

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Академія будівництва України
Інженерна Академія України

В. М. Першаков, А. О. Белятинський, Є. А. Бакулін,
Г. І. Болотов, І. О. Мартиненко, Хе Юйлін

ПРОБЛЕМИ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

Монографія

Частина 3

**КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ ТА ОСОБЛИВОСТІ
ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВИХ СТРУКТУР ВИСОТНИХ
БУДІВЕЛЬ**

Під загальною редакцією
д.т.н., професора В. М. Першакова,
к.т.н., доцента Є.А. Бакуліна

Київ 2018

УДК 624.04.69.032.22(02)

Д 70

Автори: *В. М. Першаков* – д-р техн. наук, проф.;
А. О. Белятинський – д-р техн. наук, проф.;
Є. А. Бакулін – к.т.н., доц.;
Г. І. Болотов – к. арх., доц.;
І. О. Мартиненко – магістр з будівництва, асистент;
Хе ЮйЛінь – магістр з будівництва.

Рецензенти:

С. І. Білик – д-р техн. наук, проф. (Київський національний університет будівництва і архітектури);

А. І. Білеуш – д-р техн. наук, проф., голов. наук. співроб. (Інститут гідромеханіки НАН України);

О. І. Давиденко – д-р техн. наук, проф. (Національний університет біоресурсів і природокористування).

Рекомендовано до видання науково-технічною радою Національного авіаційного університету (протокол № 9 від 10.12. 2015 р).

Першаков В. М.

П 279 **ПРОБЛЕМИ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.** Монографія. Частина 3. КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВИХ СТРУКТУР ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ / В. М. Першаков, А. О. Белятинський, Є. А. Бакулін, Г. І. Болотов, І. О. Мартиненко, Хе Юйлінь. Під заг. ред. д.т.н., проф. В. М. Першакова, к.т.н., доц. Є. А. Бакуліна. – К.: ТОВ «НВФ «Славутич-Дельфін», 2018. – 140 с.

ISBN 978-966-2071-43-6

У монографії наведено огляд публікацій з всесвітнього досвіду конструювання висотних будівель. Розглянута еволюція конструктивних систем і схем: від споруд підвищеної поверховості до надвисоких хмарочосів сучасності. Викладено особливості проектування об'ємна-просторових структур і архітектурно-конструктивних рішень.

Для наукових та інженерно-технічних фахівців, співробітників науково-дослідних, проектних, будівельних організацій, а також аспірантів і студентів будівельних вищих навчальних закладів і факультетів.

УДК 624.04.69.032.22(02)

Д 70

© Першаков В. М., Белятинський А. О., Бакулін Є. А.,
Болотов Г. І., Мартиненко І. О., Хе Юйлінь, 2018

З М І С Т

ВСТУП.....	4
ТЕРМІНИ ТА ПОЗНАЧЕННЯ.....	11
1. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ МАСОВОГО ВИСОТНОГО ДОМОБУДУВАННЯ.....	14
2. МІСТОБУДІВНИЙ АСПЕКТ ВИСОТНОГО ДОМОБУДУВАННЯ.....	18
3. ПРОБЛЕМИ МАСОВОГО ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ.....	23
4. АРХІТЕКТУРНА ТИПОЛОГІЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....	25
5. АРХІТЕКТУРНО-ХУДОЖНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....	41
5.1. Особливості об'ємно-просторової композиції висотних будівель..	41
5.2. Формоутворення як архітектурно-художній образ висотних будівель.....	45
5.3. Функціонально-планувальні рішення висотних будівель	56
5.4. Планувальні рішення висотних будівель.....	59
6. КОНСТРУКТИВНІ СИСТЕМИ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ	67
6.1. Конструктивні системи, конструктивні схеми висотних будівель.....	67
6.2. Історія розвитку і сучасні концепції конструктивних систем висотного домобудування.....	70
6.3. Конструктивні схеми багатопверхових будівель.....	78
6.4. Типи вязів висотних будівель	84
6.5. Конструктивні особливості в'язей	87
7. СЕЙСМІЧНИЙ ЗАХІСТ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ	92
7.1. Вплив сейсмічних коливань на будівельні конструкції	92
7.2. Основні принципи проектування висотних сейсмостійких будівель.....	93
7.3. Системи сейсмічного захисту висотних будівель	95
7.4. Перспективні напрямки сейсмічного захисту висотних будівель ..	97
8. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИСОТНОГО ДОМОБУДУВАННЯ.....	100
8.1.Еволюція архітектурних і технологічних рішень висотних будівель.....	100
8.2. Концепції екологічних хмарочосів.....	105
8.3. Концепції екологічних штучних міст хмарочосів	110
9. ПІДСУМКИ АБО ЧОМУ ГОРЯТЬ ХМАРОЧОСИ	112
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	121
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	130

ВСТУП

Забезпечення пожежної безпеки є невід'ємною частиною державної політики будь-якої країни щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства та навколишнього природного середовища. Кожна пожежа має негативні наслідки як безпосередньо для людини, що постраждала, так і для суспільства в цілому. Пожежі безпосередньо спричиняють знищення матеріальних цінностей, створюють загрози життю та здоров'ю людей, але головне – наносять значну, а іноді і невилправну шкоду навколишньому природньому середовищу.

Наприкінці ХХ століття на землі щорічно реєструвалося близько 7 млн. пожеж, при яких загинуло майже 70 тис. людей. Насправді, пожеж на планеті виникає набагато більше, але багато пожеж (особливо дрібні) з різних причин не реєструються.

Всесвітній центр пожежної статистики, що діє в рамках ООН, щорічно публікує звіти порівняльного аналізу про витрати, пов'язані з ліквідацією наслідків пожеж у різних країнах світу. Дані світової статистики свідчить, про те, що за останні 10 років кількість пожеж зросла майже в тричі, кількість знищених вогнем будівель – більш ніж у 8 разів, а динаміка загибелі людей на пожежах має загальну тенденцію до зростання. За даними статистики, тільки протягом однієї доби в Україні в середньому виникає 110-120 пожеж, на яких гинуть 5-7 людей, а 4-6 – отримують травми різного ступеня тяжкості, щотижня пожежі руйнують або пошкоджують 600-700 будівель. Світова статистика свідчить про те, що прямі збитки від пожеж у середньому становлять 0,2-0,3% валового внутрішнього продукту відповідної країни.

Відповідно даних світової статистики на одного загиблого в умовах пожежі припадає 25-30 травмованих, які дістали опіки та травми різного ступеня. Втрати на лікування людей, що зазнали опікових травм на пожежах і потребують тривалого та дорогого лікування, становлять близько 21% загальних збитків заданих пожежами.

Згідно з прогнозами, зробленими на основі пожежної статистики, у світі протягом року може загинути на пожежах 225 тис. людей, 2 млн. 250 тис. людей - отримати каліцтво, 4,5 млн. - тяжкі опікові травми. Крім того, статистика свідчить, що при

зростанні чисельності населення на 1% кількість пожеж збільшується приблизно на 5 %, а збитки від них зростають на 10%.

Сьогодні, коли людство увійшло в третє тисячоліття своєї багатомілітної історії, питання пожежної безпеки залишаються актуальними. Кожних п'ять секунд на земній кулі виникає пожежа, а в Україні - кожних 10 хв. Протягом однієї доби в Україні виникає 120-140 пожеж, в яких гинуть 6-7, отримують травми 3-4 людини; вогнем знищується 32-36 будівель, 4-5 одиниць техніки. Щодобові збитки від пожеж становлять близько 500 тис. грн.

Незважаючи на значні досягнення у науково-технічній сфері, людством ще не знайдено абсолютно досконалих засобів щодо забезпечення пожежної безпеки. Проблема пожеж стає глобальною за своїми масштабами, зачіпає не тільки національні, але і міжнародні інтереси. В умовах сучасного техногенного середовища – фінансові, трудові та матеріальні збитки від пожеж стають обтяжливими для економік країн світу.

Для забезпечення ефективного протипожежного захисту щорічно кожна країна виділяє все більше коштів на фундаментальні дослідження, утримання пожежної охорони та профілактику пожеж. Відповідно пожежі та їхні наслідки завдають значної шкоди всій світовій економіці. Таким чином, з точки зору соціальних, економічних і екологічних втрат суспільства від наслідків пожеж, актуалізує проблему забезпечення ефективного протипожежного захисту безпеки людей, матеріальних цінностей та збереження екологічного середовища кожної країни.

Аналіз пожежної небезпеки показує, що в Україні щорічно виникає більш ніж 50 тис. пожеж, у яких гинуть люди, а матеріальний збиток перевищує 20 млн. грн., побічні збитки в 20 разів більші. Значною мірою така тривожна статистика обумовлена зростанням пожежної небезпеки будинків і споруд, які зводяться та експлуатуються за рахунок зміни технології виробництва, підвищення поверховості і щільності забудови, зміни традиційних і матеріалоемних технологій зведення будинків на нові прогресивні технології з ефективними будівельними матеріалами з дерева, пластмас, полімерів, металу і т.і. Перераховані вище матеріали високо чутливі до впливу високих температур і вогню. Так, дерев'яні і пластмасові будівельні матеріали і конструкції під дією високих температур

спроможні горіти, виділяючи значну кількість тепла і токсичних речовин. Металеві конструкції при вогневному впливі швидко прогріваються до критичних температур, що веде до втрати несучої спроможності та руйнування.

Як показує практика, горючість застосовуваних матеріалів і низька межа вогнестійкості будівельних конструкцій є основними причинами значного матеріального збитку і загибелі людей при пожежах. Тому зниження горючості матеріалів і підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій є актуальною науково-технічною проблемою, складовою частиною Державної програми забезпечення пожежної безпеки України.

Зростаюча кількість пожеж і пожежонебезпека будинків і споруд ставить необхідність проведення спеціальних профілактичних заходів. Проте розробка ефективних заходів багато в чому залежить від правильної оцінки пожежної небезпеки матеріалів і вогнестійкості конструкцій. Для визначення характеру поведінки матеріалу і конструкції, оцінки застосовуваних засобів вогнезахисту проводять вогневі і високотемпературні випробування.

У світовій практиці в даний час оцінка пожежної небезпеки будівельних матеріалів досліджується більш ніж по 200 методиках. Заслужують на увагу методи оцінки горючості матеріалів у розвинутих країнах: Великобританії, Німеччині, Франції, США і країнах СНД. На жаль, при загальній тенденції по розробці єдиних оцінних показників пожежонебезпеки матеріалів існують і істотні розходження і протиріччя в їхньому визначенні. Тому оцінка матеріалів по пожежонебезпеці ведеться в різних країнах за різноманітними методиками, що викликає серйозні протиріччя. Так, при визначенні одного з найважливіших критеріїв - горючість, через різноманіття і розходження методичного підходу, практично, не можливо говорити про одержання однозначних результатів і їхньої надійності, що ускладнює і стримує міжнародне співробітництво. Неможливість прогнозу поведінки матеріалів в умовах пожежі підтверджується і катастрофічним збільшенням росту пожеж, із розширенням міжнародних зв'язків в області застосування нових матеріалів у будівництві.

Вогнестійкість і її межа в загальному плані характеризують накопичення і прояв небезпечних чинників

пожежі. Оцінку вогнестійкості будівельних конструкцій ведуть по двох напрямках - це експериментальні методи оцінки об'єктів, конструкцій моделей, зразків і розрахункові методи оцінки вогнестійкості конструкцій.

Розробкою методології вогневих іспитів матеріалів і конструкцій у даний час займаються ряд міжнародних дослідницьких центрів і іспитових станцій. Їхню роботу і спрямованість досліджень координує Робоча група 15 Міжнародної ради по будівництву (МРБ). У Західній Європі питаннями пожежної безпеки будинків і споруд займаються такі головні організації: Європейський комітет по стандартизації, Європейське економічне співтовариство (ЄЕС), Комітет за узгодженням результатів досліджень (LDA).

У країнах СНД дослідженням вогнестійкості будівельних конструкцій займаються головні центри: Всеросійський науково-дослідний інститут протипожежної оборони (ВНДПО), Центральний науково-дослідний інститут будівельної промисловості ім. В. А. Кучеренка (ЦНДІБП), Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки (УкрНДІПБ) та ін.

Аналіз методів оцінки вогнестійкості конструкцій показав, що поряд із достоїнствами методів, що рекомендуються, вони мають і істотні недоліки: значний розкид отриманих даних (20% і більше), висока вартість, трудомісткість робіт, мала ефективність по накопиченню й узагальненню даних і т.д.

У зв'язку зі значним зношенням основних фондів в країні, а отже і зі зростаючою кількістю аварійних ситуацій техногенного характеру забезпечення конструктивної безпеки будівельних систем набуває все більшого значення.

Статистика показує, що 80% випадків аварій, що трапляються на будівництві з обваленням несучих конструкцій об'єкта, виникають у наслідок людських помилок, що допускаються при проектуванні, зведенні та експлуатації будівлі чи споруди. Ці помилки формують внутрішній (об'єктний) ризик аварій, від величини якого залежить тривалість експлуатації (ресурс) споруди. Крім техногенних факторів (вибухи, *пожежі*, транспортні аварії, падіння кранів, локальні перевантаження конструкцій, помилки проєктантів, недбалість будівельників та ін.), існують також і природні фактори (сейсміка, виникнення карстових провалів в основах будівель, зсуви, урагани і т. д.),

через вплив яких можливе виникнення часткової або повної руйнації будівлі.

Зношення та пошкодження несучих конструкцій чи їх зв'язків і, як наслідок, зміна міцності, жорсткості елементів розрахункових схем призводять до зниження конструктивної безпеки споруди. При найгіршому поєднанні негативних обставин вони призводять до раптової відмови та прогресуючого обвалення.

В теперішній час в Україні вирішенню даної проблеми стало приділятися все більше уваги. Але головна частина наукових публікацій носять постановочний (представницький) характер. Також відомо, що врахування та дотримання всіх вимог нормативних документів не забезпечує необхідний рівень надійності будівлі. Норми встановлюють лише мінімальний рівень безпечної експлуатації та довговічності конструкцій, використовуючи комплекс коефіцієнтів, що до теперішнього часу залишаються емпіричними. Фактично ці коефіцієнти забезпечують на стадії проектування конструкцій їх експлуатаційний ресурс.

Настання аварійного стану будівлі чи споруди передбачає наявність зовнішньої причини техногенного (вибуху, *пожежі*, терористичного акту тощо) або природно-кліматичного характеру (землетрусу, урагану, цунамі, зсуву, селі тощо). Зовнішні причини при невігідному сполученні з внутрішніми причинами (дефекти проектування і будівництва, деградації або не якісних будівельних матеріалів і т.д.) призводить до обвалення несучих конструкцій будівель і споруд. Діючі в даний час норми не передбачають «захист» у вигляді відповідних коефіцієнтів запасу і надійності, а від факторів ризику, пов'язаних з комбінованими аварійними впливами такого «захисту» не передбачено. Однак, останнім часом значно зросла кількість комбінованих аварійних впливів з усе більш важкими соціальними й економічними наслідками. Тому всебічна оцінка дії аварійних навантажень на будівельні конструкції є вкрай необхідною умовою для вибору оптимальних рішень щодо забезпечення «живучості» будівель і споруд.

Відсутність обгрунтованої методики розрахунку окремих елементів і систем, що піддаються комбінованим аварійним впливам, часом призводять до необгрунтовано завищеним запасам

міцності і, як наслідок, до істотної перевитрати матеріалів, але і зневага таким розрахунком часто призводить до тяжких соціальних наслідків і великого матеріального збитку. Проектні розробки, що враховують комбіновані навантаження і ймовірність їх виникнення, дозволяють підвищити «живучість» будівель при аварійних впливах.

Останнім часом проблема ризику набула дуже серйозного значення і до теперішнього часу привертає все зростаючу увагу фахівців різних областей знань. Це поняття настільки притаманне як безпеці, так і надійності, що терміни «надійність», «небезпека» і «ризик» часто суміщають.

Основною метою аналізу надійності і пов'язаною з нею безпекою є зменшення відмов (в першу чергу травмонезбезпечних) і пов'язаних з ними людських жертв, економічних втрат та порушень у навколишньому середовищі.

