. 2.8. Потенціал вітроенергетики в Україні.

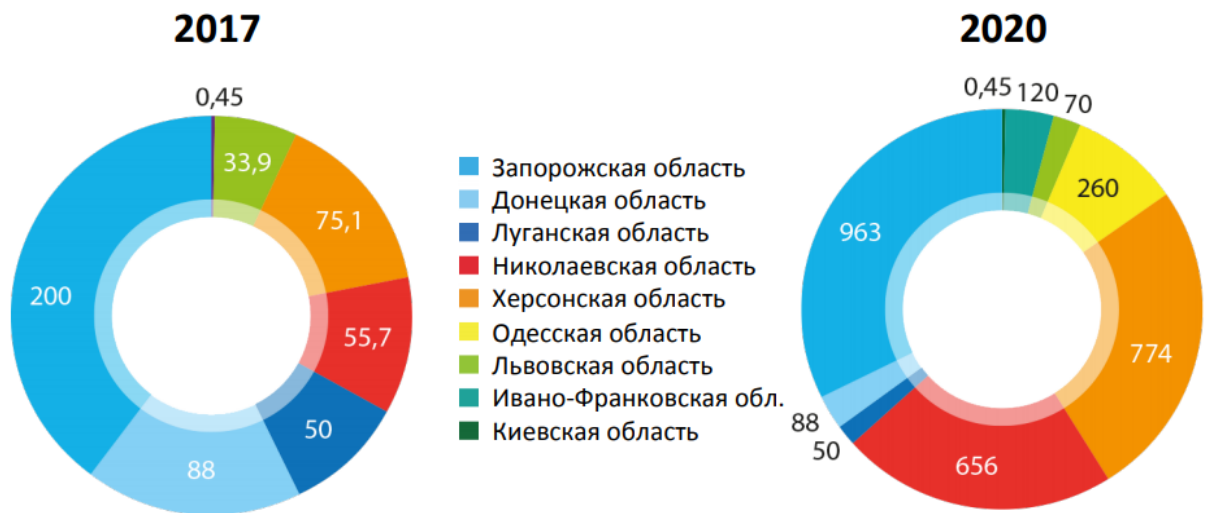


Рис. 29.. Встановлені вітроенергетичні потужності по областях.

Основні види вітрогенераторів.

Моделі вітряних турбін бувають різних конструкцій з різним рівнем потужності. За геометрією обертання осі несучого ротора він поділяється на:

Вертикальна - турбіна розташовується вертикально відносно поверхні ґранту.

Почніть працювати при слабкому вітрі.

Горизонтальна - вісь ротора обертається паралельно земній поверхні. Має велику здатність перетворювати енергію вітру в змінний і постійний струм.

Різні вертикальні генератори (роторного типу).

Вертикальні перетворювачі енергії вітру часто використовуються для побутового використання. Ці типи вітрових турбін прості в обслуговуванні.

Основні вузли, на які варто звернути увагу, розташовані в нижній частині установки і є у вільному доступі.

1. Роторний генератор Savounis

Складається з двох циліндрів. Постійне осьове обертання і потік вітру незалежні один від одного. Навіть при сильних поривах він крутиться зі швидкістю, на яку було налаштовано спочатку.

Відсутність впливу вітру на швидкість обертання, звичайно, є його перевагою.

Погано те, що він використовує стихійну силу не на всю свою силу, а лише на третину. Напівциліндрична форма ножевого вузла дозволяється працювати лише в межах чверті обороту

2. Роторний генератор Дар'я

Є два або три леза. Легко встановлювати. Дизайн простий і зрозумілий. Робота вручну від завантаження.

Мінус - турбіни не потужні. Сильні вібрації можуть викликати сильні звуки.

Це пов'язано з великою кількістю лопатей

3. Спиральний ротор

Обертання вітрогенераторів відбувається навіть за рахунок скручених лопатей. Підшипники не схильні до швидкого зносу, значно подовжуючи термін служби

Установка пристрою займає час і пов'язана зі складнощами

4. Багатолопатевий ротор

Вертикальна осьова конструкція з багатьма лопатями робить його чутливим навіть до дуже слабкого вітру. ККД таких вітрогенераторів дуже високий. Операція.

Це потужний перетворювач. Енергія вітру максимальна. Це дорого. Мінусом є високий звуковий фон. Можлива подача великої кількості струму

Позитивні сторони вертикальних вітрових турбін:

Генератор можна використовувати навіть при слабкій швидкості вітру.

Не регулюйте потоки вітру, тому що вони не залежать від його напрямку.

Побудований на короткій щоглі, щоб забезпечити обслуговування системи на Землі.

Шум знаходиться в межах 30 децибел.

Зовнішній вигляд різноманітний і приємний для ока.

Основний недолік - через малу швидкість обертання ротора, повне використання потужності та енергії вітру.

Горизонтальний вітрогенератор (крилатий).

Різні модифікації для горизонтального монтажу мають від однієї до трьох лопатей і більше. Тому ефективність набагато вище вертикальної.

Недолік вітрогенераторів – їх потрібно орієнтувати за напрямком вітру.

Постійний рух знижує швидкість обертання, тим самим зменшуючи його продуктивність.

1. Вітрогенератори, влаштовані за типом вітрильника

Пластинчаста конструкція під тиском повітря приводить в рух поршень, який активує гідравлічну систему. В результаті фізична енергія перетворюється в електричну

2. Літаючі вітряні турбіни – крила

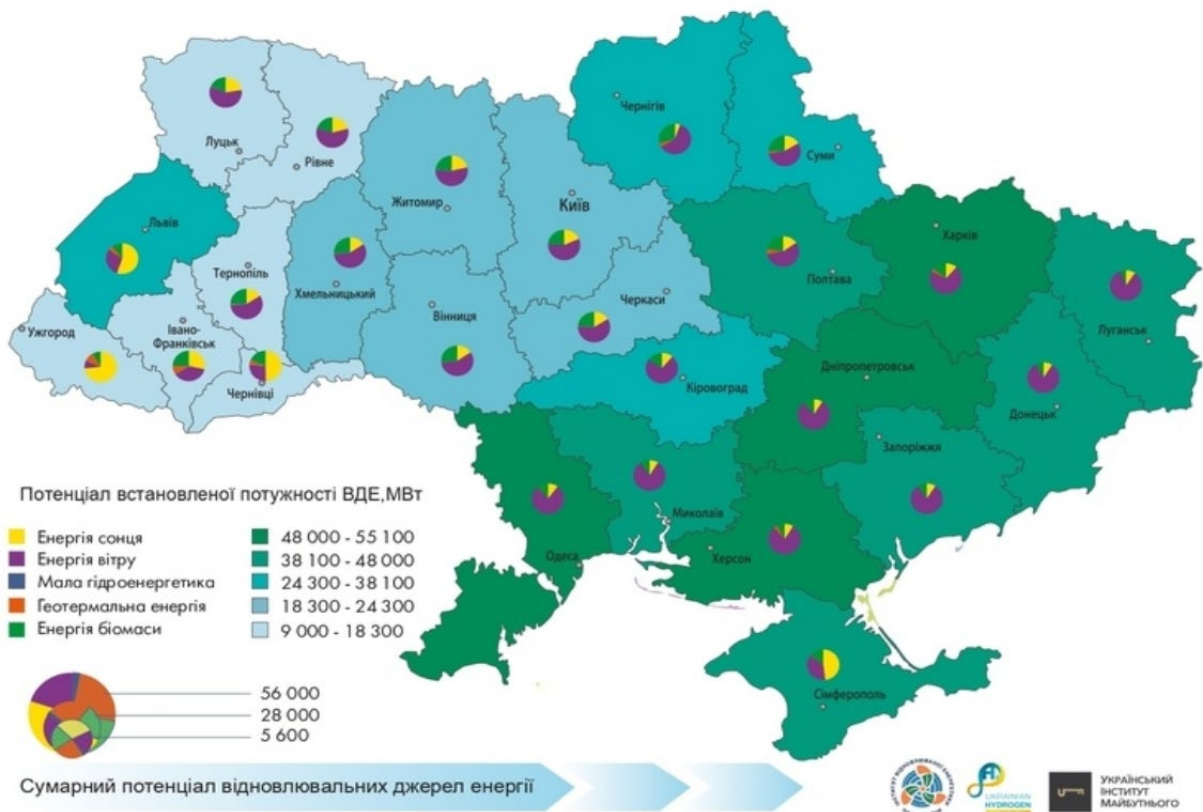
Не використовуються щогли, генератори, ротори та лопаті. Конструкція високих щогл трудомістка і дорога в порівнянні з класичними конструкціями,

які працюють на малих висотах з непостійними вітрами, а з «крилами» таких проблем немає [Основні типи вітрогенераторів: вертикальні, горизонтальні [100].

Геотермальна енергія.

Регіонами, де геотермальна енергія може використовуватися в Україні, є Закарпаття, Крим, Передкарпаття, Полтавщина, Харківщина, Донецька, Луганська, Херсонська, Закарпатська та деякі інші регіони.

Підсумок та аналіз світового досвіду використання геотермальної енергії показує, що за масштабами використання теплової енергії Україна значно відстає від багатьох країн. Однією з головних причин є відсутність адекватних економічно вигідних та ефективних технологій вилучення та використання кріогенних теплоносій.



Геотермальна енергія - це тепло всередині землі. Він створюється глибоко і досягає поверхні Землі в різних формах і з різною інтенсивністю.

На певних глибинах — від десятків до сотень метрів — температура ґрунту залишається постійною, рівною середньорічній температурі повітря біля поверхні Землі. Це легко побачити, зайшовши в досить глибоку печеру.

Використання цієї енергії дозволяє отримати багато переваг: невичерпне і безкоштовне тепло, автономність будівлі в плані споживання тепла, екологічність. Недоліком є висока вартість установки глибокого буріння і насосного обладнання.

Як працює геотермальне опалення та охолодження

Температура навколишнього середовища змінюється сезонно, але завдяки теплоізоляційним властивостям поверхні температура підземного шару ґрунту змінюється не так різко, тому на глибині від 1,3 до 1,6 метра температура залишається постійною протягом усього року.

Геотермальні системи зазвичай складаються з внутрішнього блоку управління та підземних трубопроводів (також відомих як «земляний контур»). Суть системи полягає в тому, як працює свердловинний насос, щоб підтримувати в будівлі однакову комфортну температуру цілий рік.

Труби, що входять до контуру землі, як правило, виготовляються з поліетилену і можуть бути закопані як горизонтально, так і вертикально – все залежить від особливостей ділянки. Якщо на місці виявлені підземні води, інженери встановлюють систему без зворотного зв'язку і бурять свердловину безпосередньо у водоносний шар. Потім вода перекачується, пропускається через теплообмінник і повертається у водоносний горизонт (рис. 2.13).

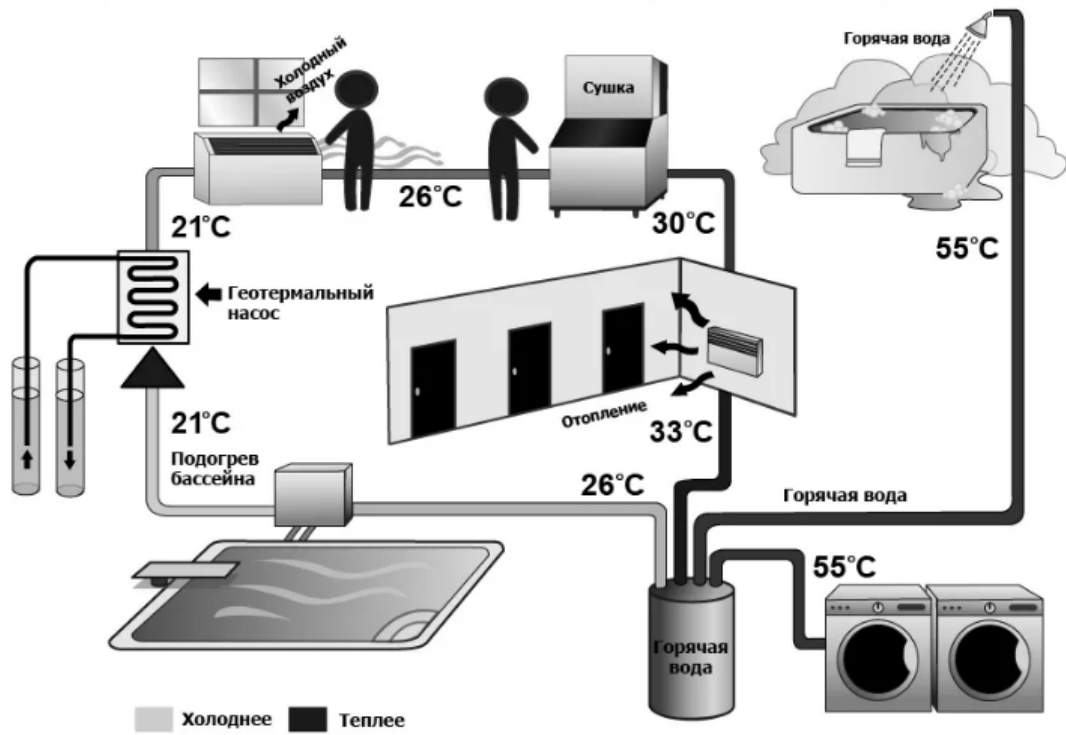


Рис. 2.13. Принцип роботи геотермальних установок

Гідро. Україна має величезний потенціал для використання ресурсів малих річок (переважно в західних областях), на які припадає майже 28% загального гідропотенціалу України за всі роки.

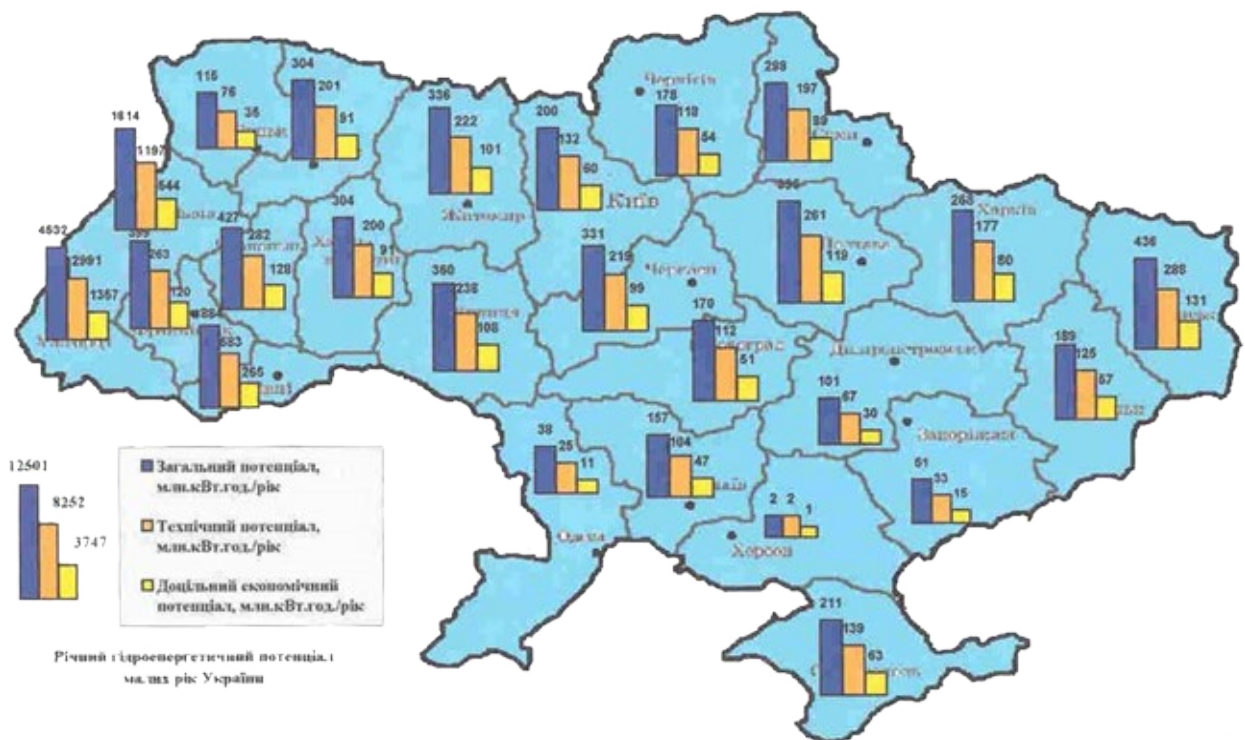
Використання гідроенергетичного потенціалу малих українських річок дозволяє значно економити паливно-енергетичні ресурси, розвиток малої гідроенергетики сприятиме децентралізації всієї енергосистеми, що дозволить вирішити багато проблем у віддалених і важкодоступних сільських місцевостях (рис. 2.14).

Мікро, малі та малі гідроелектростанції можуть бути міцною основою енергозабезпечення – джерелом адекватного енергопостачання – у всіх регіонах Західної України та в окремих районах Закарпатської та Чернівецької областей.

Україна має достатній науково-технічний потенціал та багатий досвід проектування та розробки гідротурбінного обладнання для вирішення проблеми розвитку малої гідроенергетики. Українські підприємства мають

необхідний виробничий потенціал для оснащення малих ГЕС вітчизняним обладнанням.

Вода не може забруднювати атмосферу. На гідроенергетику припадає 8% загальної встановленої потужності електростанцій нашої країни, а нові об'єкти можуть розташовуватися на будь-якій території з великими і малими річками. В Україні налічується понад 22 тис. річок, але лише 110 мають довжину понад 100 кілометрів, тому основні ресурси гідроенергетики зосереджені в малих річках. У той же час будівництво гідроелектростанцій може затопити великі ділянки землі, знищити дорогоцінні види риби і втратити родючий ґрунт. Тому подальший розвиток гідроенергетики потребує усунення екологічних ризиків [101].



Гідроенергетичний потенціал малих річок України

Рис.1.14. Потенціал гідроенергетики в Україні

2.3 Структурна модель висотного комплексу відновлюваної енергетики.

На основі аналізу світового досвіду проектування будівель з використанням альтернативних джерел енергії можна виділити такі конструктивні моделі:

- Єдина модель енергоефективності;

- Кілька моделей енергоефективності;
- Багатофункціональна енергетична модель;

Моделі з однією енергією для високих будівель є більш поширеними, ніж моделі з кількома енергією. Це тому, що набагато легше впровадити систему, яка працює лише на одному відновлюваному джерелі енергії. Використання лише одного альтернативного джерела енергії спрощує взаємовідносини з іншим будівельним обладнанням. Використовуючи цю спрощену модель, ви можете створювати такі тривимірні рішення, щоб підвищити ефективність енергоефективних установок, які працюють на відновлюваних джерелах енергії.

Наприклад, можна помітити, що ця будівля, яка працює лише на сонячній батареї, використовує динамічний фасад, який обертається в напрямку сонця. Або будівлі, які вловлюють енергію вітру та виробляють енергію, будівлі, що працюють на воді або наземній енергії.

Виходячи з цього, можна виділити основні типи одиничних моделей енергоефективності:

Тип 1. Будівля Геліоса

Будинки, які використовують сонячну енергію. Більшість із цих будівель мають фасади, облицьовані сонячними панелями, інтегрованими фотоелектричними модулями тощо. Також використовуються похилі площини або дахи, які забезпечують кут, рівний куту нахилу сонця, що забезпечує найвищу ефективність обраної системи енергозбереження.

Тип 2. Архітектурний «флюгер»

Будинки, які використовують енергію вітру. Використовуйте інженерне обладнання, яке перетворює енергію вітру. Розрізняють два підвиди: об'єкти з наскрізними отворами в будівлях, в яких розміщені вітряні турбіни, і об'єкти з вітрогенераторами на відкритих просторах, таких як дахи.

Тип 3. «Географічна» архітектура

Будівлі, які використовують енергію землі. Цей тип впроваджує тепловий насос для гарячого водопостачання, який використовує тепло ґрунту та витяжного вентиляційного повітря. Це рішення може зменшити споживання енергії міськими мережами. Цей тип енергії може впливати на рішення щодо планування першого та підземного рівнів [102].

Тип 4. Гідроконструкція.

Будинки, які використовують енергію води.

Об'єкти такого типу будуються поблизу джерел води, річок чи океанів. Обраний тип електростанції вплинув і на планувальні рішення нижніх поверхів, особливо стилобатної секції.

У більшості випадків це невеликі гідроелектростанції, які працюють на енергії припливів. У зв'язку з цим води зі стоячою водою або слабкою течією для цього типу не підходять.

Однак монопотентну модель не можна назвати повністю автономною, бо не завжди один тип енергетичної установки може задовольнити всі енергетичні потреби будівлі чи цілого комплексу.

Тому для того, щоб будівлі вважалися «нульовими» або автономними, пропонується модель багатоенергетичної ефективності.

Наявність багатьох основних відновлюваних джерел енергії створює їх симбіотичні відносини в одній будівлі.

Модель багатоенергетичної ефективності для високих будинків є автономною структурою з точки зору енергоефективності, самодостатнім елементом міської тканини, яка використовує два або більше відновлюваних джерел енергії. Виходячи з вищезазначених альтернативних джерел енергії, було встановлено, що найбільш поширеними є чотири основних альтернативних джерела енергії: сонячна, вітрова, гідро та наземна.

Таким чином, створюючи симбіотичні відносини цих чотирьох альтернативних джерел, виникло багато модифікацій.

Поправка 1.

Симбіоз вітрової та сонячної енергії. Ця модифікація інженерного виконання в будівлях на сьогодні є найбільш поширеною. Використання вітрових та сонячних установок може дати вам багато енергії практично в будь-якій кліматичній зоні. У більшості випадків технічні можливості обладнання для рекуперації енергії впливають на архітектурно-планувальні характеристики будівлі. Такі будівлі можуть бути динамічними завдяки енергії вітру. Крім енергії вітру, електроенергія також забезпечується за допомогою сонячної енергії, яка разом може забезпечити достатню кількість енергії.

Поправка 2.

Симбіоз води та сонячної енергії. Біля води можна будувати будівлі, використовуючи сонячну енергію та воду. Перевагою цієї модифікації є відсутність вібрації від вітрогенератора. Переробка сонячної енергії досягається за рахунок використання фасадних елементів, які включають фотовольтаїку або інтегровані модулі. З міської точки зору така будівля має перевагу, оскільки розташування має бути переважно поблизу води, що позитивно впливає на психологічний стан людей, які відвідують або перебувають у будівлі, а також на організацію водопостачання. екологічний простір. ресурс.

Поправка 3.

Енергія сонця, вітру і води співіснують.

Ця модифікація є складним об'єктом, який одночасно включає в енергосистему три відновлювані джерела енергії. В архітектурному обліку будівель часто зустрічаються біонічні форми. У деяких випадках відзначаються гвинтові, закручені форми. Це пояснюється тим, що завдяки використанню трьох джерел енергії можна передавати вітрові потоки, надаючи фасаду необхідний ухил для відчуття сонячного світла [103].

Поправка 4.

Енергія сонця, вітру, води і землі є симбіотичною.

Цей ремонт характеризується значними масштабами багатоповерхівок. Це пов'язано з великою кількістю та масштабністю інженерних установок для кожного виду виробництва енергії. Використовуйте розроблені частини стилбату. [104].