Запропонована монографія ПРОБЛЕМИ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ носить оглядовий характер і складеться з чотирьох частин.

Частина 1. ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ. Розглядаються терміни та значення, історія створення та розвитку висотного будівництва та цивільної інженерії. Приведені найвищі та рекордні, найкращі та унікальні висотні будівлі світу. Викладено тенденції розвитку висотного домобудування.

Частина 2. ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ВІД ДІЇ ВОГНЮ. Розглядаються причини та наслідки руйнування висотних будівель від дії вогню, а також аналіз гасіння пожеж та порятунок людей з висотних будівель при пожежі. Наведено огляд публікацій і нормативної документації з питань протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель.

Частина 3. КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВИХ СТРУКТУР ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ. Наведено огляд публікацій з всесвітнього досвіду конструювання висотних будівель. Розглянута еволюція конструктивних систем і схем: від споруд підвищеної поверховості до надвисоких хмарочосів сучасності. Викладено особливості

проектування об'ємно-просторових структур і архітектурно-конструктивних рішень.

Частина 4. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ, КОНСТРУЮВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ. Викладено особливості методів розрахунку, конструювання каркасів висотних будинків з урахуванням пожежної небезпеки та вогнестійкості. Наведено експериментальні дослідження, чинні рекомендації та норми з урахуванням протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель. Обґрунтовано проблему і виявлено завдання досліджень із живучості, надійності, стійкості, сейсмостійкості, безпеки, технічного стану конструкцій каркасів висотних будівель.

На закінчення хочеться відзначити, що, в цілому, монографія спрямована на структурування існуючих підходів до вирішення задач по проблемам протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель, стійкості будівель до прогресуючого обвалення, що виправдано тенденцією забезпечення безпеки будівельних об'єктів для людей і навколишнього середовища. Забезпечення безаварійної експлуатації споруджуваних і існуючих висотних будівель передбачає вміння прогнозувати їх поведінку при виникненні аварійної ситуації (часткова втрата несучої здатності, пожежа, землетрус і т. ін.).

Монографія (частина 3) складена авторським колективом Національного авіаційного університету та Національного університету біоресурсів і природокористування: В. М. Першаков д.т.н., проф. (розділи: вступ, 1-8, список літератури, загальна редакція); А. О. Белятинський д.т.н., проф. (розділи: вступ, 6-8); Є. А. Бакулін к.т.н., доц., (розділи: терміни та позначення, вступ, 1-8, загальна редакція); Г. І. Болотов – к. арх., доц., (зовнішня та внутрішня обкладинки, розділи: 1-5,9), І. О. Мартиненко – магістр з будівництва, асистент (розділи: 6-8, список літератури), Хе Юйлін - магістр з будівництва /Китай/ (розділи: 5,8).

Автори вважають своїм обов'язком висловити велику подяку рецензентам: д.т.н., проф. С. І. Білику, д.т.н., проф. А. І. Білеушу, д.т.н., проф. О. І. Давиденко за допомогу, цінні поради та зауваження при підготовці розділів монографії.

ТЕРМІНИ ТА ПОЗНАЧЕННЯ

Аеродинамічна форма будівлі – форма будівлі (плану поверху, висотного об'єму будівлі та ін.), яка забезпечує найменший опір направленій дії вітру, що впливає на об'єкт.

Альтернативні джерела енергії – отримання енергії з відновлюваних джерел, що використовують енергію сонця, вітру, геотермальних джерел, тощо. Архітектурний ландшафт – архітектура відкритих просторів, що формується в результаті поєднання ландшафтних компонентів та штучних об'єктів. Біонічні форми (біоформи) будівель – форми будівель які наслідують форми тіл живої природи (рослин, тварин, птахів, тощо).

Антаблемент – верхня частина класичного ордера архітектури, яка спирається на колони. Складається з архітрава, що безпосередньо перекриває прогин, фриза стіни, на яку спираються плити і балки перекриття, і зовнішньої частини карниза, який служить переходом до конструкції покрівлі.

Антресолі будинку – напівповерх, вбудований в об'єм основного поверху з метою збільшення корисної площі будівлі.

Антураж – (от фран. *Entourage (оточення, середовище)*) – сукупність деталей, що оточують будь-яку будівлю. Антураж можливо порівняти з декораціями, в яких щось відбувається. Роль антуражу полягає у створенні певної атмосфери та настрою.

Анфілада – ряд колон або сумісних кімнат чи залів, розміснених по одній осі. При розчинених дверях створює враження єдиного простору, що іде у далечінь.

Апсида – виступ в будівлі, напівкруглої, напівовальної, багатокутної або прямокутної форми у плані, перекриттів напівкуполом або замкнутих напівсклепінням розміснених по зовнішній стіні будинку.

Арка – несуча конструкція, яка має обриси кривої, вигнутої у бік навантажень. Аркада – ряд однакових за формою, розміром та оздобленням арок, які спираються на стовпи або колони.

Архітрав – головна балка, нижня частина антаблемента, яка перекриває прогин між колонами, або зображення такої балки в антаблементі, що завершує стіну, лежить на капітелі колон або на стінах. Інша назва – епістиль.

Аттик – завершення стіни, надбудова над вінцевим карнизом по всьому периметру будівлі або над її частиною.

Балясина (балюстра) – невисокі фігурні стовпчики, що підтримують перила сходів, балконів і т.п.

Барабан – вінчає будівлю, циліндричної або багатогранної форми, несуча купол або багатогранний зімкнутий звід, світловий барабан має віконні прорізи.

Біонічні форми (біоформи) будівель – форми будівель які наслідують форми тіл живої природи (рослин, тварин, птахів, тощо).

Вант (від голлан. - *want*) – гнучкий елемент конструкції (нитка) у вигляді сталевих канатів, тросів, пучків арматури. Застосовується як підвіска висячих конструкцій.

Веранда (від англійської - *veranda*) – одно, двоповерхова, відкрита або застлана, неопалювальна прибудова до будинку, що підтримується стовпами чи колонами

Вітраж – (від латинського - *vitrum* (*скло*)) – сюжетна композиція із скла або прозорого матеріалу. Застосовуються у вигляді панно або світлопрозорого огороження будинку.

Висотна будівля – будівля, висота якої більше регламентованих норм. Зведення будівлі здійснюється на основі спеціальних технічних умов на проектування. Будівля висота, якої, як правило, більше 26 поверхів називається висотною. У практиці будівництва найбільш поширеними висотними будівлями є житлові, готельні, адміністративні.

Висотний комплекс – група будинків, в числі яких є висотна будівля (або кілька висотних будівель), об'єднаних між собою загальним архітектурно-планувальним і архітектурно-художнім рішенням.

Декор – (от лат. *decoro* (*украшаю*)) – система прикраси архітектурних споруд, що поліпшує його естетичні характеристики.

Енергоефективні будівлі – будівлі, що об'єднують доцільні в контексті умов будівництва прийоми або заходи (архітектурно-планувальні, об'ємнопросторові, інженерно-технічні, та ін.), направлені на зменшення рівня власного енергоспоживання.

Екологічні будівлі – будівлі що гармонійно об'єднують весь спектр інтересів природного середовища життєдіяльності людей за рахунок раціонального використання ресурсів та мінімального впливу на оточуюче середовище.

Зимовий сад – опалювальне приміщення, що має переважно природне освітлення і пристосоване для вирощування рослин.

Купол – (от ітолійсько *cupola* - бочечка) – просторове покриття будівель і споруд. Внутрішню поверхню купола можна розглядати як що відбулася від обертання кривої навколо вертикальної осі. Куполами перекриваються приміщення круглої, квадратної і багатокутної в плані форми.

Лекала – лінійки різноманітної криволінійної форми.

Ніша – (от фран. *niche*) – поглиблення в площині стіни.

Типи висотних будівель. Висотні будівлі поділяють на багатофункціональні та спеціалізовані.

Поліфункціональна висотна будівля – будівля, з умовною висотою понад 100 м, змішаного функціонального призначення. Зокрема, за даними Ради по висотному будівництву та міському середовищу (The Council on Tall buildings and Urban Habitat) поліфункціональними вважаються висотні будівлі які містять дві або більше функції, кожна з яких займає не менше 15% корисної площі будівлі.

Пропорції – (лат. *Proportio*) – співмірність, певне співвідношення частин цілого між собою і з цілим.

Функціонально-утворюючий елемент – група приміщень, що відповідають певному функціональному призначенню. Функціональне «ядро» будівлі – сходово-ліфтовий вузол, що забезпечує вертикальні комунікації.

Свод – просторова конструкція, перекриття або покриття споруд, що має форму випуклої криволінійної поверхні. Розрізняють велику кількість зведень: циліндричні, хрещаті, зімкнуті, купольні та ін.

Соразмірність – співвідношення розмірів, взяте з ортогональних напрямках (довжина, ширина, висота).

Стаффаж – (нем. Staffage, от staffieren — прикрашати фігурами) - це люди, тварини і транспортні засоби, або фігури людей, тварин і транспортних засобів, що використовуються для того, щоб підкреслити сенс тієї чи іншої картини, збагатити атмосферу новими нюансами і смислами.

Фасад – (фран. face) – обличчя. Зовнішня сторона, зовнішній вигляд, вертикальна поверхня будівлі або його частини.

1. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ МАСОВОГО ВИСОТНОГО ДОМОБУДУВАННЯ

У світовій практиці на сьогодні немає загально прийнятого визначення поняття «висотний будинок», у різних країнах класифікація будівель за висотністю значно різниться в силу природних, історичних, культурних та інших причин. В кожній країні класифікація будівель за висотою встановлюється з метою визначення функціональної схеми та функціонального призначення, складності інженерно-технологічних рішень та інженерно-технічного забезпечення, вибору архітектурно-планувальної та конструктивної схеми. Крім того, на висотність будівель впливають вимоги забезпечення пожежної безпеки та безпечної експлуатації.

На Україні в даний час термін «висотне будівництво» використовується при зведенні будинків вище 25 поверхів з умовною висотою верхнього поверху, що експлуатується у 73,5 м. При проектуванні таких будинків керуються існуючими нормативними документами у сфері будівництва, основним з яких є ДБН В.2.2-24 «Проектування висотних житлових і громадських будинків», який розроблено в доповнення до двох базових документів з проектування житлових і громадських будинків і споруд: ДБН В 2.2-15 «Житлові будинки» та ДБН В.2.2-9 «Громадські будинки і споруди».

На Україні із-за відсутності широкої практики висотного домобудування встановлені вимоги обмеження до проектування: житлових будинків висотою до 100 м; громадських до 150 м. Хоча, ці обмеження мають об'єктивні обґрунтування визначальних чинників економічного, технічного, соціального та екологічного характеру.

При зведенні висотних будівель збільшується собівартість будівництва її верхньої частини. Про це свідчить світова і вітчизняна практика висотного домобудування. Суттєве зростання питомої вартості будівництва, починається з 20-го поверху. Подальше зростання поверховості підвищує собівартість кожних 5-ти поверхів на 10%. Досвід спорудження висотних будинків в Києві, свідчить про те, що собівартість 1м² площі будівлі у 28–30 поверхів на 30–35% більше, ніж собівартості 1м² будівлі до 21-го поверху.

У висотних будівлях в зв'язку із необхідністю використання частини простору для влаштування вертикальних та горизонтальних конструкцій, ліфтових та технічних шахт, сходових клітин, технічних поверхів та інше, значно знижується коефіцієнт корисної площі. Практика спорудження висотних житлових будинків у 20–30 поверхів, показала, що відношення корисної площі до загальної в 1,5–1,8 рази менше, ніж для будинків у 9–16 поверхів, що в остаточному результаті збільшує собівартість 1м² загальної площі висотної будівлі.

Підвищенні вимоги до висотних будівель по забезпеченню безпечної експлуатації і в першу чергу пожежної безпеки, значно збільшують собівартості будівництва в середньому на 15–20%.

В цілому економічна доцільність висотних житлових будівель масового будівництва закінчується на висоті 25–30 поверхів. Саме ця поверховість становить переважну більшість висотних житлових будинків у європейських країнах. Подальше підвищення поверховості вимагає спеціальних заходів для організації інженерних систем контролю, пожежної безпеки, спеціальних інженерних рішень для водо-, тепло- та електропостачання, складних систем вентиляції, каналізації та інших систем життєзабезпечення. Таким чином, зведення будівель понад 30-ти поверхів збільшує їх собівартість, що обумовлено поверховістю, обсягами та умовами виробництва будівельно-монтажних робіт, складною системою інженерно-технічного обладнання та забезпечення додаткового комплексу необхідних заходів систем контролю та експлуатаційної безпеки.

Як свідчить накопичений досвід європейських країн оптимальними за економічними показниками є будівлі у 30–50 поверхів. Будівлі понад 50-ти поверхів, зводяться, як правило, з міркувань архітектурної необхідності, або престижності об'єкта.

Природно-кліматичні та геологічні умови безумовно безпосередньо впливають на собівартість спорудження висотних будівель в плані додаткових заходів із забезпечення сейсмостійкості, сприйняття вітрових і аеродинамічних навантажень та інше.

Європейською практикою висотного житлового будівництва визначено негативний вплив висоти на психофізичний стан мешканців. Тому у деяких європейських

країнах на законодавчому рівні висота житлових будівель обмежується до 20 поверхів.

Пріоритет у підвищенні поверховості становлять громадські будівлі різного призначення – офісні, готельні, торгівельні, багатофункціональні, тощо. Їх проектування та будівництво повинно здійснюватися при безумовному забезпеченні всіх вимог нормативних документів та чинного законодавства, в першу чергу, щодо міцності, жорсткості та стійкості конструктивної системи, безпеки людей і забезпечення комфортного середовища для життєдіяльності із застосуванням надбаних світовою практикою прогресивних архітектурно-будівельних та інженерних рішень.

Як показує міжнародний досвід, розроблення обґрунтованих нормативів для будинків висотою більше 150 м (хмарочосів), є складним процесом з наукової точки зору та неактуальним з точки зору їх доцільності. Такі будинки необхідно споруджувати як об'єкти експериментального будівництва виключно за індивідуальними проектами із розробленням спеціальних технічних вимог та науково-технічним супроводом, що відповідає загальносвітовій практиці.

Проектування висотних будинків як унікальних споруд розпочинається із розроблення функціонально-планувальної схеми та архітектурно-конструктивної системи, водночас створюється архітектурно-художній образ висотної будівлі як доміанти оточуючого середовища з урахуванням значення майбутнього об'єкта та містобудівної інфраструктури.

Висотні будівлі мають складні конструктивно-технологічні та об'ємно-планувальні рішення, специфічну організаційно-просторову структуру. До висотних будівель, в порівнянні з будівлями звичайної поверховості, пред'являються набагато вищі вимоги стосовно міцності, просторової жорсткості, стійкості, надійності та експлуатаційної безпеки. Виконати ці вимоги, надаючи переважне значення тільки конструктивної схеми будівлі, неможливо без сучасних інженерних систем життєзабезпечення та комплексу протипожежного захисту, які повинні бути ув'язані в єдину концепцію проекту. Проектування інженерних комунікацій, систем контролю захисту та інших систем життєзабезпечення, які забезпечують безперебійне та безпечне функціонування представляє досить серйозну проблему. Особлива відповідальність лягає на органи протипожежного

нагляду, які повинні передбачити не лише підвищені вимоги до вогнестійкості матеріалів і конструкцій, але і сучасні системи протипожежного захисту, моніторингу, локалізації пожежі, шляхи та засоби евакуації людей, дублюючи аварійні системи життєзабезпечення.

Проблематичні питання, які притаманні висотному домобудуванню, ставлять перед науковцями, проектувальниками, інженерними працівниками та будівельними підрозділами чисельні задачі без вирішення яких подальший розвиток масового висотного домобудування неможливий. Висотне домобудування в умовах відсутності такої нормативно-технічної бази ведеться як експериментальне за допомогою накопиченого власного досвіду та досвіду зарубіжних країн.

На даному етапі доцільніше піти шляхом створення експериментальних проектів висотних будівель із розробкою для них технічних завдань, здійснюючи при цьому науково-технічний супровід проектування та проведення обов'язкового моніторингу, як в ході її зведення, так і на стадії експлуатації. Такий шлях надасть можливість напрацювати власну вітчизняну нормативну та правову бази з масового висотного домобудування.