Багатофункціональна енергетична модель.

Найбільш актуальними сьогодні є багатофункціональні енергетичні моделі, які не тільки здатні включати в себе різноманітні функції, але і є повністю автономними з точки зору енергонезалежності. Основою цієї моделі є модель багатоенергетичної ефективності, в основному завдяки її енергозберігаючій автономності. Однак для створення самодостатнього міського структурного елемента модель потребує вдосконалення шляхом додавання функціональних модулів (поверхів).

Модулі можна визначити як складні вузли багаторівневої міської інфраструктури, що об'єднують і перетинають усі основні підсистеми обслуговування: житло, культура, торгівля, управління тощо.

Багатофункціональні енергетичні моделі – це місця, де зосереджені населення для різноманітних послуг в умовах скорочення невиробничого часу та роботи, спілкування, розваг, соціальної діяльності.

Можна вибрати основні функціональні модулі:

- Промисловість (легка промисловість)
- Громадські (бази відпочинку, торгові центри, служби різного призначення, центри культури, офіси, позашкільна освіта тощо)
- Житлові (готелі, апартаменти тощо)

Ці модулі можна комбінувати відповідно до призначення комплексу і наповнювати їх різними функціями.

Висновок розділу 2

1. Проаналізовано основні принципи української нормативно-правової бази з енергоефективності. Дослідженням встановлено, що основним завданням

політики сталого розвитку є забезпечення енергетичної безпеки та перехід до енергоефективності та енергоефективного використання та споживання шляхом впровадження інноваційних технологій. Основними цілями національної політики у цій сфері є: зниження енергоємності ВВП, перехід на використання енергоефективних технологій та обладнання, реалізація проектів із використанням альтернативних джерел енергії.

2. Визначте 6 основних факторів, які впливають на формування висотних енергоефективних будівель. До таких факторів належать: містобудування, архітектура, соціально-економіка, клімат, інженерія та навколишнє середовище. Для кожної групи були визначені індивідуальні характеристики, які описують і визначають характер впливу.

3. Розглянемо види альтернативних джерел енергії. Визначення використання відновлюваної енергії є основним засобом забезпечення енергоефективності в будівлях. До відновлюваних джерел енергії належать: сонячна, вітрова, гідро- та геотермальна. Кожен вид альтернативної енергетики має свої особливості, тому проведено аналіз альтернативного енергетичного потенціалу кожного джерела енергії в Україні, визначено переваги та недоліки, а також обране інженерне обладнання та тип обладнання, яке генерує енергію. .

4. Розроблено три енергозберігаючі комплексні конструктивні моделі: одноенергетична, багатоенергетична та багатофункціональна. У свою чергу кожна модель поділяється на підтипи.

Єдина модель енергоефективності включає 4 типи енергоефективних багатоповерхівок, кожен тип відповідає одному джерелу енергії. З інженерної точки зору ця модель простіша, оскільки використовується лише одне альтернативне джерело енергії. Однак ця модель не може забезпечити абсолютну автономність будівлі.

Енергозберігаюча модель включає 4 модифікації. Модель заснована на використанні двох або більше альтернативних джерел енергії в одній будівлі. Будівлі, на які впливає ця модель, набагато більші, мають можливість

використовувати динамічні конструкції, і хоча це дуже енергоємний процес, що вимагає складних інженерних рішень, це економічно ефективно і повністю автономна будівля.

Найбільш актуальними сьогодні є багатофункціональні енергетичні моделі, які не тільки здатні включати в себе різноманітні функції, але і є повністю автономними з точки зору енергонезалежності. Завдяки своїй автономності модель базується на моделі багатоенергетичної ефективності. Однак ключовим аспектом формування багатофункціональної моделі є її вдосконалення шляхом додавання функціональних модулів.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВІ ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ВИСОТНИХ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ВЕРТИКАЛЬНИХ ВІТРОГЕНЕРАТОРАХ.

3.1. Принципи будівництва висотних багатофункціональних енергетичних комплексів на основі відновлюваних джерел енергії.

1. Принцип енергонезалежності.

Цей принцип найбільш актуальний для розвитку сучасної архітектури, основною метою якої є зниження споживання природної енергії при будівництві та експлуатації сучасних багатофункціональних енергетичних комплексів. По-перше, підвищити ресурс і ефективність об'єкта за рахунок економії (зниження витрат і споживання) та використання відновлюваної енергії. Крім того, допоміжними засобами, які сприяють енергонезалежності та теплоефективності, є вибір певних форм будівель, споруд, орієнтації будівель та використання відповідних матеріалів. Основною перевагою використання відновлюваної енергії є її екологічність, оскільки процес отримання енергії альтернативним способом не супроводжується викидом шкідливих речовин і відходів, які забруднюють навколишнє середовище, руйнують природний ландшафт тощо. Крім екологічності, слід зазначити, що до переваг використання альтернативних джерел енергії можна віднести і ефективність.

При проектуванні багатофункціонального енергетичного комплексу задіяний весь комплекс будівельно-будівельних та інженерних заходів, що значно знижує витрати енергії на опалення, підвищуючи при цьому мікроклімат у приміщенні. Тому важливим аспектом є раціональний вибір інженерних установок та вибір виду використання відновлюваної енергії. На вибір альтернативних видів енергії впливають кліматичні умови регіону, енергетичний потенціал ділянки, економічні фактори.

Отже, для досягнення принципу енергонезалежності необхідно дотримуватись таких вимог: мінімальне споживання нетрадиційної невідновлюваної енергії та ресурсів, використання екологічно чистих оздоблювальних та будівельних матеріалів, оцінка енергетичного потенціалу будівлі, використання мультиенергетики. енергетичне обладнання, оптимізація використання та контроль .

При використанні вертикальних вітрогенераторів, необхідно так брати до уваги багато аспектів, пов'язаних як із особливостями проектування та планування будівлі, так і медико-біологічні особливості. Прикладом може слугувати низькочастотні коливання та шум, який виділяють ротори та вітрогенератори. Відомо, що у кожного такого об'єкта є діапазон негативного впливу на людину. Саме тому ви не побачите великих класичних вітряків посеред жилої забудови.

2. Принцип функціональної варіативності (компонентні елементи) Принцип функціональної мінливості багатофункціонального енергетичного комплексу полягає у забезпеченні функціональної рівноваги та самодостатності його функціональних утворюючих елементів, а також у можливості індивідуалізації структури будівель та архітектурного планування простору. .
Ізоляція інженерного обладнання.

При формуванні енергетичних комплексів склад і кількість функцій можуть бути тісно пов'язані з обраним інженерним обладнанням і видом використовуваної альтернативної енергії.

Для якісного поширення та роботи комплексу рекомендуються так звані «функціональні модулі».

Модуль (від лат. Modulus - вимір) - початкова величина, яка служить основою для розрахунку розмірів будівлі або споруди, її частин, складових і елементів, а також

Кілька шкал для вираження розмірів будівлі

Об'єкт та його частини. Як модуль візьміть довжину однієї з мірок

Елементи об'єктів: елементи структури (визначаються незалежно від абсолютного розміру); розміри відносно людських розмірів. модуль

Може бути завершеним елементом або частиною

Будівля [107]

У цьому випадку модуль буде виконувати роль функціональної одиниці будівлі.

Тому систематичне компонування цих модулів дозволяє створити загальний автономний багатофункціональний комплекс.

Схема і форма цих модулів можуть бути різними:

- Багаторівневе перекриття модулів;
- Зі збільшенням поверховості зменшуються розміри модулів (зовнішній вигляд терас екологічного простору);
- Від'єднайте модулі для організації вільного простору (для сприяння вітровому потоку).

Функціональний склад цих модулів може включати житлові, виробничі та громадські функції. Важливо відзначити, що 3D-рішення таких модулів повинно враховувати функціональний зміст цих модулів.

Модулі з функціями оболонки:

Квартири – тимчасове житло в оренду;

Квартира - ПМЖ;

Готель - тимчасове проживання.

Модулі з загальнодоступними функціями:

- Розваги та виставки – забезпечення наявності необхідних елементів для виконання цієї функції (виставкові зали, простори, аудиторії тощо);
- Спорт та оздоровлення - наявність відповідних приміщень та обладнання для занять спортом та відпочинку (тренажерний зал, басейн, спа-центр тощо);
- Торгівля - приміщення з торговими функціями (магазини, супермаркети тощо)

- Освіта – позауніверситетські навчальні заклади, дитячі садки, агентства розвитку.
- Харчування - Фудкорти, кафе, ресторани.
- Відпочинок – зелені насадження, зимові садки, атріуми, міні аквапарки, дитячі майданчики, майданчики для тихих та активних розваг тощо.

Модулі з функціями управління:

- Офіс – офіс або відкритий простір, який використовується для офісної діяльності.

Модулі з промисловими функціями:

- Легка промисловість – все не вимагає складних технічних процесів та обладнання, а також навколишнього середовища.

Основними критеріями формування багатофункціонального енергетичного комплексу з модульними функціональними елементами є інтенсифікація соціальної діяльності, підвищення комфорту туристів, комфорту життя, економія простою, економія простору тощо.

Тому, щоб відповідати цим стандартам, слід використовувати засоби, що впливають на якість навколишнього середовища, а саме:

- Просторовий розподіл функціональних зон (вертикальні або горизонтальні);
- співвідношення розрахункової і загальної площі;
- розподіл маршрутів відвідувачів (відвідувач - мешканець);
- кількість мікрозон в просторі;
- різноманітність просторового середовища з впровадженням екологічних просторів.

3.2.1. Спосіб формування висотних будівель з використанням функціональних модулів.

До найбільш перевірених способів формування модульних будівель можна віднести:

- вертикальне та горизонтальне укладання модульних систем;

- Модуль багат шарового накладання для виявлення унікальних контурів будівель;
- багаторівневе укладання модулів та їх переміщення;
- Симетричне розміщення модулів для створення додаткового простору;
- Просторова суперпозиція модулів із системою перетворення для створення всеосяжного світлового фронту.

Система укладання модулів дозволяє створювати цілісні, компактні обсяг будівлі. Багат шаровий модуль накладання дозволяє створювати Терасові будівлі з унікальними силуетами.

Багаторівневе перекриття модулів і їх зміщення дозволяє створювати допоміжні приміщення для розважальних цілей. Симетричне розміщення модулів дозволяє створювати додаткові лінійні простори та трапецієподібні зображення будівель.

Просторове перекриття модулів і системи перетворення дозволяє створювати унікальні об'єми будівлі з повними гляцевими поверхнями. Особливо вигідно застосовувати всі описані модульні способи формування, щоб знизити витрати на їх будівництво.

Слід зазначити, що всі типи будівель використовують різні геометричні особливості модульної форми, їх

Фізичні розміри залежать від функціональної структури будівлі. При формуванні будівлі можна використовувати кілька різних моделей

Геометричні особливості та функціональне призначення. особливо

Такі рішення рекомендуються для будівель багат функціонального призначення та

Інноваційний центр. При їх формуванні можуть використовуватися різні види функціональних модулів.

Це можуть бути модулі з житловими та промисловими функціями, або різні модулі із соціальними функціями. Формування композиційної структури таких модулів має враховувати їх подальший предметний простір. Наприклад,

модулі з розважально-виставковими функціями повинні мати відповідні елементи для реалізації деталей функціонального потоку. Модулі з оздоровчо-рекреаційними функціями можуть включати в свою структуру басейни, елементи для створення флори тощо.

3.2 Сонячногенеруюча установка Solar Tower

Основою багатофункціонального енергетичного комплексу є установка сонячної вежі з технічними характеристиками.

За словами розробників, електростанція буде дуже великою. Після завершення будівництва 800-метрова «сонячна вежа» стане однією з найвищих будівель у світі. Загальна потужність оцінюється в 200 МВт, що дозволить забезпечити відновлюваною енергією навколишні 150 000 міст протягом щонайменше 80 років (Рисунок 3.3).

Технологія сонячної вежі — це технологія електростанції з поновлюваними джерелами енергії, яка використовує сонячну енергію для виробництва екологічно чистої електроенергії. Пасивні та екологічно чисті технології не потребують води на жодній стадії процесу виробництва електроенергії (на відміну від вугільних, ядерних, деяких природних газових та сонячних технологій).

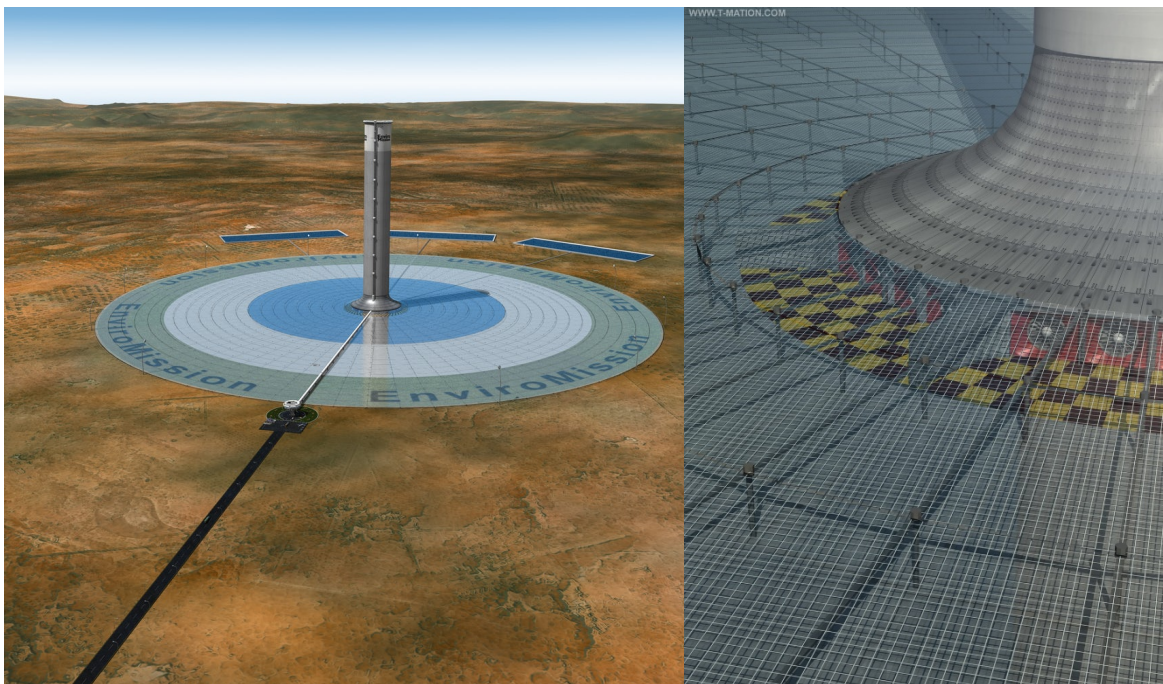


Рис.3.3. Solar Tower в Арізоні, загальний вид.

Як це працює.

Ідея EnviroMission «Вежа Сонця» досить проста. Сонце освітлює і нагріває ділянку землі біля підніжжя вежі, яка покрита утеплювачем, як дуже велика оранжерея. Нагріте повітря має тенденцію текти вгору, вниз до єдиного (центрального) отвору кришки. Тут, в основі, розташовані турбіни, які виробляють електроенергію за рахунок природного висхідного потоку повітря.

Таку систему важко сприймати всерйоз, якщо не розрахувати необхідну різницю температур і помножити на розмір усієї конструкції – як це роблять розробники. Якщо вежу розмістити в жаркій пустельній місцевості, температура поверхні вдень досягне 40 градусів Цельсія, плюс штучний «парниковий ефект», температура в бензобаку досягне 80-90 градусів Цельсія. Ще потрібно додати тепличні баки навколо вежі в радіусі кількох сотень метрів - ви отримаєте багато гарячого повітря.

Також було б корисно збільшити висоту вежі до кількох сотень метрів (кожні сто метрів від землі означає ступінь зниження температури повітря). Чим більша різниця температур, тим більше башта здатна «витягнути» гаряче повітря знизу, і тим більше енергії може виробляти турбіна (рисунок 3.4.).

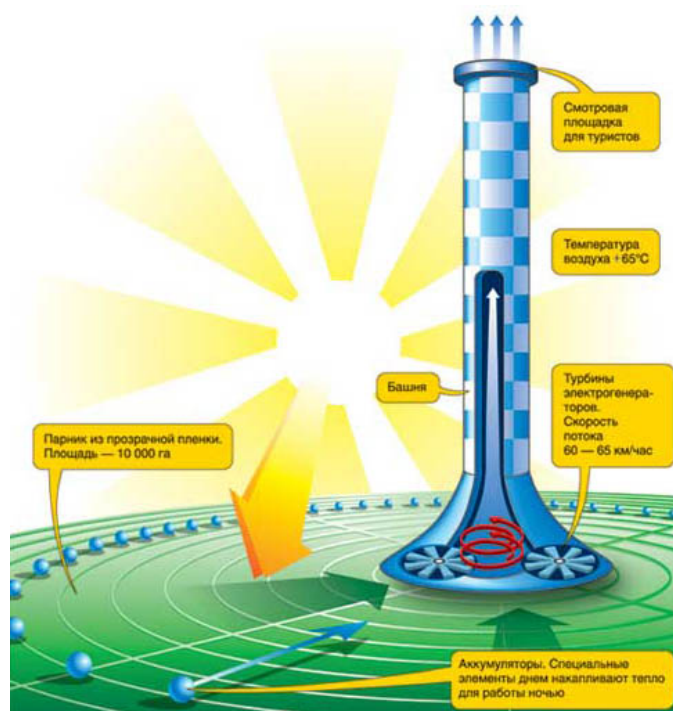


Рис.3.4. Принцип роботи «сонячної вежі».

Переваги цього джерела енергії:

Оскільки електростанція працює за рахунок перепадів температур, а не абсолютних температур, вона продовжуватиме працювати за будь-якої погоди;

У міру прогрівання ґрунту протягом дня залишкового тепла достатньо для продовження роботи вночі;

Оскільки для цієї мети найкраще підходить шматок гарячого сухого ґрунту, то можна побудувати «сонячну вежу» на більш-менш непотрібному просторі посеред пустелі;

Електростанція не потребує технічного обслуговування – окрім перевірок рідини та/або ремонту турбін, башта «працює» – від будівництва до її складової конструкції;

«Сонячна вежа» не потребує сировини — ні вугілля, ні урану, лише повітря та сонячне світло;

Повністю безвідходний і не виділяє ніяких забруднюючих речовин, крім теплого повітря; деякі ділянки теплиці можна використовувати навіть за призначенням для вирощування рослин.

Те, що запланували розробники EnviroMission, це далеко не перша спроба створити «сонячну вежу». Експериментальна модель, побудована в Іспанії, працювала сім років (з 1982 по 1989) і продемонструвала ефективність техніки.

Однак цього разу все буде більшим. Як уже згадувалося, вежа розрахована на 800 метрів у висоту (лише на 30 метрів нижче, ніж Бурдж-Халіфа в Дубаї, найвища будівля в світі в 2010 році), а її вершина має діаметр 130 метрів [108].

Однак важливо відзначити, що такі кліматичні умови характерні не для всіх регіонів. Наприклад, в Україні, за кліматичними даними, налічується близько 260 сонячних днів, але температура непостійна і не досягає дуже високих показників.

Тим не менш, технологія сонячних веж розрахована на роботу в будь-яку погоду, 365 днів на рік, включаючи хмарні або вологі дні - сонячні вежі працюють при розсіяному сонячному світлі, що дозволяє тим чи іншим інженерним рішенням налаштувати це. специфічні кліматичні умови.

Випромінюване тепло від сонця (а не сонячного світла) є важливим джерелом енергії для технології сонячних веж, випромінюючи тепло для нагрівання повітря під навісом сонячної вежі, так само, як повітря в теплиці або теплиці завжди вище температури навколишнього середовища. до використання променевого тепла.

Температура повітря під навісом сонячної вежі завжди вище температури навколишнього середовища, навіть у похмурі дні. Конструкція навісу сонячної вежі спрямовує потік повітря до найвищої центральної точки, де гаряче повітря буде проходити через турбіни для вироблення електроенергії, оскільки він безперервно втягує вежу на великій висоті в навколишнє повітря (ефект димоходу).

Купол сконструйований так, щоб підніматися до центральної найвищої точки над турбінами і генеруватиме постійний потік гарячого повітря (гарячого, ніж повітря за межами сонячної вежі), а коли гаряче повітря підніматиметься, воно буде текти до турбін і через них. . Порожністі вежі безперервно охолоджують повітря на отворі вежі (ефект стека) для вироблення електроенергії (Малюнок 3.5).

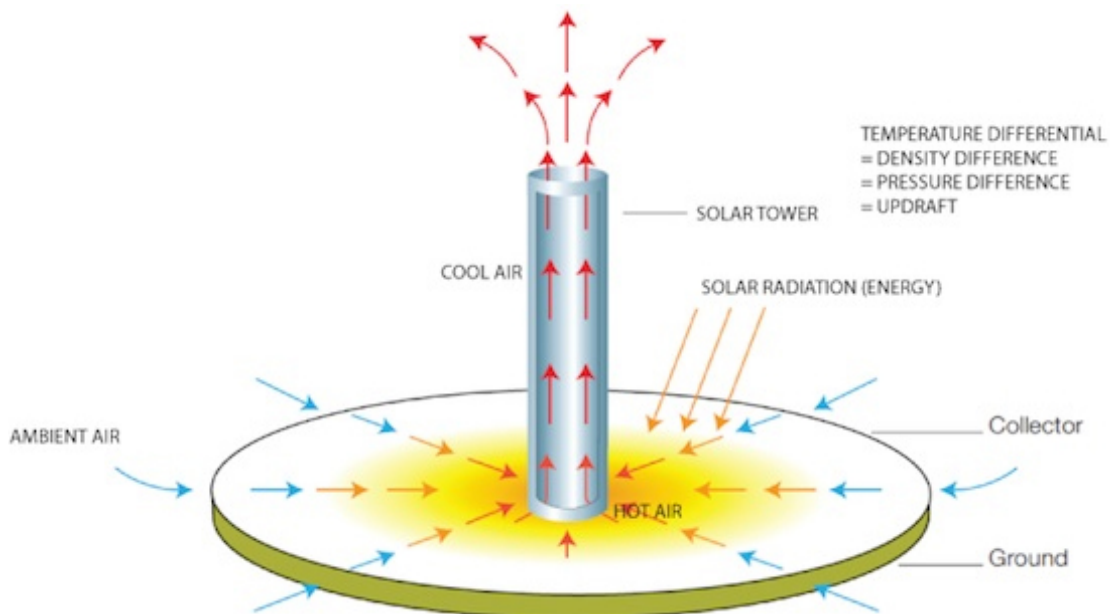


Рис.3.5. Схематичне представлення роботи «сонячної вежі».

Однак така модель енергетичної вежі є автономною лише в енергетичному плані і не є самодостатньою структурною одиницею міського середовища. Тому для того, щоб модель функціонувала як багатофункціональний енергетичний комплекс, необхідно застосувати багато принципів, що формують такі будівлі, які сформульовані у п.3.1. Принципи побудови висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.

3.3 Розрахунки аеродинамічної труби та види вітрогенераторів

Основною концепцією аеродинамічної труби все зрозуміло. Але головним елементом у цій установці є сам ротор, генератор, який і вироблятиме енергію необхідну для функціонування будівлі.