Освоєння в Україні масового висотного домобудування обумовлює перехід на новий більш високий науково-технічний рівень застосування вітчизняних будівельних матеріалів і конструкцій, інженерних рішень і впровадження новітніх технологій зведення, забезпечення надійної безпечної експлуатації та обслуговування. На сьогоднішній день будівельний комплекс України має в своєму розпорядженні певний науково-технічний потенціал, наукові розробки апробовані на практиці, світовий досвід проектування, зведення та експлуатації висотних будівель. Об'єктивно ми вже підійшли до освоєння нового етапу містобудівної діяльності з масового зведення висотних будівель. Однак, на даний час не має або відсутні в необхідному обсязі нормативні та керівні документи з проектування висотних будівель, експертизи проектної документації, виробництва, контролю якості виконання робіт, експлуатації та забезпечення комплексної безпеки.

Підводячи ітог, необхідно виділити головне, що у всесвітній практиці висотного домобудування є три основних принципа - ефективність, безпека та економічність, які повинні

стати основоположними для подальшого розвитку висотного домобудування на Україні.

2. МІСТОБУДІВНИЙ АСПЕКТ ВИСОТНОГО ДОМОБУДУВАННЯ

Поява, розвиток і масове зведення висотних об'єктів суттєво впливає на містобудівне середовище, в зв'язку з чим, при проектуванні виконуються дослідження їх впливу на вже сформовану існуючу забудову та прилеглі міські території. В містобудівних умовах на початку ХХІ століття в проектній практиці виникають архітектурні концепції вертикального розвитку внутрішнього простору висотних будівель – «вертикальні міста». Внутрішня планувальна-просторова структура таких висотних об'єктів формується шляхом інтеграції об'єктів сфери споживання, обслуговування, розважальних та ландшафтна-рекреаційних зон у загальній планувальній структурі об'єкту. Концепція вертикального розвитку міст полягає в багатофункціональній структурі висотних будівлі, що містить в своєму складі житло, офісні площі, торгівельні і розважальні центри, парки, тощо.

У світовій практиці особливості розміщення висотних будівель у структурі міського середовища визначається з врахуванням історично-сформованих територій, існуючими природними ландшафтними умовами, склавшийся інфраструктурою, наявністю резервних територій, та інше. В історично-сформованих містах, висотні будівлі розміщуються поза межами історично-сформованих територій. Вони винесені за межі історичного центру, а іноді за межі міста. Така забудова утворює «ділові райони» з суцільною висотною забудовою, що займають окремі ділянки. Цей прийом застосований у містобудівній структурі Франкфурту-на-Майні, Токіо, Лондоні, Москві (рис. 2.1).

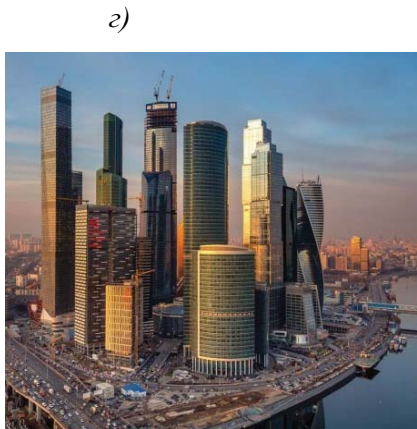
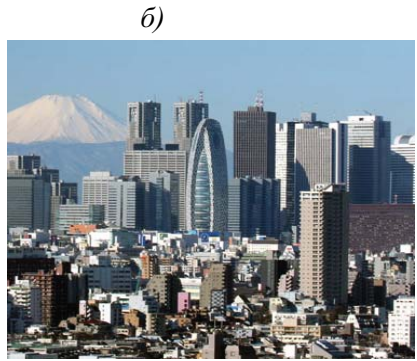


Рис. 2.1. Ділові райони міст: *a* – діловий фінансовий центр м. Франкфурт-на-Майні; *б* – діловий район м. Токіо; *в* – столиця світової фінансової імперії «Лондонській Сіті» м. Лондон; *г* – діловий центр «Москва-Сіті» м. Москва

В структурі вже склавшийся існуючої забудови міста, формування висотної забудови здійснюється за рахунок вивільнення територій, тобто знесення застарілих споруд. Як правило, такі висотні будівлі утворюють як окремі «ділові центри», та і житлові квартали, на прикладі міст Шанхай, Пекін, Париж, Барселона, (рис. 2.2).

а)



б)



в)



г)

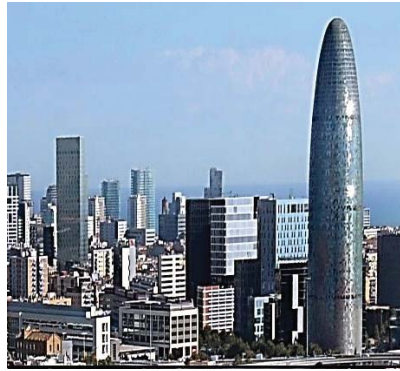


Рис. 2.2. Окремі ділові центри та житлові центри міст:
а – м. Шанхай; б – м. Пекін; в – м. Париж; г – м. Барселона

В містобудівній практиці існують і прийоми, коли одна, або декілька висотних будівель розміщують в центральній часті міста з існуючою історичною забудовою. Такі будівлі лаконічно вписують в оточуюче середовище, утворюючи архітектурну доміанту району або міста, на прикладі Лондона - хмарочос «Огірок» (*Gherkin*), хмарочос «Осколок» (*The Shard*), Київ - висотний багатофункціональний комплекс «Гулівер», Роттердам - «Вертикальне місто» Рема Колхаса, (рис. 2.3).

a)



б)



в)



г)



Рис. 2.3. Архітектурна домінанта існуючої забудови міста:
a – хмарочос «Огірок» м. Лондон; *б* – хмарочос «Осколок»
м. Лондон; *в* – багатофункціональний комплекс «Гулівер», м. Київ;
г – «Вертикальне місто» Рема Колхаса м. Роттердам

На даний час, в міській забудові можливо позначити системи розміщення висотних об'єктів, що існують в світовій містобудівній практиці:

- суцільна, яка передбачає рівномірне розміщення висотних будівель по всій території міста;
- концентрована, що характеризується концентрацією висотних об'єктів на певній обмеженій території, або

розташуванням їх вздовж основних транспортних магістралей та водно-ландшафтних зон;

- роздільна, що містить «ділові центри», винесені за межі історично сформованої частини міста;

- акцентна, що формується за рахунок утворення архітектурної домінанти при вивільненні територій та знесення застарілих споруд;

- змішана, що поєднує декілька зазначених систем розміщення висотних об'єктів одночасно.

З кінця ХХ століття з умов містобудування міст в архітектурно-планувальних рішеннях висотних будівель з'являються тенденція до інтеграції «технічних» і «екологічних» структур: влаштування рекреаційних зон відкритого та закритого типу (зони відпочинку, зимові сади, тераси); влаштування експлуатованих покрівель – оглядових майданчиків, майданчиків для гелікоптерів, басейнів, «зелених дахів», тощо.

Відповідно до таких умов проектування та зведення висотних будівель дозволило виділити основні тенденції в формуванні їх архітектурно-планувальній та функціональній організації:

- збільшення висоти (поверховості) об'єктів;

- зростання кількості їх функціональних складових;

- інтеграція «екологічних просторів» в планувальну структуру будівель;

- розвиток концепцій «вертикального міста»;

- виникнення концепцій «штучного місто».

Поряд з позитивними чинниками масова висотна забудова має масу негативні чинники:

- ускладнення архітектурно-будівельних і конструктивних рішень;

- велике споживання енергії;

- складні інженерні системи та обладнання;

- труднощі евакуації людей з висотної будівлі;

- вплив на екологічну обстановку.

Гострими питаннями масового висотного будівництва стають проблеми перевищення щільності забудови і населення, транспортне обслуговування, збереження історичних центрів міст.

У теперішній час висотні будівлі стали частиною міської структури, що включає основні види життєдіяльності людей - житло, відпочинок, місця прикладання праці. Активне зведення висотних будівель значною мірою впливає на кількісні та якісні зміни у структурі та вигляді міст, підвищують їхній соціальний статус, створюють сучасну інфраструктуру. Крім того, висотні будівлі суттєво змінюють образ та спосіб життя населення.



3. ПРОБЛЕМИ МАСОВОГО ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ

Проблеми масового висотного будівництва в Україні складають низку питань які потребують послідовного вирішення.

1. Нормативно-правовий аспект:

- відсутність норм проектування для будівель вищих 73,5м. Будівлі, що мають більшу висоту набувають статусу експериментальних, а це вимагає додаткових експертиз та погоджень і призводить до значного збільшення вартості будівництва;
- не відповідності існуючих норм проектування сучасним світовим стандартам і вимогам;
- невідповідність нормативно-законодавчих актів.

2. Містобудівний аспект:

- розташування висотних будівель в структурі міської забудови;
- композиційно-просторові особливості та естетичне сприйняття висотної забудови;
- функціональна взаємодія висотних будівель з існуючими оточуючими об'єктами;

- підключення висотних будівель до міської інфраструктури (транспортне сполучення, енергетичні мережі, перерозподіл трудових ресурсів та інше);

3. Технічний аспект:

- відсутність досвіду реалізації масового зведення висотних будівель;
- недостатня кількість кваліфікованих кадрів з проектування та будівництва висотних будівель;
- відсутність спеціального будівельного устаткування;
- відсутність потужної вітчизняної бази з виробництва необхідних будівельних матеріалів.

4. Економічний аспект:

- прагнення інвесторів до зменшення собівартості об'єкту за рахунок зменшення об'єму вишукувальних робіт, використання спрощеної технології будівництва, застосування більш дешевих будівельних матеріалів, зменшення кількості та зниження якісних характеристик інженерних мереж, систем моніторингу будівель, тощо;
- не забезпечення повного обсягу фінансування, що приводить до «заморожування» будівництва висотних об'єктів.

5. Безпека експлуатації:

- відсутність інтелектуальних інформаційних систем для забезпечення безпечності висотних будівель (систем моніторингу, систем керування інженерно-технічним обладнанням; інформаційно- експлуатаційних систем, систем керування будівель, тощо);
- відсутність або недостатня кількість необхідних заходів забезпечення безпеки людей в висотних будівлях при пожежі або інших екстремальних ситуаціях;
- незабезпеченість служб пожежної охорони необхідними тактико-технічними засобами.

6. Екологічний аспект:

- необхідності впровадження архітектурних прийомів, що дозволять покращити енергоефективність об'єктів будівництва шляхом їх відповідної функціонально-планувальної та об'ємно-просторової організації;
- відсутності інженерно-технічних засобів енергозбереження та енергозабезпечення висотних будівель;
- недостатній рівень інтелектуалізації об'єктів.



4. АРХІТЕКТУРНА ТИПОЛОГІЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

Загально визначення поняття типології - видалення конкретних типів, явищ чи предметів представлених у вигляді наукової системи за певними ознаками подібності або по певним критеріям. Варто визначити, що будь-яка типологія є нічим іншим, як визначення "ідеального типу" на підставі раціональних змін чисельних типів. Поняття типологія позначає метод наукового пізнання, в основі якого розчленування систем об'єктів та їх групування за допомогою узагальненої, ідеалізованої моделі чи типу і, як соціальний феномен постійно еволюціонує.

У загальному аспекті архітектурна типологія розкриває соціальні, ідеологічні, функціональні, конструктивно-технічні, економічні, містобудівні та архітектурно-художні вимоги. Архітектурна типологія будівель систематизує основні принципи формування типів будинків з урахуванням їх основних характеристик і особливостей, встановлює параметри норм проектування, складу, об'єму, суттєвих ознак, зв'язків, функцій, рівнів організації об'єктів, функціонального зв'язку. Архітектурна типологія висотних будівель створює, систематизує та розробляє основні принципи формування конструктивних систем з урахуванням їх переважних характеристик.

Образне осмислення архітектурної типології з'явилося наприкінці XIX століття в періодів художньо-конструктивних пошуків висотного домобудування. Перші хмарочоси США (1880-1900 рр.) склали першу уяву висотних будівель зведених за

архітектурним стилем який відрізнявся від будівель звичайної поверховості, (рис. 4.1).

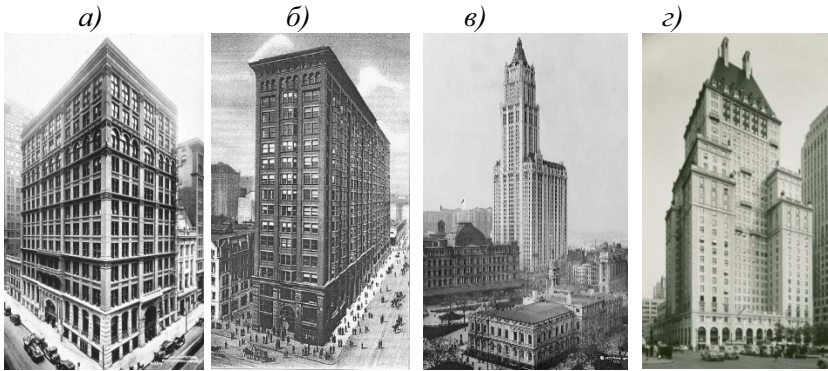


Рис. 4.1. Перші хмарочоси США: *а* – хмарочос страхової компанії «Home Insurance Building», 10 поверхів, висотою 42м, зведений у 1884 р., м. Чикаго; *б* – хмарочос Монаднок-Білдінг (англ. *Monadnock Building*), 16 поверхів, висотою 60м, зведений у 1891 р., м. Чикаго; *в* – хмарочос Вульворт-Білдінг (англ. *Woolworth Building*), 57 поверхів, висоту 241м, зведений в 1913 р., м. Нью-Йорк; *з* – хмарочос готель «Савоя плаза», 33 поверхи, висотою 128 м, зведений у 1927 р., м. Нью-Йорк

Неухильне зростання американських міст у гору поставило нагальну проблему зонування в системі містобудування. Прийнятий закон США про зонування міських територій в 1916 році, заклав основні принципи зонування, як міських територій, так і самих висотних будівель. Завдяки цьому закону на початку 1930 р., з'являються хмарочоси з виразними ступінчастими силуетами та звуженням верхньої частини будівлі з метою покращення природнього освітлення вулиць. А саме головне, формуються територіальні зони міст з чітко визначеними «діловими центрами», житловими кварталами, транспортним сполученням, крім того, визначається подальша перспектива розвитку містобудування та міської інфраструктури (рис. 4.2).

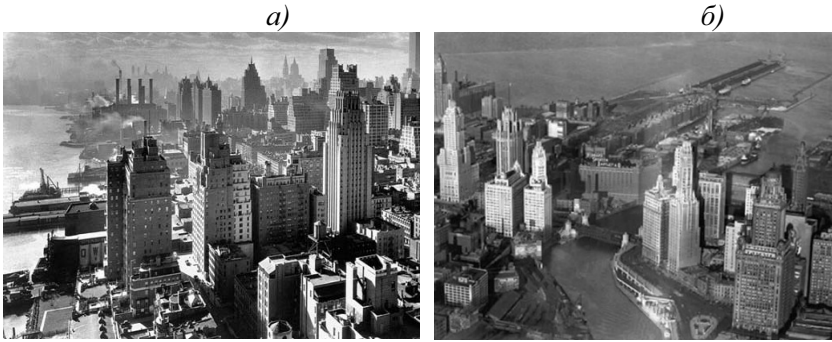


Рис. 4.2. Територіальне зонування міст: *а* – діловий центр Нью-Йорка, Манхеттен 1931 р.; *б* – діловий центр Чикаго 1930 р.

Якщо на початку розвитку висотного домобудування (1910-1930 рр.), панувала архітектурна еkleктика, то з стрімким розвитком висотного домобудування на початок 1930-х років змінюється уява масштабності, силуету, композиції та естетичні критерії до висотних будівель. В цей час зводяться найбільш відомі хмарочоси в архітектурному стилі ардеко (рис.4.3).