3.3.1 Патент Филиппова

Ми розглянемо два основних патенти вертикальних вітрогенераторів, які можуть бути встановлені в аеродинамічні труби. Розглянемо їх характеристики, проведемо розрахунки, щоб з'ясувати, якого розміру має бути аеродинамічна труба, щоб вихідної потужності вистачало забезпечення електроенергією комплекс.1. Проект Филиппова

Винахід Філіппова полягав у тому, що енергію руху повітря слід використовувати для вироблення електроенергії, не захоплюючи її на відкритих просторах, а створюючи тягу в трубах. У цій схемі труби виконують те ж саме, що і гребля на ГЕС, концентруючи і направляючи повітряний потік до генератора. Але енергія повітряного потоку (тяги) в повітропроводі створюється не тільки вітром, але не вітром, а різницею температур повітря між повітрям всередині і зовні каналу (тепле повітря піднімається, як відомо). Тому електростанцію розумно називати повітряною або повітряною електростанцією. У той же час технічно доцільно використовувати в аеродинамічному пристрої систему електричного накопичення за рахунок підвищення тиску повітря в балоні зі стисненим повітрям. Проект Повітряно-Акумуляуючої електростанції (ПАЕС), схематично зображений на Рис. 1:

1. Труба (матеріал – залізобетон, висота – 200 м, діаметр 15 м)
2. Балон стисненого повітря (матеріал – сталь)
3. Компресор
4. Напірна камера (матеріал алюміній, форма – конус)
5. Сопло
6. Аеротурбіна
7. Генератор

8. Вхідний патрубок

9. Витяжна насадка

10. Нагрівальна камера.

Стрілками зображено напрямок руху потоку повітря.

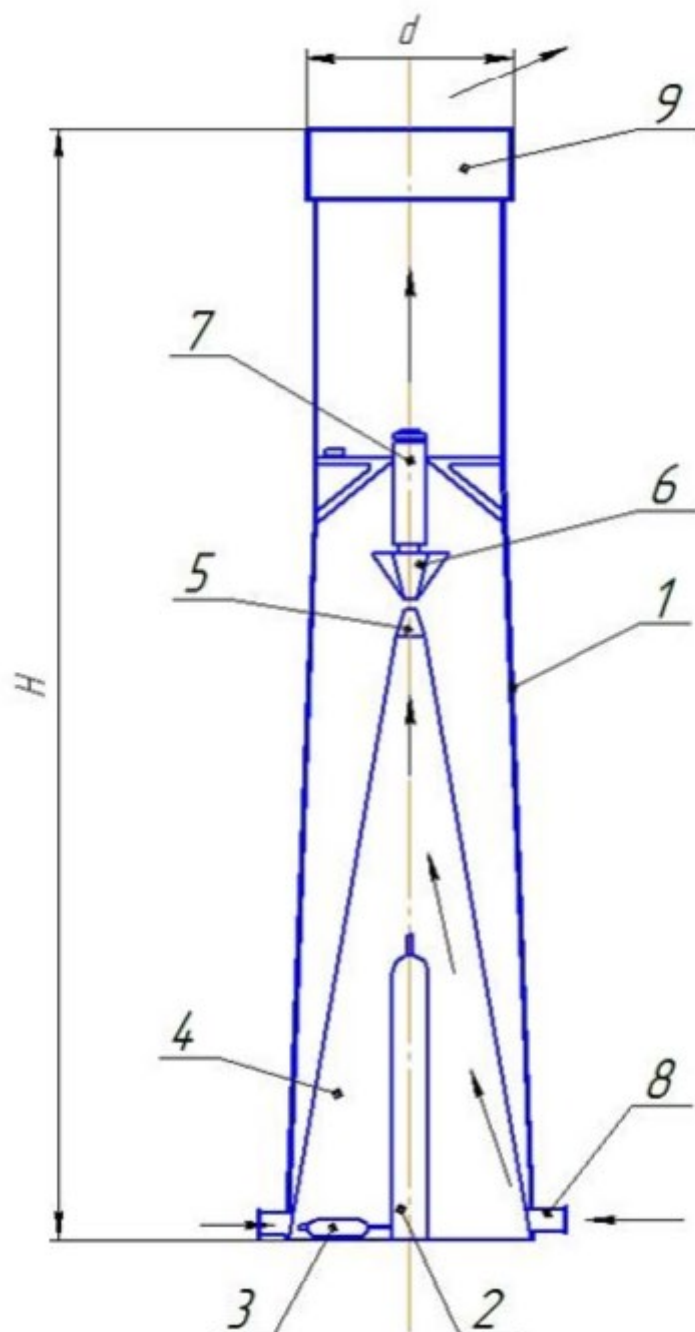


Рис 3.3.1 Проект ПАЕС

1. Принцип роботи ПАЕС

Повітря нагрівається в нагрівальній камері 10 через вхідний патрубок 8 потрапляє в напірну камеру 4, що знаходиться в трубі 1. Під дією сили тяги в трубі тепле повітря піднімається в верхню частину напірної камери до сопла 5, при цьому відбувається його стиснення (збільшення тиску та температури). На виході з сопла стиснене повітря потрапляє на аеротурбіну 6, забезпечуючи її обертання, а також обертання прикріпленого до неї ротора генератора 7. На статорі генератора 7 виробляється електрична енергія, що передається до мережі. Охолоджене повітря через витяжну насадку 9 видаляється у навколишнє середовище.

При зниженні потреби в електроенергії ПАЕС, чи наявності «зайвої» зовнішньої електроенергії, дана «зайва» електроенергія спрямовується на компресор 3, який закачує повітря в балон стисненого повітря 2 збільшуючи в ньому тиск. Таким чином, балон стисненого повітря ПАЕС стає акумулятором електроенергії – отримати електроенергію назад можна просто стравлюючи повітря через клапан балона в сопло напірної камери.



Мал. 3.3.2 Аероенергоустановка ПАЕС

Тепле повітря зі стабілізованим тиском з форсунок напірної камери подається в турбіну. Турбіна з ротором піднімається на стандартну висоту під тиском повітря при обертанні навколо своєї осі. Магнітні підшипники 5 забезпечують строго вертикальне положення ротора і дозволяють зафіксувати ротор до статора. Якщо тиск повітря в форсунці перевищить стандартний рівень, турбіна з ротором почне рухатися вгору, але через силу відштовхування між магнітами у верхньому магнітному обмежувачі 7 система повинна повернутися в нормальний режим (опустити ротор нижче стандартний рівень для турбіни). Електростанції АЕС повинні працювати в автоматичному режимі. Оскільки тиск повітря в форсунках має бути строго заданий, необхідно встановити систему, яка автоматично регулює подачу повітря в форсунки барокамер атомної електростанції. Тиск повітря регулюється відкриваючими-закриваючими клапанами у впускному трубопроводі і відкриваючими і закриваючими клапанами на виході в циліндрі зі стисненим повітрям.

Турбіни для АЕС повинні бути виготовлені з алюмінію (можна розглянути магній). Алюміній в 3 рази менш щільний, ніж сталь, і в 4 рази більше теплопровідний. Основою турбіни є скловолокно, яке в 3,7 рази щільніше сталі. Тому на обертання світлової турбіни та світлового ротора необхідно витрачати менше енергії. Це, а також можливість використання неодимових магнітів є ключовою перевагою вітрових електростанцій перед тепловими паровими та газовими електростанціями. Але цю перевагу можна використовувати тільки при низьких температурах - алюміній має критичну температуру 200 °С, скловолокно має критичну температуру 130 °С, а неодимовий магніт марок 48Н - 120 °С. Тому максимальна стандартна температура повітря в насадці напірної камери повинна становити 95-99 °С.

Джерелом енергії атомних електростанцій є повітря високої температури і високого тиску. Враховуючи високу вартість будівель та обладнання, економічної ефективності виробництва електроенергії АЕС можна досягти

лише за рахунок безкоштовного повітряного опалення. Це не є особливою проблемою, враховуючи масштаби безглузлого скидання теплого повітря в атмосферу. Оскільки безкоштовними джерелами теплого повітря можна вважати тепле повітря, воно сьогодні виділяється в атмосферу свинарських і птахофабрик, металургії, машинобудування, цементних заводів, теплових і атомних електростанцій, житлових приміщень.

Відходи тваринництва (гній), золіві купи та інші промислові відходи, а також вода звичайних підземних гарячих джерел можуть бути використані як безкоштовні теплоносії для підігріву повітря в опалювальній камері. Безкоштовні повітрянагрівачі АЕС – це компресори з циліндрами.

Стиснення повітря в балонах як спосіб накопичення енергії не вважається економічним, оскільки 50% енергії в цьому процесі не накопичується в циліндрі у вигляді високого тиску повітря, а випромінюється в навколишнє середовище у вигляді середини тепла. Але теплоелектростанція не втрачає тепло – вона нагріває повітря в барокамері, що збільшує кількість виробленої електроенергії.

Трубу ПАЕС доцільно виготовляти з матеріалу з мінімальною теплопровідністю, але достатньою міцністю у тому, щоб витримати вітрові навантаження. Як такий матеріал можна розглянути різні види бетону на залізній арматурі (пінобетон, древобетон (арболіт), опилкобетон). Труба має бути пофарбована в чорний колір. У ПАЕС що більше труба, то більше енергії можна отримати на виході зі статора. Але є технологічні обмеження розмірів труби. максимальна висота сьогоднішніх труб становить 440 метрів (в Екібастузькій ГРЕС), та будівництво таких труб потребує особливих технологій, які складно здійснювати у масовому порядку. Тому, оптимальним розміром труби для ПАЕС пропонується вважати трубу заввишки 200 метрів та діаметром 15 метрів.

Тяга у трубі розраховується за формулою:

$$Q = C A \sqrt{2 g H \frac{T_i - T_e}{T_i}}$$

Де: Q – тяга/потік тяги, м³/сек, A – переріз труби, м², C – коефіцієнт витрати (від 0.65 до 0.70), g – прискорення вільного падіння, 9.8 м/сек², H - висота труби, м, T - середня температура всередині труби, К, T_e – температура зовнішнього повітря, К. У трубі ПАЕС діаметром 15 м перетин труби (A) становитиме 177 м². Висота труби 200 м. що температура повітря зовні 20 °С або 293 К, а всередині труби 25 ° С або 298 К. (різниця в 5 ° С забезпечується низькою теплопровідністю залізобетонних стін труби), тоді:

$$Q = \frac{0.7 \cdot 177 \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot 200 \cdot (298 - 293)}}{\sqrt{298}} = 1004 \text{ м}^3/\text{сек}$$

При стабільній швидкості вітру 10 м/с забезпечується відносно ефективна робота та звичайних вітрогенераторів. У трубі діаметром 15 м можна помістити серійний вітрогенератор ALT-50 кВт діаметром вітрового колеса 13,6 м. Але він забезпечить повне завантаження генератора тільки потужністю 50 квт. У патенті Філіппова потужність його енергетичної установки при висоті труби 200 м. оцінюється в 2300 -3000 кВт (можливість досягнення такої потужності підтверджується доданими розрахунками). У запропонованому проекті ВАЕС вітрове колесо з ККД 10% замінюється на аеротурбіну з ККД. 90%. Завдяки збільшенню різниці температур усередині труби та зовні можна збільшити потужність енергоустановки ще в 4-5 разів. Тому на ВАЕС із трубою в 200 м можна забезпечити повне завантаження енергоустановки потужністю 2000 кВт. ПАЕС найефективніша в країнах із низькою температурою в зимовий час, тобто саме тоді, коли витрата електроенергії максимальна. Так тяга в трубі при температурі повітря на вході в трубу в 293

К (+20 С), і температурі повітря зовні в 243 К (-30 С) складе 3205 м³ / сек. Тобто тяга в трубі взимку при використанні нагрітого повітря збільшується в 3 рази порівняно зі звичайним рівнем, і відповідно можна отримати в 3 рази більше електроенергії аероелектростанції за рахунок утилізації безкоштовного тепла.

При стабільній швидкості вітру 10 м/с забезпечується відносно ефективна робота звичайних вітрогенераторів. Тандемну вітрогенератор АЛТ-50 кВт з діаметром ротора 13,6 м можна помістити в повітропровід діаметром 15 м, але це забезпечить повне навантаження генераторів потужністю всього 50 кВт. У патенті Філіпа потужність його електростанції на висоті труби 200 м оцінюється в 2300 - 3000 кВт (можливість досягнення цієї потужності підтверджується додатковими розрахунками). У запропонованому проекті ВАЕС 10% ефективна вітрова турбіна замінена ефективною повітряною турбіною. 90%. Збільшуючи різницю температур всередині і зовні трубопроводу, потужність електростанції можна збільшити в 4-5 разів. Тому на АЕС з трубопроводом 200 м може гарантовано працювати на повну потужність електростанція потужністю 2000 кВт. АЕС найефективніший у країнах із більш прохолодними зимовими температурами (тобто коли споживання електроенергії найбільше). Отже, тяга в каналі складе 3205 м³/сек при температурі вхідного повітря 293 К (+20 С) і зовнішньої температури 243 К (-30 С). Тобто при використанні гарячого повітря взимку об'єм повітря в повітропроводі збільшується в 3 рази, ніж зазвичай, тому можна отримати в 3 рази більше потужності від електростанції, використовуючи вільну теплову енергію.

3.3.2 Вітрова вітроенергетична установка

1. Принципи роботи ВЕЕУ

Робота вихрової вітрової турбіни заснована на отриманні вихрового потоку повітря в гіперболічному статорі, який за своєю природою подібний до природного торнадо з великим запасом кінетичної енергії. У осьовій

центральної області вихору, що утворюється в статорі, тиск зменшується відносно зовнішнього атмосферного тиску. Завдяки цьому стовп торнадо поглинає зайву повітряну масу. У осьовій вітрогенераторі з вертикальною віссю кінетична енергія повітряного потоку перетворюється в механічну роботу для вироблення електроенергії в генераторі.

Кільцеві вітрогенератори виробляють максимальну потужність при значно нижчих швидкостях вітру (2-3 м/с). Крім того, такий тип установки може дозволити вам отримати в п'ять разів більше потужності, ніж вітрогенератор з горизонтальною віссю (така ж площа, що проходить через вітряний млин).

На малюнку 1. зображена конструктивна схема вітроенергетичної установки, а також принципова схема руху у вітроенергетичній установці потоків маси повітря, що ежектується, і атмосферного повітря.

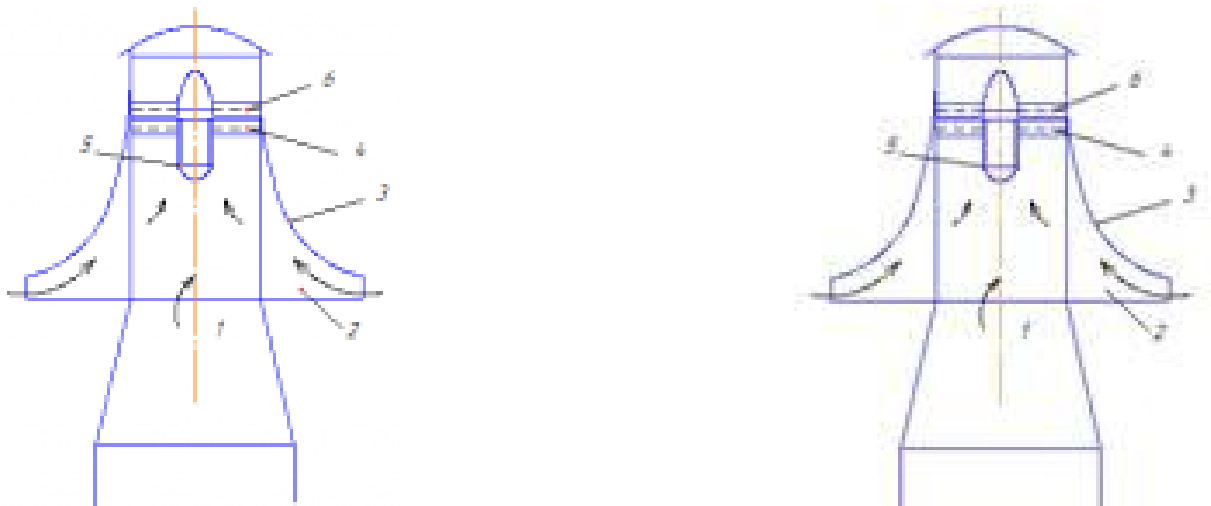


Рисунок 1. – Принципова схема вітроенергетичної установки, схема повітряних потоків у статорі установки

1 - потік повітря, що ежектується; 2 – криволінійні повітряні канали; 3- гіперболічний статор; 4 – напрямний апарат; 5 – електрогенератор; 6 – лопатки осьової турбіни.

СВ, СГ – швидкості вітру та потоку повітря, що ежектується, на вході у вітроенергетичну установку; 3 - абсолютна швидкість повітряного потоку біля

стін статора; CZ , Cr , $C\phi$ – проекції швидкості на осі координат; ω – осьова швидкість повітряного потоку.

Установка має вхідний завихрювач повітряного потоку, що викликає його смерчеве обертання зі збільшенням швидкості, зі створенням розрідження в осьовій частині вихору і тангенціальне прискорення потоку повітря, що ежектується. Потік повітря, що ежектується, надходить в центральну частину циліндричного статора і зміщується, тангенціально прискорюючись в ньому разом з набігаючим повітряним потоком. За рахунок того, що в осьовій частині статора розвивається невелике розрідження щодо атмосферного тиску, цей принцип не тягне за собою збільшення опору вихлопного тракту і зниження потужності.

Якщо на периферії гіперболічного статора переважає тангенціальна складова швидкості закрученого повітряного потоку, то його центральній частині відбувається збільшення осьової швидкості потоку.

Повітряний вітровий потік за допомогою криволінійних напрямних лопаток 2 закручується зі збільшенням його тангенціальної швидкості, надходить у гіперболічний статор установки 3. де зміщується з потоком повітря, що ежектується. Прискорений повітряний потік за допомогою направляючого апарату 4 подається на лопатки осьової турбіни 6, що приводить у обертання електрогенератор 5 .

Розглянутий принцип і конструктивна схема вітроенергетичної установки дають можливість досить ефективно використовувати енергію потоку повітря, що ежектується, і кінетичну енергію набігаючих повітряних потоків. При цьому для неї характерні такі позитивні якості:

- збільшення швидкості та кінетичної енергії повітряного потоку з їх використанням для вироблення електроенергії;
- збільшення маси потоку, що проходить через осьову турбіну;

2. Фізична сутність вихрових процесів, що протікають у вихровій вітроенергетичній установці.

Кругове тривимірне осесиметричне протягом в'язкого, стисливого, теплопровідного газу описується системою рівнянь руху, суцільності, енергії і стану, яка в циліндричній системі координат має вигляд.

Рівняння руху:

$$\begin{aligned} v_r \frac{\partial v_r}{\partial r} + v_z \frac{\partial v_r}{\partial z} - \frac{v_r^2}{r} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} + \nu \left(\frac{\partial^2 v_r}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 v_r}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_r}{\partial r} - \frac{v_r}{r^2} \right) \\ v_r \frac{\partial v_\tau}{\partial r} + v_z \frac{\partial v_\tau}{\partial z} + v_r \frac{v_\tau}{r} &= \nu \left(\frac{\partial^2 v_\tau}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 v_\tau}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_\tau}{\partial r} - \frac{v_\tau}{r^2} \right) \\ v_r \frac{\partial v_z}{\partial r} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \left(\frac{\partial^2 v_z}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) \end{aligned}$$

Рівняння суцільності:

$$\frac{\partial(\rho \cdot r \cdot v_r)}{\partial r} + \frac{\partial(\rho \cdot r \cdot v_z)}{\partial z} = 0$$

Рівняння енергії:

$$\begin{aligned} \rho \cdot C_p \cdot \left(v_r \frac{\partial T}{\partial r} + v_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) &= v_r \frac{\partial p}{\partial r} + v_z \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \nu' \left\{ 2 \cdot \left[\left(\frac{\partial v_r}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{v_r}{r} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_z}{\partial z} \right)^2 \right] + \right. \\ &\left. + \left(\frac{\partial v_r}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_\tau}{\partial r} + \frac{v_\tau}{r} \right)^2 \right\} - \frac{2}{3} \cdot \nu' \cdot \left(\frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{v_r}{r} - \frac{\partial v_z}{\partial z} \right)^2 \end{aligned}$$

Рівняння стану: $p = \rho \cdot R$

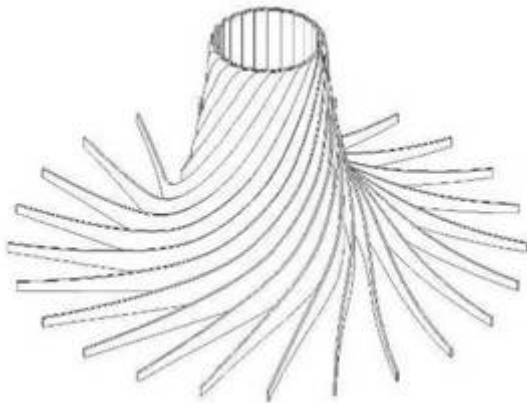
Розв'язуючи вищенаведені рівняння, можна зробити висновок, що в радіальному круговому потоці газу ні в'язкість, ні стисливість не можуть змінити потенційний закон течії (закон вільного вихору) у розподілі швидкостей і сталість повної температури по радіусу. Відомо також забезпечення стійкості циркуляційного потоку у всіх випадках, коли збурення

викликає збільшення моменту руху на зовнішній границі потоку або зменшення на внутрішній межі потоку.

Створення вихрової вітрової турбіни засноване на можливості формування ламінарного вихору в спеціальному генераторі вихрів, утвореному кривою другого порядку у вертикальній площині та спіраллю Архімеда в горизонтальній площині (рис. 2), в природі до природного торнадо.

Статор вітрогенератора являє собою вихровий генератор, утворений набором симетрично розташованих по колу каналів, що відтворюють траєкторію повітряного струменя, що впадає в область центральної осі статора в природному торнадо.

У осьовій центральній області вихору, створеного в пристрої, тиск знижується відносно зовнішнього атмосферного тиску, що сприяє створенню тяги і поглинанню цього смерчоподібного стовпа додаткової повітряної маси.



Малюнок 2. – Генератор закрученого потоку

Вихровий рух відбувається в турбулентному потоці стисненого повітря зі статичним градієнтом тиску, перпендикулярним до основного напрямку руху. Слід зазначити, що статичні градієнти тиску можуть бути обумовлені силою тяжіння, інерцією, електричними або магнітними полями.

Важливим фактором, що змушує повітря рухатися по заданих траєкторіях, є надлишковий тиск гальмування p , що визначає величину азимутальної

компоненти швидкості обертання потоку при вибраній формі каналу статора, що закручує.