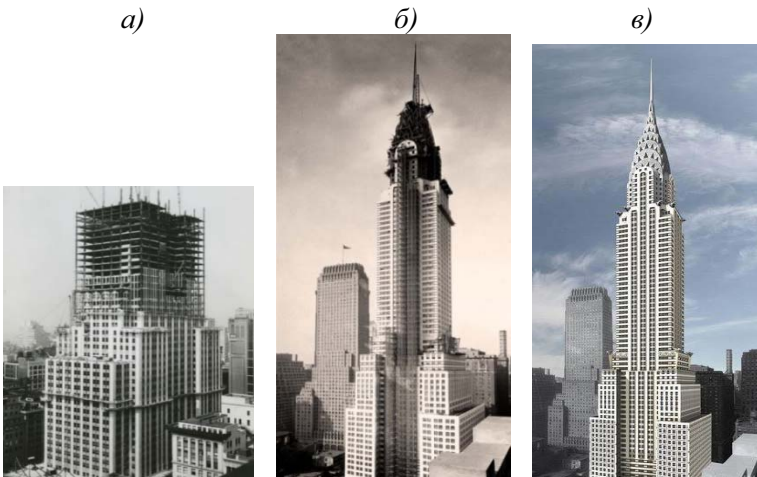


Рис. 4.3. Зведення хмарочоса Крайслер Білдинг:
а – початок зведення 1928 р.; *б* – завершення будівництва 1930 р.;
в – сучасний вигляд

Хмарочос Крайслер Білдінг (англ. *Chrysler Building*), м. Нью-Йорк, проект архітектора Вільяма Ван Алена у стилі ардеко. Висота будівлі - 319 метрів, 77 поверхів. Будівництво розпочато 9 вересня 1928 р. Темпи будівництва у середньому складали - 4 поверхи на тиждень. Хмарочос відкрито у 1930 році.

З вдосконаленням конструктивних схем висотних будівель, поширенням використання сталевих конструкцій, застосування сталевого каркасу та проривом у технологія зведення хмарочосів в Нью-Йорку розпочалась гонка на зведення найвищих будівель світу.

У березні 1930 року в Нью-Йорку на Манхеттені розпочинається будівництво хмарочоса Емпайр-Стейт-Білдінг (англ. *Empire State Building*), за проектом архітектурної компанії «Шрив, Лем і Хармон» у стилі ардеко. Проектна висота будівлі по даху становила 381 м, площа перевищувала 250000 кв.м. Архітектори запропонували уступчасту схему з терасами, розташованими через певні проміжки, що дозволяло зменшити поперечний переріз будівлі та створити ілюзію звуженого силуету по всій його висоті. Найбільшу площу 0,8 га мають перші п'ять поверхів, а уступи на 6-му, 21-му, 25-му, 30-му, 72-му та 86-му поверхах утворюють поступове звуження сталевого каркасу. Після кожного чергового «уступу» кількість вертикальних палів і колон зменшувалася, тому від фундаменту до останнього поверху «дотяглося» всього 12 опор (рис. 4.4).

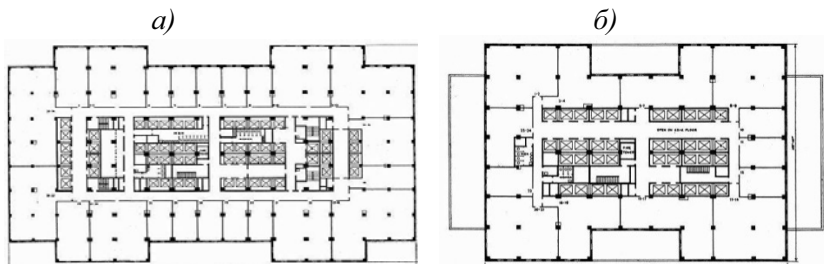


Рис. 4.4. Каркасна-в'язева конструктивна схема хмарочоса Емпайр-Стейт-Білдінг: *a* – уступ по 6-му поверху; *б* – уступ по 21-му поверху

Після встановлення двісті десяти палів будівництво розгорнулося небаченими темпами. У середньому на майданчику працювало від 2500 до 4000 робітників у день. Роботи велися без вихідних. Темпи будівництва були нечуваними - за тиждень зводилось близько 4,5 поверхів, а у найбільш інтенсивний період будівництва 14 поверхів зводили за 10 днів. Зовнішня коробка будівлі була завершена вже 30 листопада 1930 року. Хмарочос звали за надзвичайно короткий термін – рік і один місяць (рис. 4.5).

На початок експлуатації будівлі її шпиль замислювався використовувати як причальну щоглу для дирижаблів, а 102-й поверх платформою для підйому на дирижаблі. Однак, ідея повітряного терміналу була визнана невдалою через сильні повітряні потоки нагорі будівлі які робили причалювання дирижаблі дуже складним, і після першої спроби стало зрозуміло, що це утопічна ідея.

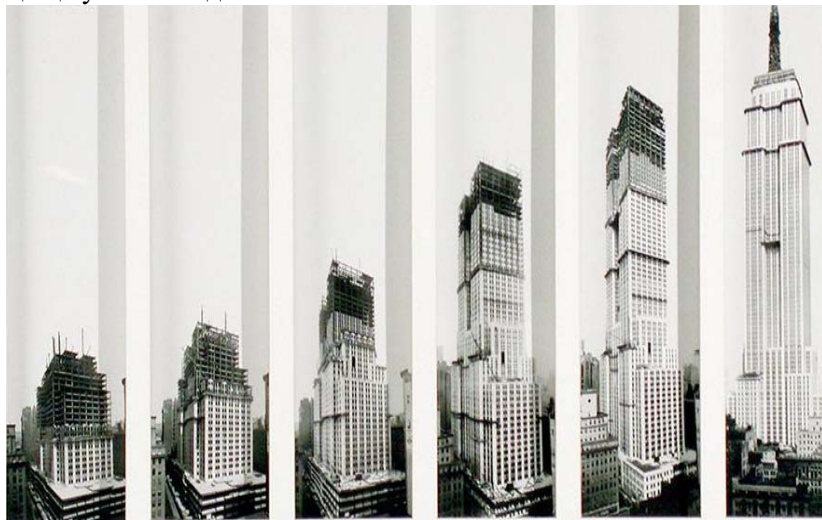


Рис.4.5. Темп зведення хмарочоса Емпайр-Стейт-Билдінг з 17 березня 1930 року по 1 травня 1931 року

Всього через півроку після закінчення будівництва встановили 62-метрову телевізійну антену. Взагалі на шпилі будинку було встановлено велику кількість антен, через які в даний час ведуться теле- і радіомовлення Нью-Йорка (рис.4.6).

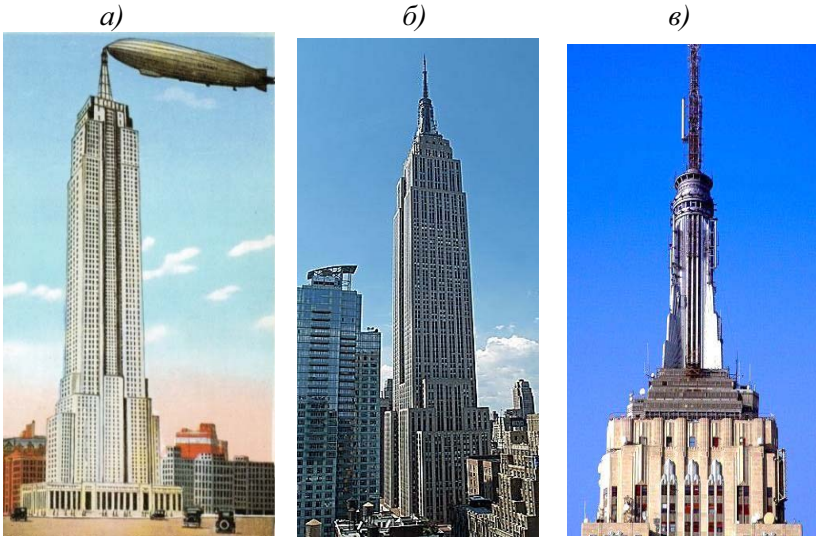


Рис. 4.6. Зовнішній вигляд хмарочоса Емпайр-Стейт-Білдинг:
 а – початковий проект з причальною щоглою для дирижаблів;
 б – сучасний вигляд; в – шпилі будинку

Етапним періодом у формуванні архітектури висотних будинків, визначенні їхньої містобудівної ролі та створенні функціональної структури хмарочосів вважається найбільший офісний цент «Рокфеллер-центру» (англ. *Rockefeller Center*) збудований в Нью-Йорку. Це один з перших у світі комплексів висотних споруд, об'єднаних спільним функціональним призначенням та єдиним архітектурно-композиційним задумом.

Архітектори Джон Тодд і Раймонд Гуд розробили архітектурний ансамбль з 19 будівель в стилі ардеко. Комплекс розташований в самому центрі Манхеттена на території майже 9 га. Комплекс зводився з 1931 по 1940 рр. У центральній частині комплексу знаходиться 70-ти поверховий хмарочос висотою 259 м, (рис.4.7). Центр став першим висотним об'єктом, що поєднував торговельні і розважальні функції з офісними всесвітніх компаній, за що його називають «містом в місті». У 1987 році Рокфеллер Центр увійшов до списку національно історичних пам'яток США.

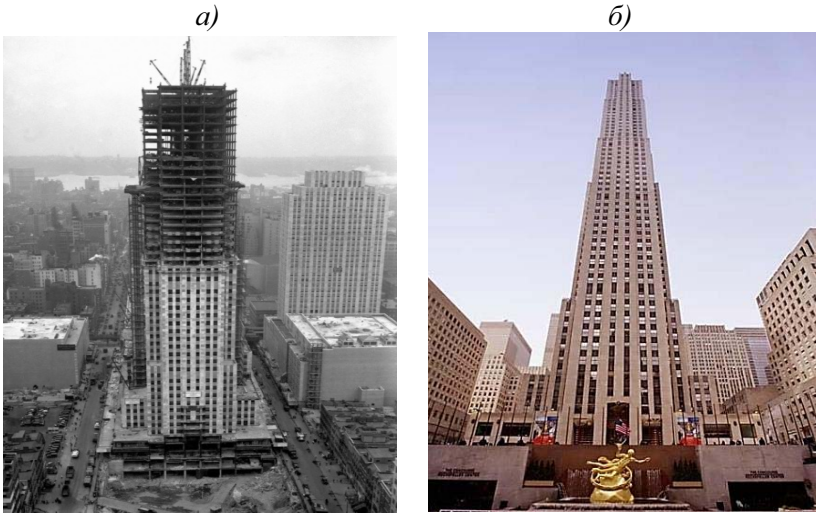


Рис. 4.7. Багатофункціональний висотний комплекс «Рок-феллер Центр»: *а* – початок будівництва 1930 р.; *б* – сучасний вигляд

Хмарочоси побудовані в стилі ардеко в період 1930-1940-их років порушили умовності та пропорції архітектурних ордерів перших хмарочосів Чикаго на рубіжі XIX і XX сторіччя. Новий архітектурний стиль ардеко увібрав в себе риси неокласицизму і модернізму та відобразив авангардні геометричні форми.

Одним з найперших архітекторів хмарочосів, що розробив "класичну" об'ємно-просторову структуру висотних будівель був Луїс Генрі Салліван. Його афоризм: «форму в архітектурі визначає функція» на той час, став основою в подальшому проектуванні висотних будівель, а зведена висотна будівля Уейнрайт-білдінг зразком для подальшого розвитку висотного домобудування. За його проектом в Міссурі, м. Сент-Луїс у 1890-1891 роках був зведений перший хмарочос Уейнрайт-білдінг із сталевого каркасу, теракотових плит і скла (рис. 4.8).



Рис. 4.8. Висотна будівля Уейнрайт-білдінг

Салліван став першопроходецем раціоналізму та американського модернізму, засновником концепції органічної архітектури. Саме він став першим представником і ідеологом Чикагської школи архітектури.

Архітектурна типологія Чикагської школи висотного домобудування склалася у 80-ті роки ХХ століття в американській архітектурі модернізму. Яскравими представниками архітектурної типології є висотні будівлі Уейнрайт-білдінг, Бродвей-Чемберс-білдінг, Монаднок-білдінг, Рілайнс-білдінг, Флетайрон-білдінг, Чикаго-білдінг, Метлайф-білдінг, комплексу Марина Сіті, хмарочос Центр Джона Генкока. Ці перші висотні будівлі визначили прагнення до висот, стрімкої вертикальності ліній споруд, створення раціональної архітектурної форми і функціональності.

Висотна офісна будівля Бродвей-Чемберс-білдінг (англ. *Broadway-Chambers Building*) була зведена в 1899-1900 роках у Нью-Йорку за проектом архітектора Касса Гілберта в стилі Боз-ар (англ. *Beaux-Arts*). Висота будівлі 69 м, 18 поверхів, (рис.4.9).



Рис. 4.9. Висотна офісна будівля Бродвей-Чемберс-білдінг

Висотна будівля Монаднок-білдінг (англ. *Monadnock Building*) зведена в 1891-1893 роках за проектом архітекторів Даниєлом Хадсоном Бернемом і Джоном Уелборном Руттом. Будівля складається з 16 поверхів і висотою біля 60м (рис. 4.10).

Головною особливістю архітектурного образу є призма, що звужується до верху будівлі.



Рис. 4.10. Висотна будівля Монаднок-білдінг

Висотну конторську будівлю Рілайнс-Білдінг (рис. 4.11) було зведено в 1891-1894 роках за проектом архітекторів Д. Бернхем і Ч. Атвуд. На фасадах будівлі не було звичайного декорування ордерами та аркадами. Пропорційне однакове вертикальне та горизонтальне членування фасадів створювало новизну архітектурного образу. На той час будівля вражала сучасною формою, за що отримала назву – «Будинок впевненості».



Рис. 4.11. Висотна конторська будівля Рілайнс-Білдінг

Незвичайна висотна будівля Флетайрон-Білдінг (англ. *Flatiron Building*, дослівно - праска) була зведена у Нью-Йорку в 1902 році (рис. 4.12а). Висота будинку становить 93м, 22-поверхи. Проект будинку адміністративного призначення було розроблено архітектором Деніелом Бернхемом у стилі Боз-ар. Дуже незручна та невелика ділянка забудови обумовило об'ємно-просторове рішення будівлі у вигляді трикутної призми. Будинок отримав назву через специфічну трикутну форму, що нагадує праску (рис. 4.12б).

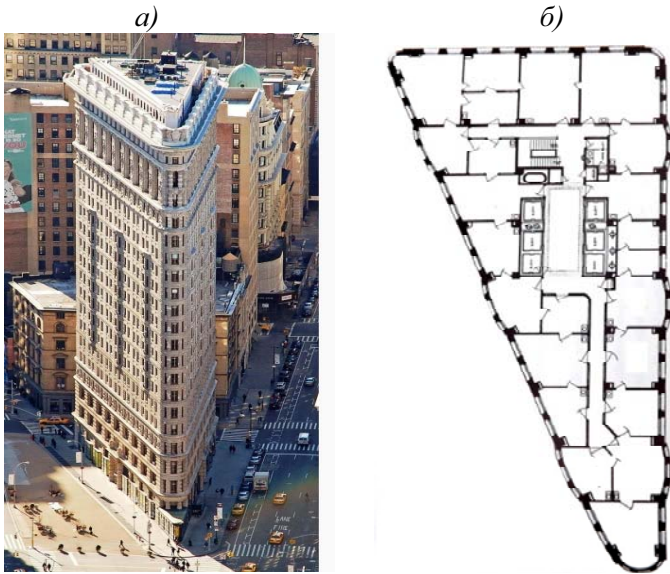


Рис. 4.12. Висотна будівля Флетайрон-бїлдінг: а – загальний вигляд об’ємно-планувального рішення; б – конструктивна схема

Висотна будівля адміністративного призначення Чикаго-бїлдінг (англ. *Chicago Building*), штат Ілїнойс, зведена в 1904-1905 роках за проектом архїтектурної фірми Holabird & Roche. Особливості будівлі характеризують цей стиль у цїльовому функціональному призначенні, як «Ощадний банк Чикаго», застосуванню великих вікон типу "Чикаго" та металевих каркасних конструкцій (рис. 4.13).