Величина надлишкового тиску гальмування визначається:

$$p^* = p(r, z) + \frac{\rho [V_\varphi(r)]^2}{2} + \rho \int_0^r \frac{[V_\varphi(r)]^2}{2} dr$$

Знаючи тиск гальмування для всіх перерізів каналу можна визначити значення компонентів швидкості потоку – осьовий V_z і(r), радіальної V_r і(r) та азимутальної V_φ і(r) (Малюнок 3.). Фізичний сенс складових (V_z і(r), V_r і(r), V_φ і(r) швидкості потоку дозволяє вважати, що V_r (r) – інтенсифікує тиск у стінок циліндричної камери статора вихрової ВВЕУ; V_z (r) – витрачається в енергетичному балансі на подолання гідравлічного опору в осьовому русі вихору, V_φ і(r) – частково перетворюється на енергію у формі механічної роботи потоку на лопатках ротора вихрової ВВЕУ та частково розсіюється у навколишнє середовище.

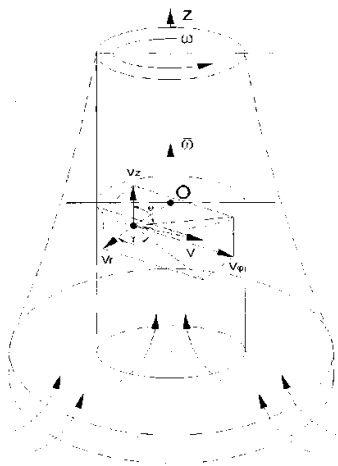


Рисунок 3. – Компоненти швидкості потоку у циліндричній зоні статора
Умовою працездатності ВДЕУ є залежність:

$$p(r, z) + \frac{\rho V_{z(\text{ввх})}^2}{2} \geq p_{\text{атм}}$$

За умови, що вся енергія потоку з компонентом швидкості V_φ повністю перейде у корисну роботу, а величина $p(r, z)$ – тиск за ротором ВВЕУ. Якщо

цієї умови не дотримується, то частину кінетичної енергії закрученого потоку слід перетворювати на тиск підгальмовування струменя. Вочевидь як і, що ВВЭУ має межі стійкої роботи, зумовлені мінімальними значеннями $p(r,z)$ і $V_z(r)$.

Так як канали проектованої ВВЕУ мають спеціальний профіль (рисунок 4.) в горизонтальній і вертикальній площинах, що змінюється від перерізу до перерізу, так, що в центральну зону повинні надходити струмені, що "зшиваються" в загальний смерчоподібний вихровий потік, рух у каналі розглядається як безвідривне, що прискорюється до вихідної щілини.

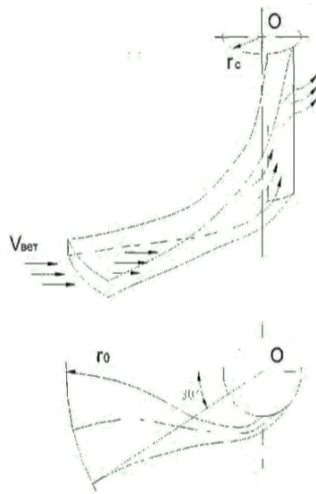


Рисунок 4. – Схема статора каналу

Траєкторія повітряних струменів, що забезпечує умови для утворення квазіпотенційного ламінаризованого потоку, подібного до природного смерчу, описується системою з двох рівнянь, що характеризує її у двох площинах.

Проекція траєкторії на горизонтальну площину описується рівнянням:

$$\varphi_i = \varphi_0 + \frac{V_\varphi(r)}{V_r(r)} \cdot r_c^2 \left(\frac{1}{r_i^2} - \frac{1}{r_0^2} \right)$$

а у вертикальній площині проекції, що відповідає рівнянню:

$$z_i = \frac{\text{const}}{r_i^2}$$

Умовно можна в першому наближенні представити вихрову ВВЕУ, як аналог вихрової труби, що самовакуується. На виході встановлений ротор, циліндрична зона статора виконує функцію направляючого апарату турбіни. Фізична модель течії повітря через лопаткову решітку ротора може бути представлена в такий спосіб. Кінетична енергія закрученого потоку, що надходить на лопатки ротора, створює окружне зусилля R_u , яке визначає величину обертального моменту на валу.

При розробці фізичної моделі ВВЕУ, а також у дослідженнях показано, що для потенційного обертального поступального одновимірної потоку в круглій трубі радіуса r з внутрішньою умовною циліндричною межею з радіусом $(r \cdot \xi)$, на якому передбачається значення $p = 0$ для потенційного потоку, завжди напір та циркуляція $\Gamma = \text{const}$.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізувати розробку висотних комплексів на практиці в країні та за кордоном. Вивчати науково-теоретичні дослідження, статистику, сучасну практику проектування та будівництва висотних будівель. Як ми всі знаємо, урбанізація великих міст світу вимагає ущільнення будівель і нестачі відкритого простору, а також збільшення витрат на електроенергію. Тому за цих умов постає проблема пошуку нових та інноваційних шляхів проектування висотних будівель з використанням альтернативних джерел енергії.
2. Вивчено історичні етапи становлення багатоповерхівок та визначено їх характеристики: 1885р. - 1920 - Проблеми із соляризацією, вентиляцією та затіненням спостерігалися на території, головним чином прямокутних офісних будівель; 1920 - 1950 - Мікроклімат покращився, оскільки почали використовувати каскадну (ступінчасту) форму будівель; 1950 - 1990 - Широке використання скла на фасади також сприяє покращенню сонячного світла та

зовнішнього вигляду будівлі. Використання скломатеріалу вирішує проблему «візуального забруднення», з'являється поняття «вентиляція будівлі»; 1990 р. по теперішній час – швидка урбанізація світу сприяє будівництву екологічних комплексів та використанню відновлюваної енергії.

3. Розглянуто два типи вітрогенераторів, їх характеристики, якості, та розроблено 3д моделі потоку вітру використовуючи ці генератори у аеродинамічній трубі. Була розрахована швидкість потоку вітру у аеродинамічній трубі, а також вихідна потужність генераторів. Було встановлено, що метод до якого ми вдаємося є енергоефективною та екологічно чистою енергією .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білоконь Ю. М. Проблеми містобудівного розвитку територій: навч. посіб. Київ: Укрархбудінформ, 2001. 70с.
2. Білоконь Ю. М. Регіональне планування (сутність та значення). Київ, 2001, 106 с.
3. Білоконь Ю. М. Типологія містобудівних об'єктів. Київ, 2001. 68 с
4. Вадімов В. М. Методологічні основи еколого-містобудівного освоєння прирічкових урбанізованих територій (в умовах України): автореферат д-ра арх.: 18.00.01. Полтавський нац. ун-т буд-ва і арх., Київ. нац. ун-т буд-ва та арх. Полтава, Київ, 2002. 400 с.
5. Древаль І. В. Методологічні основи містобудівного розвитку залізничних вокзальних комплексів: автореф. дис. ... д-ра арх.: 18.00.04. Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. Полтава, 2013. 36 с.
6. Демин Н. М. Управление развитием региональных градостроительных систем (на опыте Украинской ССР): автореф. дис. ... д-ра арх.: 18.00.04. Москва, 1987. 53 с.
7. Т. Ф. Панченко. Містобудування. Довідник проектувальника. Ред. д-ра арх. Київ: Укрархбудінформ, 2001. 192 с.
8. Тімохін В. О. Архітектура міського розвитку. 7 книг з теорії містобудування. Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 2008. 629 с.
9. Тімохін В. О. Гармонічність еволюційної динаміки самоорганізації містобудівних систем: автореферат. ...: 18.00.01. Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 2003. 484 с.
10. Ю.Шкодовський До проблеми екологічної реабілітації архітектурного середовища міста/ Зб. наукових праць вищих навчальних закладів художньо-буд. профілю України і Росії, Харків: ХХІІІ, №3-4, 2003, №1-2, 2004.- С.245-249.

11. Шкодовский Ю.М. Пространственный анализ экологической ситуации городской среды/ Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2004, “Науковий вісник будівництва” (Научно-технический сб., вып. 25).- С.5-16.
12. Шкодовский Ю.М., Мироненко В.П. Эколого-психологический подход к решению проблем гуманизации окружающей среды/ Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2004, “Науковий вісник будівництва” (Научно-технический сб., вып. 27).- С.5-19.
13. Ю.Шкодовский, В.Мироненко. Проблема интеграции экологического знания в теории урбанизации// Устойчивое развитие городов. Современные проблемы обеспечения комфортной среды.- Коммунальное хозяйство городов.- Научно-технический сб. -Вып. 70. - Киев: Техника, 2006.- С.63-71.
14. Ковальський Л. М. Проблеми розвитку архітектури навчально-виховних будівель: автореферат ... д-ра арх.: 18.00.02. Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 1996. 339 с
15. Ковальський Л.М., Кузьміна Г.В. Експериментальне будівництво багатоповерхових будинків житлово-цивільного призначення (вище 25 поверхів) // Будівництво України: Науково-виробничий журнал. -2006 №10. – с.2-7.
16. Ковальський Л.М., Кузьміна Г.В., Ковальська Г.Л. Архітектурне проектування висотних будинків. Навчальний посібник за загальною редакцією Л.М. Ковальського. – К.:КНУБіА, 2010. – 123 с.
17. Ковальський Л.М., Плосконос М.А. Експериментальне строительство высотных зданий в Украине // Архитектура и строительство. – 2007., №1 (179). – С. 25-29.
18. Ковальський Л.М. Експеримент у висотному будівництві продовжується // Будівництво України: Науково-виробничий журнал. – 2007. №9.-С.17-20
19. Куцевич В. В. Реформування архітектурно-методологічної бази проектування об'єктів соціокультурного призначення в сучасних умовах

- України: автореферат ... д-ра арх.: 18.00.02. Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 2004.
20. Мироненко В. П. Методологические основы оптимизации архитектурной среды: автореферат ... д-ра. арх.: 18.00.01. Харківський нац. ун-т буд-ва та арх. Харків, 1999. 371 с.
21. Осиченко Г. О. Методологічні основи формування естетики міського середовища : автореф. дис. ... д-ра арх.:18.00.01/ Осиченко Галина Олексіївна; Київський національний університет буд-ва і архітектури.– К., 2015.– 33 с.
22. Слепцов О. С. Архітектура цивільних будівель на основі відкритих збірних конструктивних систем: автореф. дис. ... д-ра арх.: 18.00.02/Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 1999. 35 с.
23. Товбич В. В. Методологічні основи формування і розвитку архітектурної діяльності : автореферат. ... д-ра арх.: 18.00.01. Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 2014. 46 с.
24. Бенаи Х. А. Перспективные тенденции архитектуры жилища / Х. А. «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» №9. 2017 Alley-science.ru Бенаи, Е. И. Чернова // Проблеми архітектури і містобудування: Вісник ДОНАБА. – 2013. - № 6 (74). – С. 21-24.
25. Кащенко Т. О. Архітектурне проектування на засадах енергоефективності / Т. О. Кащенко // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. - 2010. - Вип. 23. - С. 462-463. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Spam_2010_23_68
26. Yeang K. Reinventing the Skyscraper: A Vertical Theory of Urban Design. Published by Wiley-Academy, and division of John Wiley & Sons Ltd. 2002. 224 p.
27. Yeang K. Eco Scyscrapers. Published by Images publishing group Pty. Ltd. 2007. 160 p.

28. Yeang K. Ecodesign. A manual for Ecological design. Published by Wiley & Sons Ltd. 2008. 499 p.
29. Yeang K. The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings. Republished in Spanish by Guistavo Gilli. 2000. 184 p.
30. Ivor Richards . T.R Hamzah&Yeang: Ecology of the sky. 2001, p. 17-24
31. Шпара В.І. Особливості архітектурно-планувальної організації висотних житлових комплексів. Автореф. дис....канд. арх.- Київ, 2013. – 264 с.
32. Молодкин С.А. Исследование влияния ветровых нагрузок на проектирование и строительство высотных энергоэффективных жилых зданий //Строительный эксперт. – 2005.№13. – С.15-23.
33. Молодкин С.А. Принципы формирования архитектуры высотных энергоэффективных жилых зданий: Дисс. ...канд. арх. М., 2007. – 124 с.
34. Росковшенко А.Ю. Визначення рівня комфортності багатоквартирного житла в залежності від його поверховості: дис. ...канд. арх. К., 2010. – 123 с.
35. Репин Ю.Г. Интегрированные архитектурные комплексы (типологические особенности интеграции объектов среды обитания в условиях крупного города): Автореф. дисс. ...доктора арх. – К., 1991. – 39 с.
36. Репин Ю.Г. пространственный город. Теория и практика: Монография. – К.: «Феникс», 2009-270 с., илл. – Библиография – (на русском языке).
37. ДБН В.2.2-24:2009. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків. Київ., 2009. – 161 с.
38. Будинки і споруди; Житлові будинки. Основні положення. ДБН В.2.2-15-2005 [Текст]/ разраб. Ю. Г. Репин. - Офіц. вид. - К. : Держбуд України, 2005. - II, 36с.+ II, 36 с. - (Державні будівельні норми України). - Бібліогр.: с. 35.
39. ДБН В.2.2-9-2009 Громадські будинки та споруди. Основні положення. Київ., 2009. –

40. ДБН Б.2.2-12:2018 "Планування і забудова територій". Київ., 2018. – 187 с.
41. Pei M. One language for the world. - New York, 1958. (2nd ed, 1968).
42. Казаков Ю.Н., Флавицкий Н., Николаева Т.М. инженерные решения для строительства «антитеррористических» зданий. – СПб,,: СПбГАСУ., 2009. – с 152-153.
43. Л.М. Ковальський, Г.В. Кузьміна, Г.Л. Ковальська. Архітурне проектування висотних будинків. Навчальний посібник. К., 2012.- 122 с.
44. Л.А. Викторова. Высотные здания – плюсы и минусы строительства [Электроний ресурс]. - Режим доступа : <http://www.asrmag.ru/article/vysotnye-zdaniya/>

45. Центр Джона Хэнкока / John Hancock Observatory [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gochicago.ru/john-hancock-observatory/>
46. Небоскреб Сирс Тауэр в Чикаго (башня Уиллис Тауэр) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://1chudo.ru/neboskreby/40-neboskreb-sirs-tauer-v-chikago-bashnya-uillis-tauer.html>
47. Башни и небоскребы США [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://all-towers.ru/buildings/usa/>
48. Небоскреб Westend Tower (Вестендтурм, DZ банк, Франкфурт) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://delovoy-kvartal.ru/neboskreb-westend-tower-vestendturm-dz-bank-frankfurt/>
49. В. В. Перевалова. Системний підхід у теоретичних дослідженнях щодо формування урядових комплексів // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2010. №30. С. 254-261.
50. Джо Стадвел. Чому Азії вдалося. – К., – 2017. – 448 с.
51. Пасифик Плейс. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://azboguide.com/hong-kong/places/64879/#>
52. Небоскреб CITIC-Plaza (Ситик-Плаза, Гуанчжоу, Китай) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://delovoy-kvartal.ru/neboskreb-citic-sitik-plaza-guanchzhou-kitay/>
53. О.Є. Рогожникова. Питання функціонально-планувальної організації висотних будівель // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2010. №23. С.358-390

54. Тантекс-Скай-Тауэр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://all-towers.ru/buildings/5046>
55. Томорроу-Сквер (Tomorrow Square, Шанхай, Китай) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://delovoy-kvartal.ru/tomorrou-skver-tomorrow-square-shanghai-kitay/>
56. Башни Феникс, очищающие окружающую среду [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://econet.ru/articles/54230-bashni-feniks-ochischayuschie-okruzhayushuyu-sredu>
57. Архив метки: Sky Mile Tower [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://newsader.info/tag/sky-mile-tower/>
58. Всемирный торговый центр Дубай [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tournavigator.net>
59. Бурж Аль Араб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://burj-alarab.ru/obshaia_informaciia
60. Небоскреб Бурдж-Халифа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wikiway.com/оае/dubay/neboskreb-burdzh-khalifa/>
61. Небоскреб Центр Аль-Файзалия (Эр-Рияд, Саудовская Аравия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://delovoy-kvartal.ru/neboskreb-tsentr-al-fayzaliya-er-riyad-saudovskaya-araviya/>
62. Бурдж Аль-Мамляка (Королевский центр, Эр-Рияд, Саудовская Аравия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://delovoy-kvartal.ru/burdzh-al-mamlyaka-korolevskiy-tsentr-er-riyad-saudovskaya-araviya/>
63. Самые высокие здания мира : перспективные проекты ближайшего будущего [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ppjournal.ru>
64. У Саудівській Аравії відновили будівництво найвищого хмарочосу у світі – Kingdom Tower [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://designtalk.club/u-sauidivskij-araviyi-vidnovylosya-budivnytstvo-najvyshhoyi-budivli-svitu-kingdom-tower/>

65. В Іраку побудують найвищий хмарочос світу з енергоощадженням за рахунок сонячних панелей [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotown.com.ua/news/V-Iraku-pobuduyut-nayvyshchyy-khmarochos-svitu-z-enerhozberezhennyam-za-rakhunok-sonyachnykh-paneley/>
66. Башни Риалто (Rialto Towers), Мельбурн, Австралія [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://delovoy-kvartal.ru/bashni-rialto-rialto-towers-melburn-avstraliya/>
67. 120 Collins Street [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/120_Collins_Street
68. Eureka Tower, Melbourne, Victoria [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.designbuild-network.com/projects/eureka/>
69. Vision Apartments [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Vision_Apartments
70. Australia 108 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Australia_108
71. О. І. Заварив, Д. Н. Яблонський. Українська Радянська Енциклопедія [Електроний ресурс]. – Режим доступу: http://leksika.com.ua/18150822/ure/eksperimentalne_budivnitstvo
72. Хрещатик, 25 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%A5%D1%80%D0%B5%D1%89%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA,_25
73. Найвищі хмарочоси Києва [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://hmarochos.kiev.ua/2014/08/27/u-kogo-dovshiy-nayvishhi-hmarochosi-kiyeva/>
74. Парус (бізнес центр) [Електроний ресурс]. – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D1%83%D1%81_\(%D0%B1%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%81-%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D1%83%D1%81_(%D0%B1%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%81-%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80))

75. Башни – жилой комплекс [Электроний ресурс]. – Режим доступу:
<https://gorod.dp.ua/archi/?pageid=297><http://www.dolnik-ua.com/ru/component/galleric/?catid=1&Itemid=4&Itemid=4>
76. Офіційний сайт Dolnik&Co [Электроний ресурс]. – Режим доступу:
<http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=36&Itemid=36>
77. Офіційний сайт United Network studio [Электроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.unstudio.com/en/page/8654/wasl-tower>
78. В Китае построят «лесной город» из небоскребов с вертикальными садами [Электроний ресурс]. – Режим доступу:
<https://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/2120-v-kitae-postroyat-lesnoj-gorod-iz-neboskreb-ov-s-vertikalnymi-sadami.html>
79. Dinamic Tower [Электроний ресурс]. – Режим доступу:
<https://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/2113-v-dubae-stroitsya-vrashchayushchij-sya-neboskrjob-dynamic-tower.html>
80. Sand Babel: Solar-Powered 3D Printed Tower [Электроний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.evolo.us/sand-babel-solar-powered-3d-printed-tower/>
81. Elastic Woodscrapers II [Электроний ресурс]. – Режим доступу:
http://www.weingartnerarchitects.com/elastic_woodscrapers-ii/
82. Green Spine [Электроний ресурс]. – Режим доступу:
<http://www.skyscrapercenter.com/complex/3849>
83. Wuhan Greenland Center [Электроний ресурс]. – Режим доступу:
<https://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/992-wuhan-greenland-center-samyj-vysokij-neboskreb-kitaya-budet-samym-energoeffektivnym.html>
84. «Зеленый» небоскреб [Электроний ресурс]. – Режим доступу:
<https://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/3145-v-singapore-postroyat-zelenyj-neboskreb-s-derevyami-na-fasade.html>

85. China Merchants Bank [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lakhtacenter.livejournal.com/540615.html>
86. Официальный сайт BuroOle Scheeren [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://buro-os.com/1500-west-georgia/>
87. Официальный сайт BuroOle Scheeren [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://buro-os.com/empire-city/>
88. Официальный сайт BuroOle Scheeren [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://buro-os.com/angkasa-raya/>
89. Табунщиков Ю. А. От энергоэффективных к жизнеудерживающим зданиям / Ю.А. Табунщиков Ю. А. // АВОК – 2003. – № 3. – С. 8.
90. Табунщиков Ю. А. Энергоэффективные здания / Ю. А. Табунщиков, Бродач М. М., Шилкин Н. В. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – С. 8-76
91. Молодкин С. А. Принципы формирования архитектуры энергоэффективных высотных жилых зданий [Электронный ресурс]: дис. ... канд. архитектуры : 18.00.02 / С.А. Молодкин. – М.: РГБ, 2007. – 142 с. : ил.
92. **Семикин Павел Павлович.** Тенденции развития архитектуры энергоэффективных высотных зданий в России и за рубежом. Электронный ресурс. Режим доступа: http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz30_pril/06/06.htm
93. Закону України «Про енергетичну ефективність будівель». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>
94. Указ Президента України Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>
95. Шулер В. Конструкции высотных зданий: пер. с англ. Л.Ш. Килимника / под ред. Г.А. Казиной. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с. (Перевод изд.: High-Rise Building Structures / W. Schueller. – New York, London, Sydney, Toronto: John Wiley & Sons, Inc., 1977).

96. Бродач М.М. Инженерное оборудование высотных зданий. - М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. - 320 с
97. Ivanov V.M., Trubitsyn Y.V.. Sovremennye tendentsii razvitiya promyshlennosti polikristallicheskogo poluprovodnikovogo kremniya. Tehnologiya, obladnannya ta virobnitstvo elektronnoyi tehniki. Naukoviy visnik KUEITU [Current trends in the semiconductor industry polycrystalline silicon. Technology, equipment and production of electronics. Scientific Bulletin KUEITU]. 2009, no. 1(23)
98. Сонячна Енергія. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://alter220.ru/solnce/solnechnaya-energiya.html>
99. Енергетична стратегія України на період до 2030 р [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>
100. Основные виды ветрогенераторов: вертикальные, горизонтальные.[Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://tcip.ru/blog/wind/osnovnye-vidy-vetrogeneratorov-vertikalnye-gorizontalnye.html>
101. Гідроенергетика.[Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/ae/hydroenergy>
102. Васильев Г.П. Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2 // АВОК – 2002. – № 4. – С. 10-21.
103. Комплексное использование возобновляемых источников энергии / Г. И. Денисенко. - Киев : о-во "Знание" УССР, 1984. - 33 с. : ил
104. Коротич А. В. Композиционные особенности структурного формообразования оболочек высотных зданий / А. В. Коротич, М. А. Коротич // журнал «Академический вестник УралНИИпроект РААСН». - 2009. - №2. - с.66- 69
105. И.А. Литвенкова
Экология городской среды: урбоэкология

Курс лекцій. – Витебск: Издательство УО «ВГУ им. П.М.Машерова»,
2005 – 163 с

106. Чижмак Д.А. Дисертація «Принципи архітектурно-планувальної організації екологічних висотних адміністративних будівель». Київ.- 2012
107. Криволапова А. В. Модульний принцип формообразования в архитектуре. Електронний ресурс. Режим доступу: URL: http://archvuz.ru/2009_22/14
108. "Солнечная башня" вырастет в пустыне Аризоны. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.facepla.net/the-news/energy-news-mnu/1509-solar-plant>.