Висотний будинок Метлайф-Бїлдінг (англ. *MetLife Building*) зведений в Нью-Йорку на Манхэттені, (рис. 4.14а). Будівництво велось з 1960 по 1963 рік за проектом архїтектурного бюро «The Architects Collaborative», проект був розроблено архїтекторами Вальтером Гропіусом, Емері Ротом, Пьетро Беллускі в Інтернаціональному стилї. Будівля має 58 поверхів, висота становить 246,6 м. В основу об’ємно-просторового рішення закладено геометрична форма еліпсоїда (рис. 4.14б).



Рис. 4.13. Висотна будівля адміністративного призначення
Чикаго-Білдінг

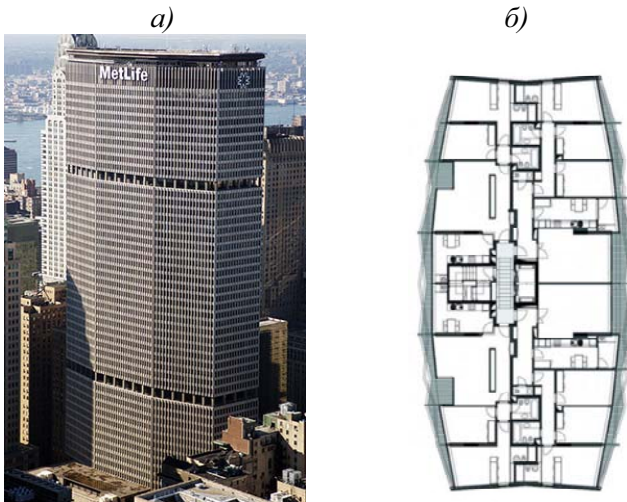


Рис. 4.14. Висотний будинок Метлайф-Білдінг:
а – загальний вигляд об’ємно-планувального рішення у вигляді еліпсоїда; *б* – конструктивна схема

У 1964 році в м. Чикаго, штат Іллінойс, на березі річки Чикаго за проектом архітектора Бертрана Голдберга зводиться багатофункціональний висотний комплекс Марина Сіті (англ. *Marina City*). Будівлі мають незвичайну круглу форму, що

нагадує кукурудзяні початки (рис. 4.15а). Комплекс складається з двох 65-ти поверхових будівель. Висота по даху будівель становить 179 м. На той час у 60-ти роки дві башти були найбільш висотними житловими будинками та найвищою залізобетонною конструкцією у світі. У об'ємно-планувальному рішенні перші 19 поверхів займає парковка на 896 машино-місць. Тоді, парковка мала унікальне рішення, вона була спроектована як закручена спіраль. Крім того, комплекс включає в себе стоянку для яхт і катерів, театр, спортивний зал, басейн, каток, боулінг, торговельний центр і ресторани. З 21-го поверху розташовуються житлові квартири. Їхня особливість в тому, що в них повністю відсутні прямі кути та грані, кожна квартира має форму сектора круга та панорамні балкони (рис. 4.15б).

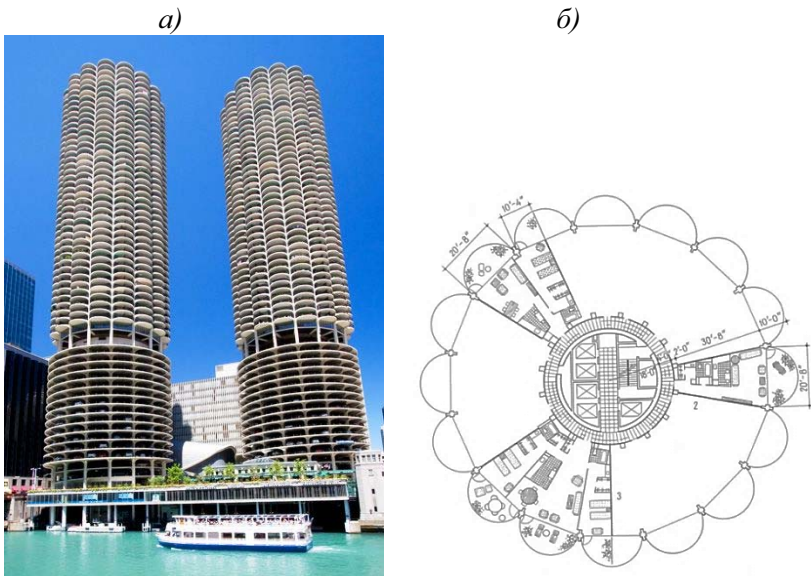


Рис. 4.15. Дві висотні будівлі круглої форми комплексу Марина Сіті: *а* – загальний вигляд об'ємно-планувального рішення багатофункціонального комплексу; *б* – планування житлових квартир

Хмарочос Центр Джона Генкока (англ. *John Hancock Center*) зведений у Чикаго на Мічиган авеню в 1969 році за проектом архітектора Фазлур Рахман Хана в стилі Хай-тек.

Хмарочос має 100 поверхів, загальна висота з антенами 457 м. В будинку розташовані офіси, паркінг на 750 машин, та близько 700 квартир. Загальна площа будівлі 260,1 тис.кв.м. Головна особливість хмарочоса у його пустотілої конструкції, що нагадує велику чотирикутну колону звужену до верху – конусовидної форми (рис. 4.16).



Рис. 4.16. Хмарочос Центр Джона Генкока: *a* – загальний вигляд об'ємно-планувального рішення багатофункціонального комплексу; *b* – планування житлових квартир

На початку розвитку висотного домобудування використовувались прості раціональні форми висотних будівель (рис. 4.17). Ці типологічні форми стали основою архітектурного модернізму 1940-1970 рр.

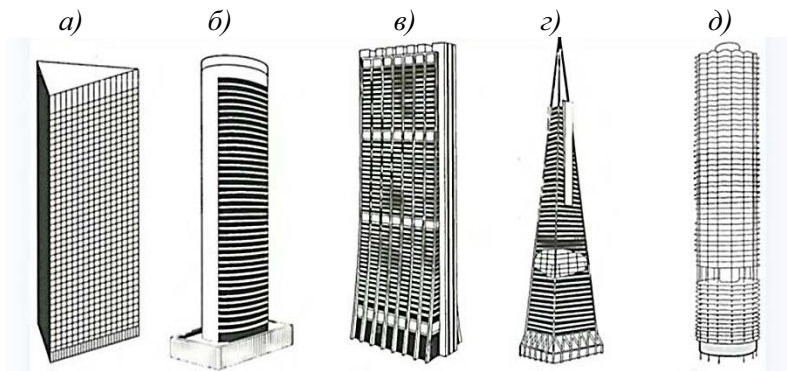


Рис.4.17. Типологічні раціональні форми висотних будівель:
a – трикутна призма; *б* – еліпсевидна; *в* – призма звужуюча до верху; *г* – конусовидна; *д* – циліндрична форма

Таким чином, архітектурна типологія висотних будівель систематизує і розробляє основні принципи формування об'єкта з урахуванням їх бажаних характеристик. Вона розкриває соціальне, ідеологічні, функціональні, конструктивно-технічні, економічні, містобудівні та архітектурно-художні вимоги. Визначає класифікацію та номенклатуру типів і видів будинків, встановлює основні параметри норм проектування, складу, розмірів, характеру технологічних зв'язків приміщень та їх обладнання. Висотні будівлі мають безліч нюансів, які необхідно врахувати три архітектурно-конструктивному проектування які повинні спиратись на теоретичні знання типології, виходячи з загальної світової практики проектування та зведення.

На даний час немає єдиного підходу та методики розподілу висотних будівель на типи. В існуючій нормативній базі з будівництва важко знайти чіткі вказівки за визначенням типу висотного будинку.

Вивчення типів висотних будівель, їх вплив на існуючу забудову, стало важливим питанням теоретичних і практичних досліджень перш за все містобудівників. Враховуючи підхід містобудівників до класифікації висотних будівель і традиції вітчизняної архітектурної науки, типологія аналізованих об'єктів може бути виконана, ґрунтуючись на їх функціональному призначенні, з урахуванням архітектурно-планувальних і

архітектурно-художніх рішень. Функціональне призначення будівлі визначається характером приміщень, що розташовуються в ньому. Отже, для розробки питань типології висотних будівель насамперед потрібно аналіз їх функціонального складу, класифікація приміщень, що входять до нього, виявлення функціонально-утворюючих елементів, їх розміщення в будівлі, взаємозв'язку і взаємовплив. Тип висотних будівель є важливим чинником у виборі конструктивних рішень та інженерних систем, які можуть бути абсолютно різними в житлових та громадських будівель. Розподіл будівель на типи є основою для дослідження і створення нормативної бази для їх проектування.

Знання основних типів висотних будівель та застосування їх у комбінованому вигляді є інструментом для створення нових форм і архітектурно-художніх образів з метою організації більш досконалих територій життя та діяльності людини. Тому, розвиток архітектурної типології висотних будівель має велике значення для будівельного проектування і є пріоритетним напрямком архітектурних досліджень. Для сприйняття вітрових і сейсмічних навантажень висотною будівлею приймаються певні конструктивні системи та об'ємно-просторові рішення, вибір яких безумовно вимагає відповідних рекомендацій. Тому, дослідження з обліку в типології висотних будівель факторів природно-кліматичних впливів, і в першу чергу, вітрових і сейсмічних впливів, є нагальною задачею.

Вивчення та подальший розвиток архітектурної типології висотних будівель є цілком спрямованою науковою задачею, що дозволяє вийти за межі вже відомих, розроблених архітектурних образів та надихає на створення нових нетрадиційних форм. Форм, в яких буде більш органічно поєднуватись простір і час, вдосконалюватись життєдіяльність людини.



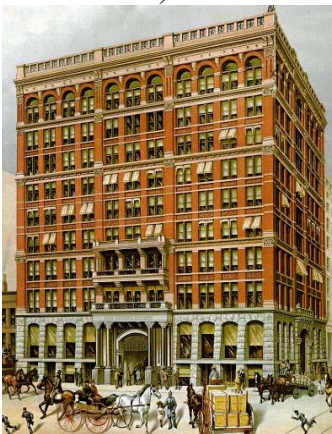
5. АРХІТЕКТУРНО-ХУДОЖНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

5.1. Особливості об'ємно-просторової композиції висотних будівель

Висотні будівлі завжди є архітектурною домінантою та акцентним елементом забудови міста, вони формують його висотний силует. Будівля висотою в сотні поверхів завжди виглядає престижно та респектабельно. У той же час розробити проект такої будівлі надзвичайно складно. Така будова повинна бути не тільки функціональною а і привабливою з точки зору архітектурно-художньої виразності. Поряд з цим, є багато прикладів коли висотні будівлі зводяться з міркувань престижу та іміджу. Тому формо-утворення висотних об'єктів повинно здійснюватися як унікальних, знакових, композиційно виразних і цілісних структур міського середовища. Аналіз накопиченого світового досвіду об'ємно-просторових композиційних рішень висотних будівель розвитку висотної архітектури дає змогу виявити та узагальнити їх характерні особливості.

З кінця ІХХ століття до 1980-х років, в об'ємно-просторових композиціях побудові висотних будівель використовували переважно найпростіші призматичні форми об'єму зі шпилеподібним завершенням, та телескопічним типом їх вертикальної побудови (рис. 5.1).

а)



б)



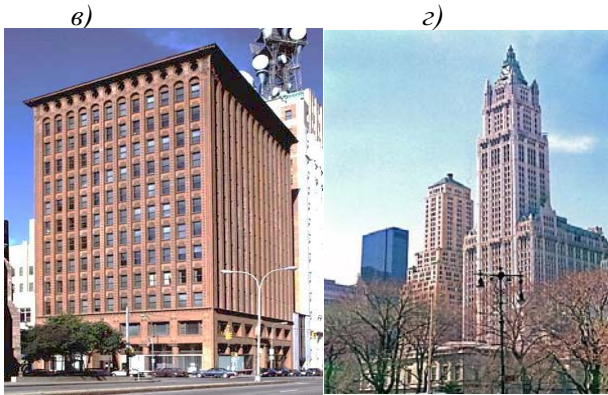


Рис. 5.1. Об'ємно-просторові композиції висотних будівель ХХ століття: *a* – «Home Insurance Company Building», арх. Л. Б. Дженніта; *б* – «Tacoma Building», арх. Д. А. Фуллер; *в* – «Guaranty Building», арх. Л. Г. Салліван; *г* – «Woolworth Building», арх. К. Гильберт

В сучасному періоді розвитку висотної архітектури, можливо виділити два основних напрямки формування об'ємно-просторових композиційних рішень висотних об'єктів. Перший період охоплює часовий проміжок з другої половини ХХ століття і до теперішнього часу. Він характеризується використанням складних багатограничних форм висотних об'ємів (рис. 5.2).

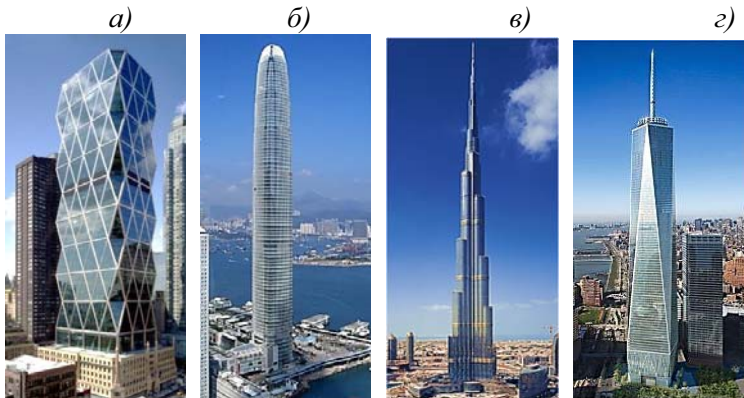


Рис. 5.2. Об'ємно-просторові композиції висотних об'єктів другої половини ХХ століття: *a* – «Hearst Tower», арх. Н. Фостер; *б* – «Two International Finance Centre», арх. бюро «Cesar Pelli & Association Architects»; *в* – «Burj Khalifa Tower», арх. бюро «Skidmore, Owings and Merrill»; *г* – «World Trade Center Tower 1», арх. Д. Чайлдс

Другий період охоплює проміжок з 1990-х років і до теперішнього часу, та характеризується різноманітністю об'ємно-просторових рішень, використанням різноманітних прийомів трансформації первинних форм висотних об'ємів та поєднанням композиційно-підпорядкованих висотних об'ємів в групи, створення висотних комплексів (рис. 5.3).

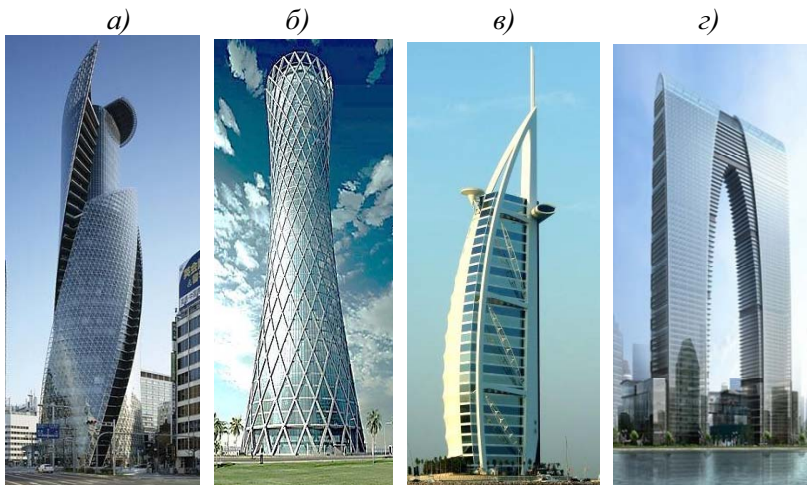


Рис. 5.3. Об'ємно-просторові композиції висотних об'єктів на початку 1990-х років: *а* – «Mode Gakuen Spiral Towers», арх. бюро «Nikken Sekkei»; *б* – «Tornado Tower», арх. «CICO Consulting Architects & Engineers»; *в* – «Burj Al-Arab», арх. бюро «Atkins Middle East»; *г* – «Gate To The East» в Сучжоу, арх. бюро «RMJM London»

Висотність споруд потребує особливих підходів до об'ємно-просторової композиційної та архітектурно-художньої виразності, вибору прийомів формоутворення, виявленню стильової злагодженості елементів об'ємно-просторової композиції. Світовий досвід будівництва висотних будівель дозволяє визначити закономірності побудови об'ємно-просторової композиції висотних будівель за типами (рис. 5.4).

Перший тип об'ємно-просторової композиції висотної будівлі – окремий об'єм, що має яскраво виражену вертикальну спрямованість (рис. 5.4, *а*). Даний тип може мати будь-яку конфігурацію плану (компактну, складну), змінний перетин по висоті об'єму (східчастий або плавний перехід), різне

розташування транспортно-комунікаційного ядра (усередині або зовні). На основі цього може будуватися велика розмаїтість об'ємно-просторової й архітектурно-художньої композиції висотної будівлі.

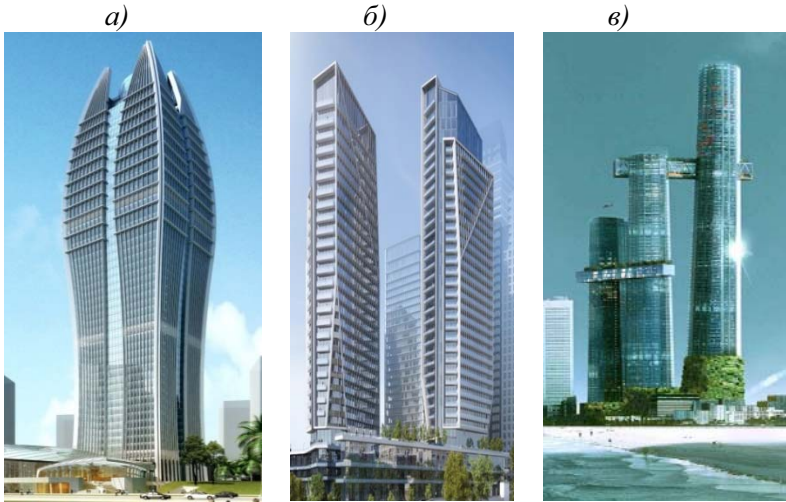


Рис. 5.4. Типи об'ємно-просторової композиції висотних будівель: *a* – окремий об'єм, що має яскраво виражену вертикальну спрямованість; *б* – декілька будівель баштового типу, що з'єднуються між собою; *в* – будівля в групі об'ємів різної поверховості

Другий тип об'ємно-просторової композиції висотної будівлі – декілька будівель баштового типу, що з'єднуються між собою горизонтальними об'ємно-просторовими елементами (рис. 5.4, *б*).

Третій тип об'ємно-просторової композиції висотних споруд – будівля в групі об'ємів, різної поверховості, що знаходяться на певній відстані, які об'єднані між собою об'ємно-просторовими елементами (стилобатом у нижній частині, переходами, галереями, тощо), (рис. 5.4, *в*).

На даний час архітектори, конструктори і проектувальники все більше приділяється уваги формам та об'ємно-просторовим композиціям висотних споруд. У формуванні будівель спостерігається прагнення відійти від простих геометричних об'ємно-просторових рішень. Сучасні тенденції

художньої виразності висотних об'єктів полягають в пошуку нових формотворчих можливостей: трансформації простих геометричних фігур, їх комбінування, розвитку біоформ висотних об'єктів будівель (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Типи об'ємно-просторової композиції висотних будівель: *а* – вдосконалення простих геометричних форм; *б* – комбінація геометричних форм; *в* – створення біоформ

5.2. Формоутворення як архітектурно-художній образ висотних будівель

Формоутворення об'ємно-просторової структури висотних споруд здійснюється з урахуванням різних аспектів – природно-кліматичних умов, містобудівної значимості, функціонального призначення, можливості застосування сучасних конструктивних та технологічних рішень, інженерних систем, тощо.

Впливовим фактором створення форми висотної будівлі є природно-кліматичні умови. При створенні форми об'єкта потрібно враховувати температурні перепади, зміну атмосферного тиску, сприйняття вітрових і аеродинамічних впливів, сонячне випромінювання і інсоляцію. Так прості форми перетворюються на форми, що забезпечують раціональне сприйняття вітрових навантажень, покращення аеродинамічних властивостей, створюють комфортні умови з природного освітлення, вентиляції, інсоляції

приміщень тощо. Приклад формоутворення об'єкта з умов сприйняття вітрових навантажень та сонячного випромінювання, див. рис. 5.6, аеродинамічних впливів і сонячної інсоляції, див. рис. 5.7.

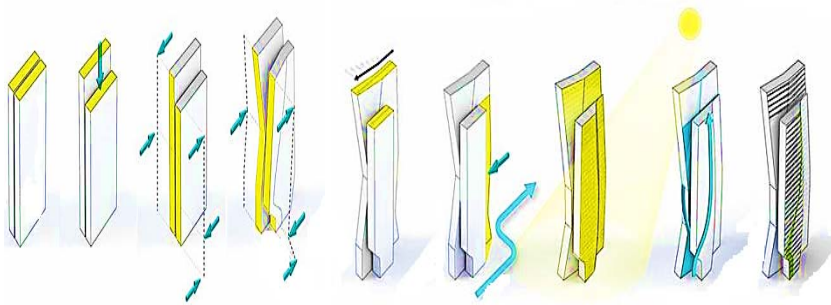


Рис. 5.6. Формоутворення висотного об'єкта з умов вітрового впливу та сонячного випромінювання

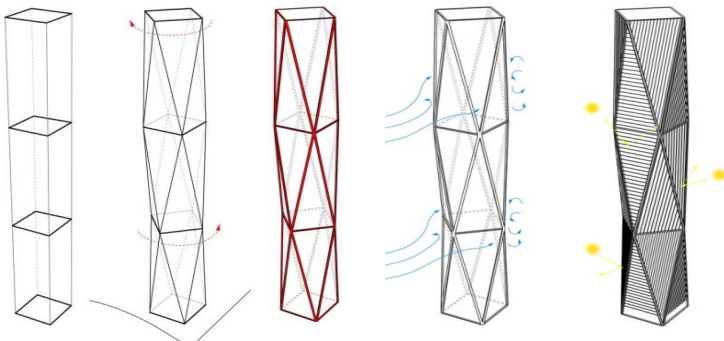


Рис. 5.7. Формоутворення висотного об'єкта з умов аеродинамічних впливів і сонячної інсоляції

В світовій практиці висотного формоутворення можна виділити такі прийоми виявлення форми висотних об'ємів. Так як, в своїй основі форми більшості висотних споруд мають прості геометричні фігури, то можливо виділити окрему групу висотних будівель, які створені цілісною об'ємною формою.

Цілісно сформована об'ємна форма – має чітко виражений силуетний контур. За допомогою прийомів виявлення

композиції простих об'ємів досягається архітектурно-художній образ об'єкта (рис. 5.8).

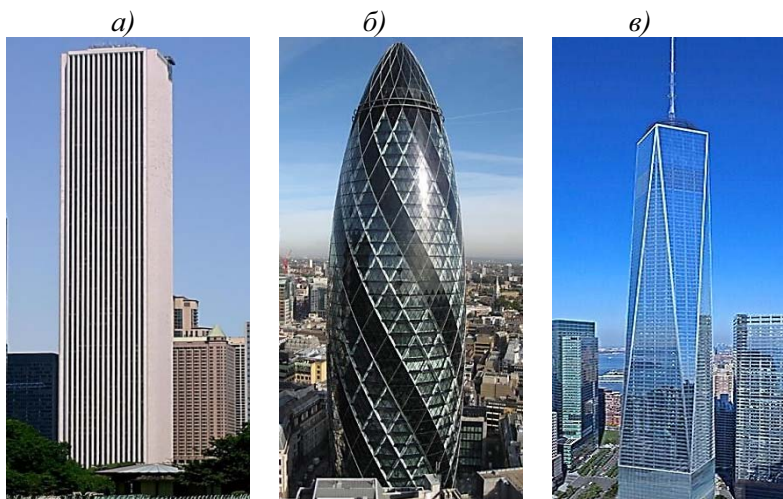


Рис. 5.8. Цілісно сформовані композиційні об'єми форми: а – «Aon Center» в Чикаго; б – «Swiss Re Headquarters» в Лондоні; в – «World Trade Center Tower 1» в Нью-Йорк

Створення східчастої композиційної структури – побудова форми основана на сполученні по висоті вертикальних об'ємних елементів, що поступово зменшують її об'єм та розмір. Прикладом є будівля Вілліс Тауер (рис. 5.9), де блоки поверхів за певною пропорційністю зменшують свій розмір і звужують композицію форми. В основі композиції плану закладено чотири модульних квадратів, які наростають в об'ємі по висоті, утворюючи при цьому східчасту композицію.

Не менш яскравим прикладом є Вежа Банку Китаю (рис. 5.10). Будівля спроектована в стилі Хай-тек і представляє собою гармонічне поєднання сучасної архітектури і традиційного дизайну Китаю. Її називають «геометричним витвором мистецтва».

Ефектний зовнішній вигляд, що складається з простих геометричних фігур (рис. 5.10, *а*, *б*) утворюють об'ємно-просторову структуру (рис. 5.10, *б*), а новаторські конструктивні рішення (рис. 5.10, *в*) створюють незвичайну кристалічну подібну форму. Джерелом натхнення для автора проекту американця китайського походження Бей Юйміна стало рослина бамбук, що символізує силу і життєздатність в східній культурі.

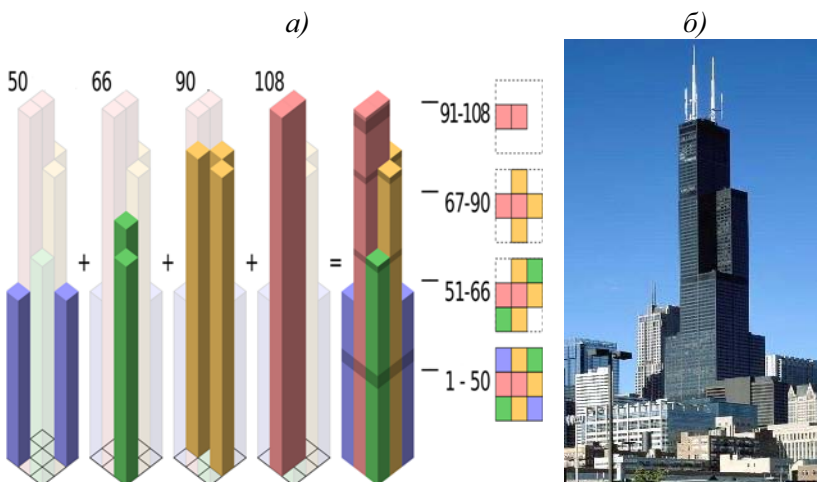


Рис. 5.9. Створення східчастої композиційної структури «Willis Tower» (відомий під попередньою назвою «Sears Tower») в Чикаго: *а* – сполучення по висоті вертикальних об'ємних елементів; *б* – загальний вигляд висотної будівлі «Вілліс Тауер»

Вся конструкція спирається на п'ять сталевих колон розташованих по кутах будівлі. Колони опоясані трикутними рамами (рис. 5.10, *в*). Стіни складені із гігантських скляних трикутників які обрамляють металеві рами. Із-за незвичайної форми та відбивання сонячних променів будівля нагадує величезний кристал. Така незвичайна багатогранно форма будівлі була створена не тільки для краси. Завдяки такої форми будівля може протистояти потужним тайфунам.

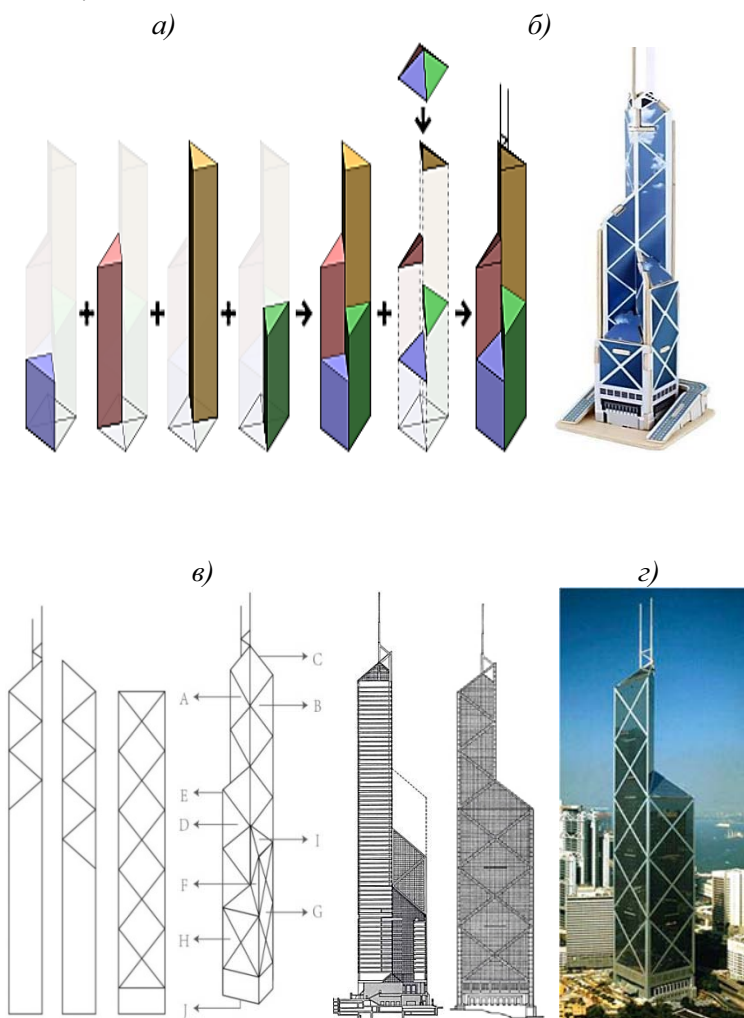


Рис. 5.10. Створення об'ємної форми будівля «Bankof China Tower» в Гонконгу: *а* – прості геометричні фігури; *б* – об'ємно-просторова структура; *в* – конструктивне рішення; *г* – загальний вигляд будівлі

Трансформація – формоутворення завдяки закручуванню елементів відносно композиційного центру. Закручування або здвиg об'ємно-планувальних елементів (секцій, поверхів, блоків)

придає формі динамічність, просторову активність всіх фасадів (рис. 5.11).

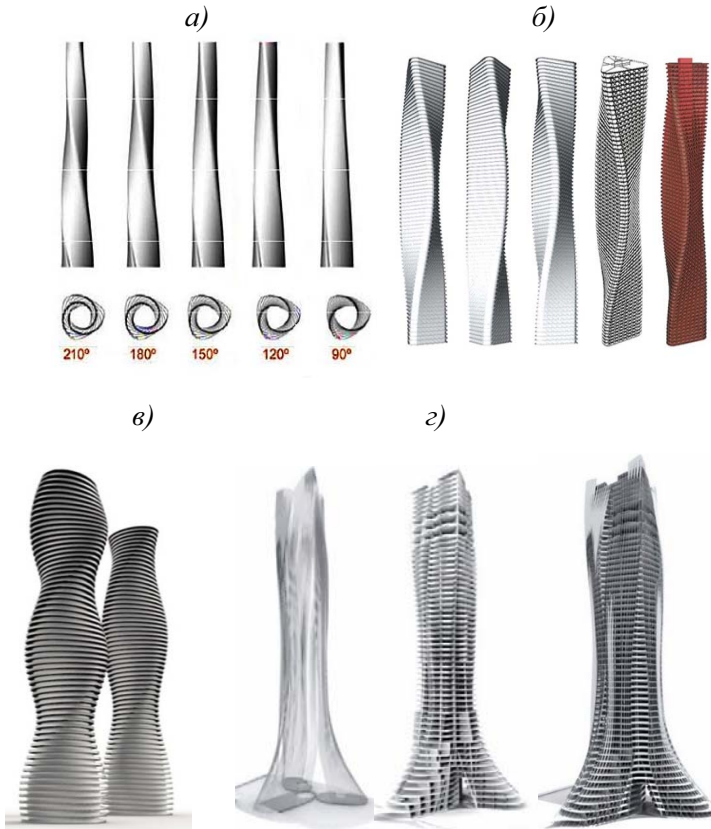


Рис. 5.11. Трансформація об'ємної форми висотних будівель:
a – закручування зовнішнього фасаду відносно центра будівлі;
б – закручення відносно композиційних центрів; *в* – закручення
 об'ємно-планувальних елементів; *г* – здвиг об'ємно-планувальних
 елементів

Наприклад, об'ємно-просторова композиція будівлі «Turning Torso» (з англ. перекладається як торс людини, що розгортається). У формі цієї будівлі архітектор Сантьяго Калатрава відтворив природні рухи людини. Прототипом незвичайної форми стала його скульптура - «Закручений торс». Будівля складається з 9-ти п'ятигранних призм, які трансфор-

муються відносно центральної осі на визначений кут, ніби людина розгортається (рис. 5.12).

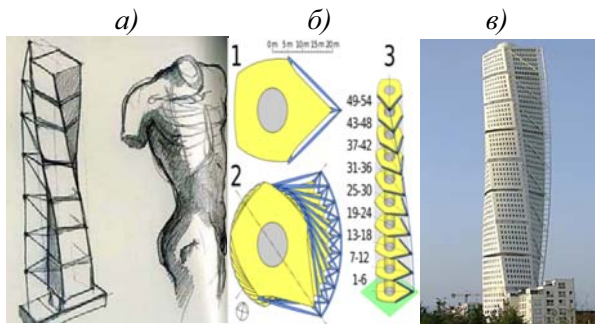


Рис. 5.12. Об'ємно-просторова композиція будівлі «Turning Torso»: *a* – закручування зовнішнього фасаду відносно центра будівлі; *б* – торс людини, що розгортається; *в* – загальний вигляд будівлі

Рекордсменом серед спіральних споруд є «Infinity Tower» (Вежа Кайян під час будівництва відома як «Вежа Безкінечність») житловий хмарочос в ОАЕ, Дубай. Будівля має незвичайну спіральну форму яка динамічна спрямовується в нескінченність.

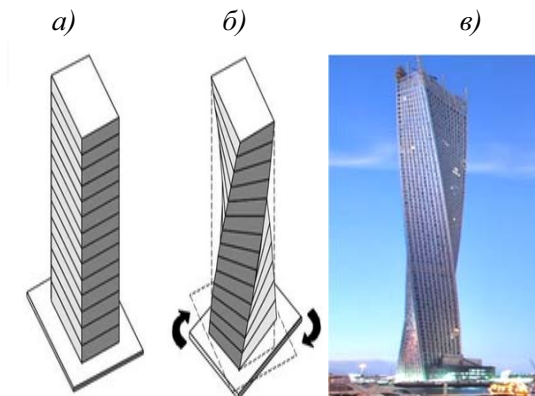


Рис. 5.13. Спіральна об'ємно-просторова композиція «Infinity Tower»: *a, б* – закручування поверхів будівлі; *б* – торс людини, що розгортається; *в* – загальний вигляд будівлі

Деякі фахівці називають «Танцююча споруда», адже кожен поверх зміщений до попереднього під кутом, при цьому

перший поверх по відношенню до восьмидесятого розташовується під кутом в дев'яносто градусів. Багато експертів порівнюють цей хмарочос з справжнім витвором мистецтва, перлиною дубайської архітектури та вважають унікальною (рис. 5.13).

Висотний комплекс «Absolute World Towers» (Абсолютний мир), в Канаді м. Міссіссог. Дві житлові вежі близнюки мають витончену "скручену" об'ємно-просторову композиція. Особливістю веж є те, що в них немає двох однакових поверхів і балконів. Таке формоутворення створило не тільки унікальні будівлі, а й забезпечило органічне поєднання з існуючим міським пейзажем (рис. 5.14).

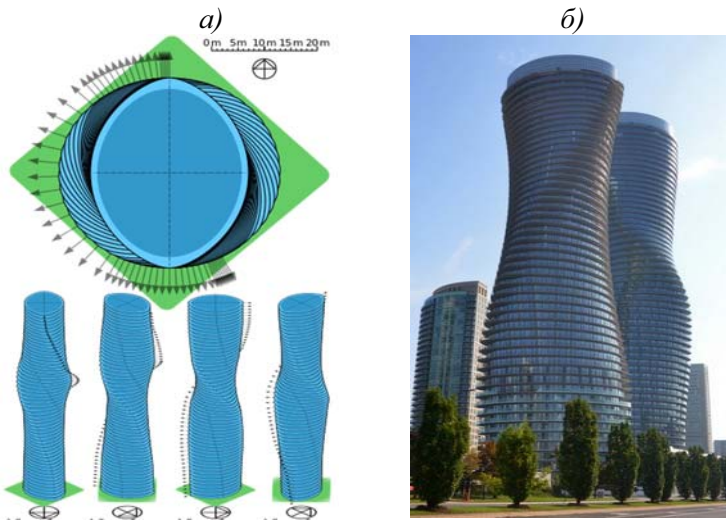


Рис. 5.14. Закручена об'ємно-просторова композиція висотного комплексу «Absolute World Towers»: *а* – закручування поверхів будівлі; *б* – загальний вигляд будівлі

Найбільш складним прикладом формоутворення є хмарочос «Al Hamra Tower» (Вежа Аль-Хамра) в Кувейт м. Ель-Кувейт. Вежа Аль-Хамра незвичайна своєю асиметричною формою, що нагадує накинутий плащ. Така форма будівлі містить не тільки естетичні, но і практичні цілі, створюючи певні теплоізоляційні функції з захисту від перегріву. Хмарочос має вражаючий футуристичний вигляд (рис. 5.15).

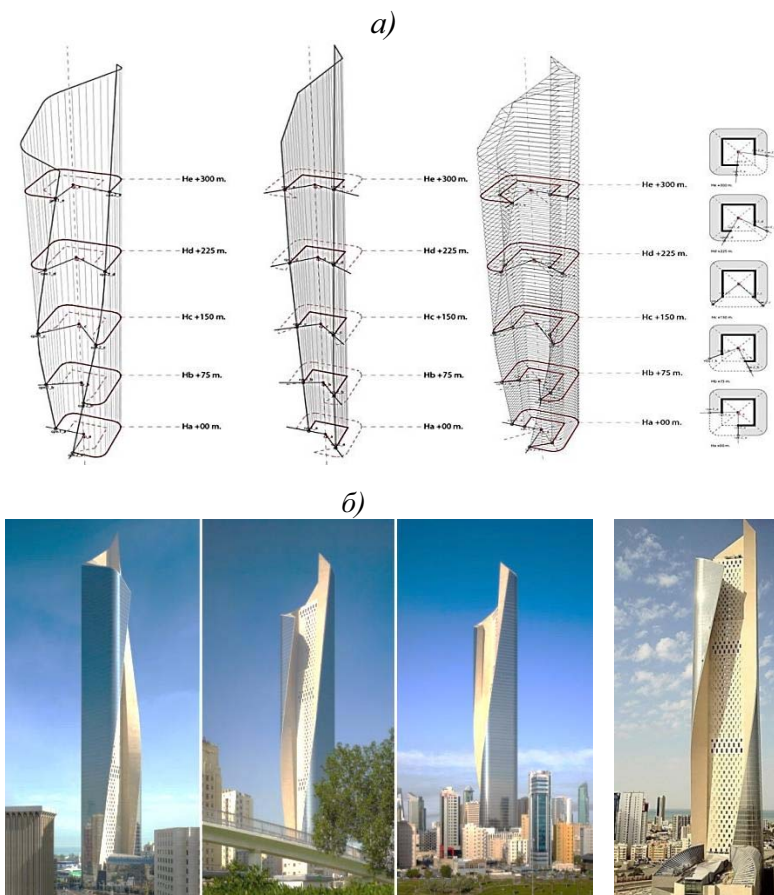


Рис. 5.15. Хмарочос «Al Hamra Tower»: *а* – утворення об’ємно-просторової композиції; *б* – загальний вигляд будівлі під різними кутами ракурсів

Членування форми – виразність композиції досягається за допомогою використання фронтальних акцентних елементів, що виступають (западають) з площини основного об’єму. При цьому фронтальні елементи можуть бути різними за геометрією, фактурою, кольором. При виявленні форми висотної споруди використовують функціональні елементи - проміжні поверхи (зимовий сад, тераси, оглядовий майданчик, відкриті площадки, тощо), технічні поверхи, сходи та інше.

Прикладом членування форми об'ємах є хмарочос «New York by Gehry» (Нью-Йорк-бай-Гери), раніш відомий як Бикман-Тауэр), в м. Нью-Йорк зведений в стилі деконструктивізм. Завдяки хвилястому фасаді будівлі, конструкція якого має ефект драпувальної тканини. Фасад виконаний більш ніж із 10500 сталевих панелей. Деякі з них плоскі, деякі випуклі. Багато вікон розташовані не в ряд, їхні розмір варіюється, і завдяки хвилястому фасаді, кожне вікно налаштовано відміно одне від одного. Південна сторона будівлі абсолютно плоска, хоча виконана з таких же конструктивних панелей, але вона слугує укріпленням структурного складу будівлі (рис. 5.16).

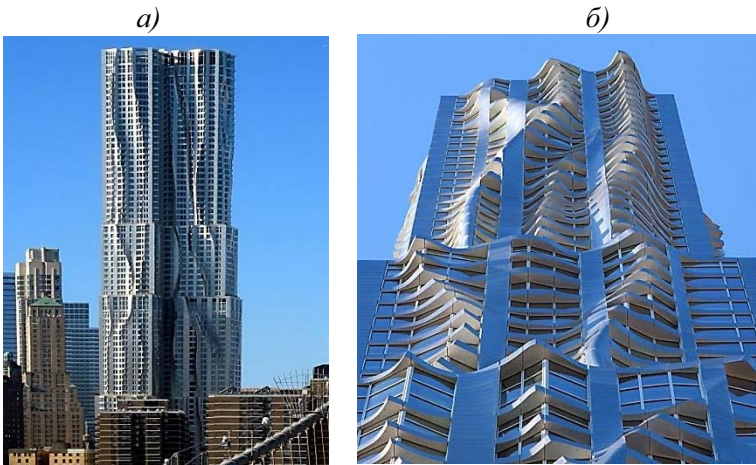


Рис. 5.16. Об'ємно-просторова композиція хмарочоса «Al Nakheel Tower»: *а* – фронтальні акцентні елементи фасаду; *б* – плоскі, випуклі та западаючі сталеві панелі фасаду

Співставлення об'ємних елементів композиції – застосування різних за геометрією, фактурою, кольором, об'ємів. Виразність композиції досягається завдяки пропорційним співставленням об'ємно-планувальних елементів різних за геометрією та фактурою поверхонь, що створює їх різномасштабність.

Прикладом пропорційного співставленням об'ємно-планувальних елементів є вежа «Burj Khalifa» (Вежа Бурдж Халіфа) в ОАЕ, м. Дубаї (рис. 5.17).

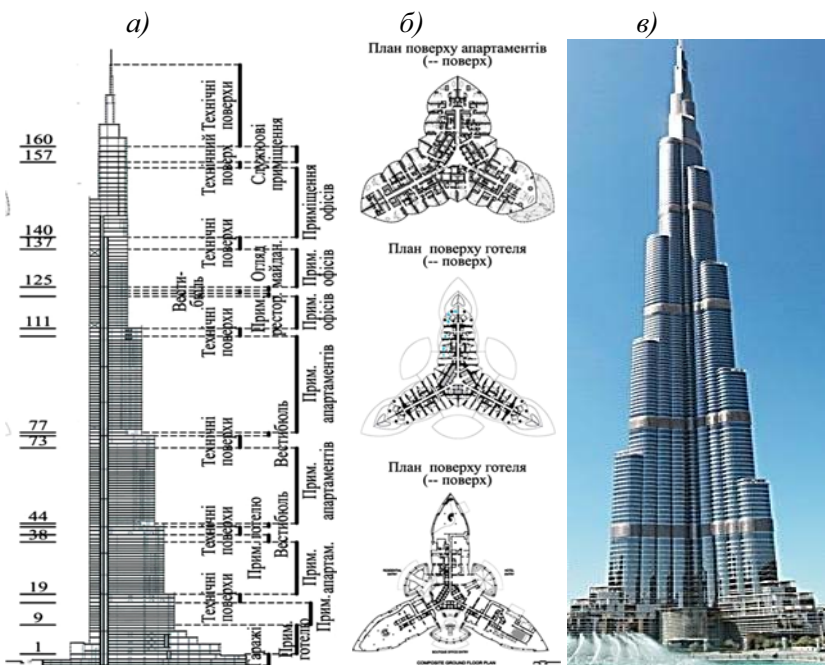


Рис. 5.17. Об'ємно-просторова композиція хмарочоса «Burj Khalifa»: а – пропорційне співставлення об'ємно-планувальних елементів по висоті; б – планування по поверховості; в – загальний вигляд будівлі

Сполучення прийомів формоутворення при організації архітектурно-художньої виразності висотних об'єктів дозволяє отримати велике розмаїття варіантів гармонійних, цілісних і динамічних висотних структур. Таким чином, можливо зазначити, що формоутворення та архітектурно-художнє рішення висотної будівлі не може залежати тільки від його призначення. Узгодженість архітектури в цьому питанні є обов'язковою умовою висотного домобудування. Побудова об'ємно-просторової композиції, художнє рішення деталей фасадів повинні розкривати призначення будівлі, створюючи відповідний емоційний настрій людини. Все це, свідомо визначає унікальність будівлі і має на увазі її статус в системі містобудування, комфортність умов та відповідні споживчі якості.

5.3. Функціонально-планувальні рішення висотних будівель

Функціонально-планувальне рішення будь-якої будівлі залежить від кількості функціонально-утворюючих елементів. В залежності від кількості функціонально-утворюючих елементів висотні будівлі поділяють на монофункціональні, спеціалізовані, поліфункціональні.

Монофункціональні - висотні будівлі, що містять в своєму складі один функціонально-утворюючий елемент. Такі будівлі проектуються житловими або громадськими (готелі, офіси, учбові, тощо). Прикладом монофункціональної висотної будівлі є 54-поверховий житловий комплекс «Turning Torso» (закручений торс або будинок, що обертається). В основу будівлі закладено один функціонально-утворюючий елемент – типовий план житлового поверху. Кожен поверх має п'ятикутну форму з вертикальним ядром, що підтримується зовнішнім сталевим каркасом. Конструкція будівлі складається з 9 сегментів по 5 поверхів кожна. Кожен з сегментів повернутий вбік за годинниковою стрілкою відносно першого сегменту, а останній сегмент повернутий на 90° . В нижніх двох сегментах розташовані офіси. З третього по дев'ятий сегмент розташовано 147 житлових апартаментів (рис. 5.18).



Рис. 5.18. Житловий комплекс «Turning Torso», Швеція, м. Мальма: *а* – типовий план житлового поверху як один функціонально-утворюючий елемент; *б* – обертання кожного поверху та сегментів за годинниковою стрілкою; *в* – загальний вигляд будівлі

Спеціалізовані - висотні будівлі, що містять два або більше функціонально-утворюючі елементи, один з яких є основним та займає більше 85% корисної площі об'єкту. Найчастіше, цей вид функціональної взаємодії набуває вигляду підпорядкованих другорядних функцій у складі монофункціональної висотної будівлі. Так, висотна будівля фінансового центру «Guangzhou STF Finance Centre» має три основних та два допоміжних функціонально-утворюючих елементів. В хмарочосі із 111 поверхів, 80 поверхів займають офісні приміщення, на інших поверхах розташовано 414 квартир, 273 готельних номерів, парковка рассчитана на 1705 автомобилей розташована на перших та підземних поверхах (рис. 5.19).

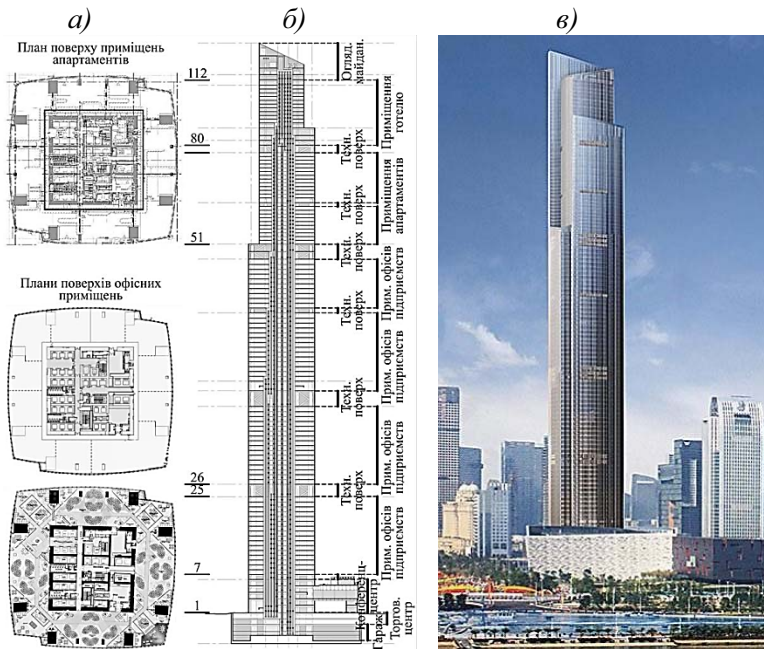


Рис. 5.19. Спеціалізований хмарочос «STF Finance Centre» (Фінансовий центр STF), Китай, м. Гуанчжоу: а – функціональні плани поверхів як функціонально-утворюючі елементи об'єкта; б – вертикальне планування функціонально-утворюючих елементів; в – загальний вигляд будівлі

Поліфункціональні - висотні будівлі, містять багато основних та другорядних функціонально-утворюючих елементів, кожен з яких займає не менше 15% корисної площі об'єкту. Висотна будівля «The Northeast Asia Trade Tower» (Торгівельна башта Північно-східної Азії) має чотири основних і три другорядних функціонально-утворюючих елементів (рис. 5.20).

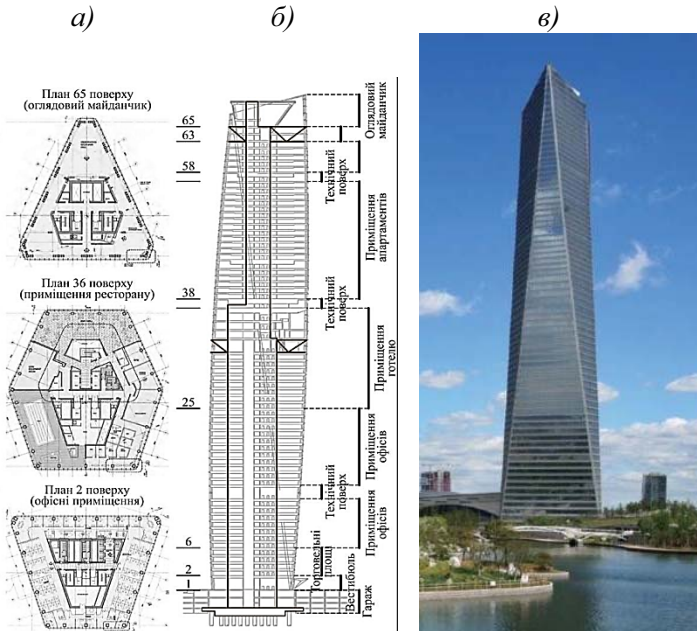


Рис. 5.20. Багатофункціональний хмарочос «The Northeast Asia Trade Tower», район Інчхон, Південна Корея : *а* – плани поверхів, як функціонально-утворюючі елементи об'єкта; *б* – вертикальне планування функціонально-утворюючих елементів; *в* – загальний вигляд будівлі

Із-за витрат на забезпечення конструктивної жорсткості та оптимального функціонування інженерних систем найбільш раціональними в функціонально-планувальному рішенні є будівлі висотою 70 поверхів. При збільшенні висоти будівель зростає кількість їх функціональних складових. За даними Ради по висотному будівництву та міському середовищу (The Council on Tall buildings and Urban Habitat) сектор оптимальних умов експлуатації багатофункціональних висотних будівель обме-

жується параметром їх доцільної висоти – 250 м, та визначається наступним співвідношенням: 47% – монофункціональні, 25% – офісні, 20% – житлові, 8% – готелі.

5.4. Планувальні рішення висотних будівель

Форми планів як формоутворюючий елемент висотної будівлі мають різні конфігурації. Варіацій поєднання різних форм є безліч. Як правило, конфігурація планувального рішення полягають у компоунванні різних елементарних форм навколо єдиного центру (рис. 5.21). Єдиним центром може бути будь-яка проста фігура: квадрат чи прямокутник (рис. 5.21, *а, б, в, г*), коло (рис. 5.21, *д, е, з*), трикутник (рис. 5.21, *жс*) та інше.

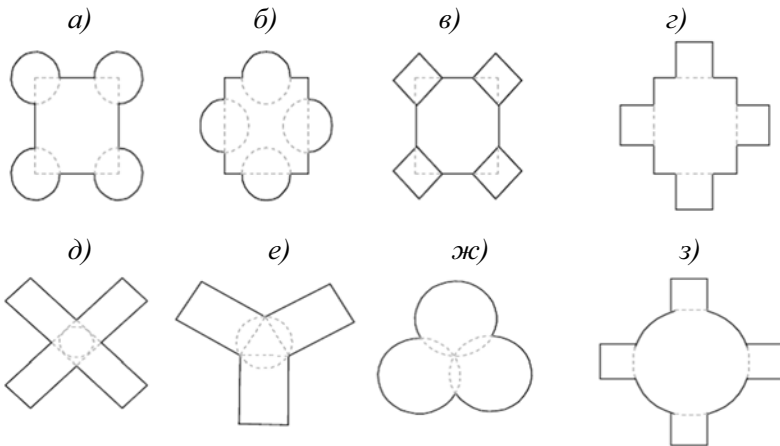


Рис. 5.21. Приклади конфігурацій планувальних рішень

З всього різноманіття форм конфігурацій їх поділяють на компактні плани та плани складної конфігурації.

Компактні (їх ще називають традиційні) плани включають варіанти конфігурацій, які за формою являють собою прості геометричні фігури квадрат, прямокутник, круг, еліпс. Такі форми є звичними для оточуючих, тому не несуть ніякої неординарності. Але при співставленні декількох таких фігур або при їх трансформації, можливо отримати нові планувальні рішення на відміну від простих форм, крім того, такі зміни

можуть нести додаткові функції або збільшити функціональне навантаження.

До планів складної конфігурації відносять хрестоподібні, парноблочні, променеві планувальні рішення або взагалі плани довільної форми. Планувальні елементи, які знаходяться навколо єдиного центру і ніби промені, виходять з нього, отримали назву «променеві» планувальні схеми.

Компактні планувальні рішення. Такі рішення, як правило, секційні. Конфігурація секцій квадратна чи прямокутна і передбачає центральне розміщення ліфтів та сходових кліток. У практики проектування найбільш застосовуються прямокутні планувальні схеми. В них співвідношення сторін знаходиться в межах 1:1,5-1:2,5. Зонування внутрішнього простору плану повинно відповідати функціональним вимогам та забезпечувати санітарно-гігієнічний комфорт по прикладу проекта хмарочоса «Marina 101». Це, 101-поверховий житловий комплекс в м. Дубаї, ОАЕ. Проект розроблено архітектурною фірмою «National Engineering Bureau» та турецькою компанією TAV Construction. Будівля включає 324 готельних номерів і 516 апартаментів для постійного проживання (рис. 5.22).

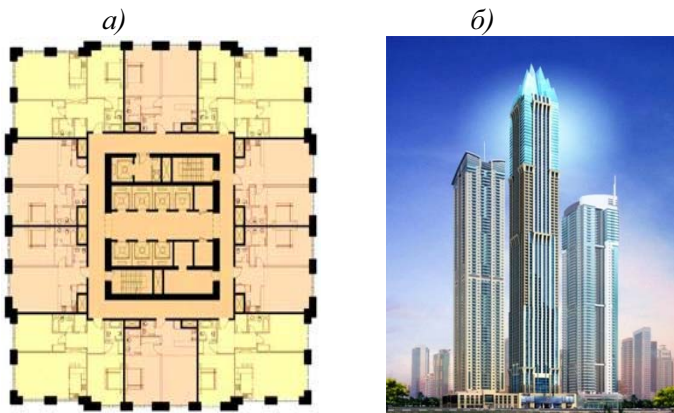


Рис. 5.22. Житловий хмарочос «Marina-101»: а – прямокутне компактне функціонально-планувальні рішення; б – об’ємно-просторова композиція хмарочоса

Загальна площа будівлі становить 153,3 тис. кв. м. Площа квартир типового поверху варіюється від 800 до 1700 м², а загальна площа квартир будинку становить 60,0 тис. м².

Яскравим прикладом круглої конфігурації планувального рішення висотних будівель є Вежа Агбар (кат. *Torre Agbar*), або Вежа Айгуас да Барселона (кат. *Torre Aigües de Barcelona*) у м. Барселона, Іспанія. Висота 33-поверхової будівлі становить 144,4 м. Будинок має колоподібну форму, яка звужується до гори (рис. 5.23).

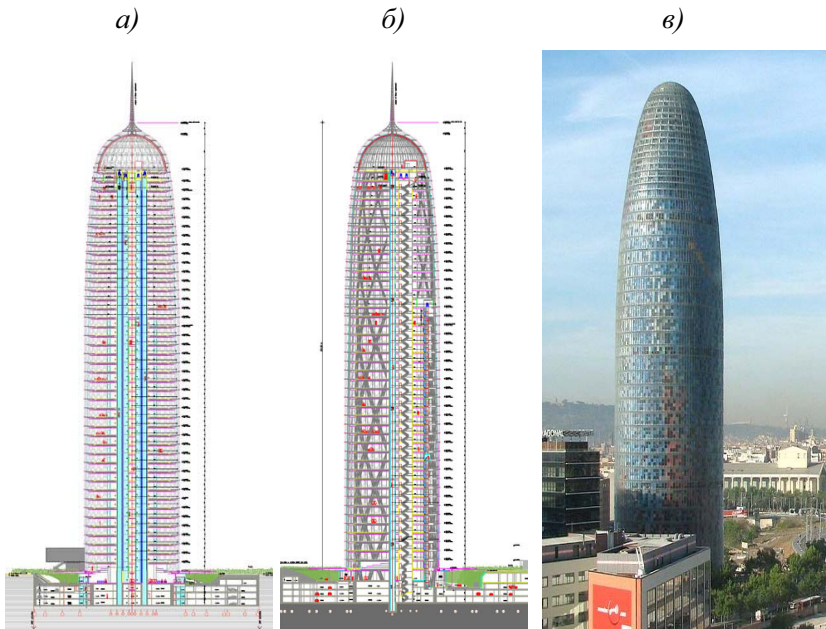


Рис. 5.23. Висотна будівля «Torre Aigües de Barcelona»: *a* – компактне функціонально-планувальні рішення; *б* – об'ємно-просторова композиція хмарочоса; *в* – загальний вигляд будівлі

Проект хмарочоса розроблено французьким архітектором Жаном Нувелем у стилі Хай-тек, і хоча дизайн поєднує в собі цілу низку різних архітектурних концепцій, за словами Жана Нувеля, на цю форму його надихнула гора Монсаррат, яка розташована біля Барселони. Через свою незвичайну форму будівля

має кілька прізвиськ: «el supositori» (свічка), «l'obús» (снаряд). Хмарочос збудовано з залізобетону, фасад покрито склом.

Визначальною особливістю будівлі є її обшита різнокольоровими металевими панелями, в яких розташовано близько 4500 пристроїв освітлення, що використовують світлодіодні технології. Вони утворюють складні кольорові поєднання (до 16-ти мільйонів кольорів), створюючи ефект свого роду «пікселізованого» кольору – здалеку пікселі зливаються, і башта здається такою, що переливається всіма барвами веселки.

Овалом в плані, спроектована висотна будівля Міжнародного фінансового центру Гуанчжоу (англ. *Guangzhou International Finance Centre*), м. Гуанчжоу, КНР. Висота 103-х поверхового хмарочоса становить 437,5 м. Будівля спроектована таким чином, що від основи, башта трохи розширюється до середини, потім знову звужується до даху, що надає будові особливу витонченість. Серцевина башти виконана з залізобетону, форму надає трубчастий каркас (рис. 5.24, а).

а)



б)



Рис. 5.24. Висотні будівлі в поперкових планах яких закладено овальне рішення: а – хмарочос «Guangzhou International Finance Centre»; б – висотна будівля «Парус»

Прикладом овальної планувальної схеми є одна із найвищих будівель Києва по вул. Мечникова, 2 – «Парус» (англ. *The Sail*). Загальна висота офісного центру у 36 поверхів, становить 156 м. Проект висотної будівлі розроблено «Архітектурним бюро Комаровського» та «Архітектурним бюро Бабушкина» (рис. 5.24, б). Особливістю будівлі є то, що *в плані будівля нагадує овальну зернину сочевиці*.

Як показує практика, за умов компактного планування висотних будинків комунікаційне ядро займає 25-30% площі плану поверху. Підвищення поверховості вимагає збільшення кількості ліфтів і відповідно збільшення площі комунікаційного ядра, що підвищує вартість комунікацій. Але компактність комунікацій, за рахунок їхнього розташування у ядрі, зменшує їх довжину, що дозволяє раціонально використовувати комп'ютиризовані та автоматизовані інженерні системи.

Компактність планів висотних будівель дозволяє раціонально використовувати для забудови невеликі за площею ділянки, що розташовані у склавшийся забудові, створюючи містобудівельні акценти міст.

Складна конфігурація планувальних рішень. До таких планувальних рішень відносять: Т-образні, хрестоподібні, променеві, парноблочні та довільні планувальні форми.

Класичним прикладом трипроменевої конфігурації планувального рішення є висотний житловий хмарочос Лейк-Пойнт Тауер (англ. *Lake Point Tower*) в м. Чикаго, США. Висота 70 поверхового хмарочоса становить 197 м. Проект розроблено Асоціацією Шиппорайт-Хайнрих на чолі з архітектором Грэмом Андерсоном. Центральним планувальним елементом будівлі є трикутник, звідки виходить три прямокутних промені (рис. 5.25).

В будь-яких променевих планувальних схемах довжина променів необмежена і може досягати 60 м.

Прикладом довільної планувальної форми є висотний багатофункціональний комплекс Марина Бей Сендс (англ. *Marina Bay Sands*) – в м. Сінгапур. Комплекс включає три 55-поверхові вежі висотою 194 метрів.

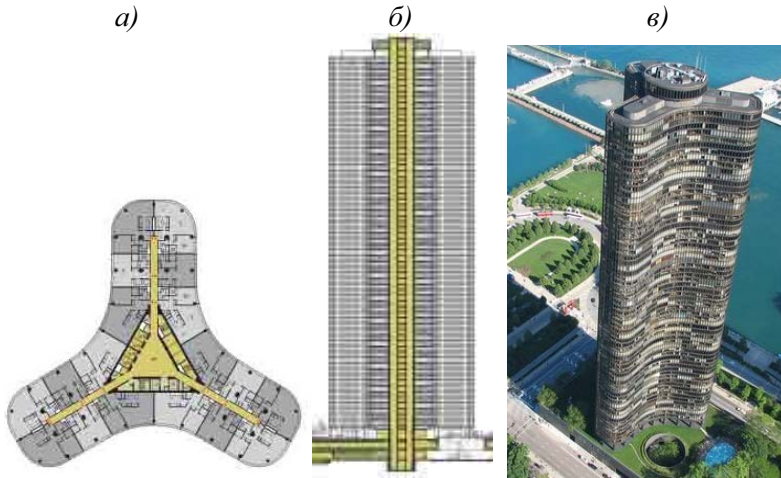


Рис. 5.25. Висотна житлова будівля «Lake Point Tower»: *а* – трипроменева конфігурації планувального рішення; *б* – об’ємно-просторова композиція хмарочоса; *в* – загальний вигляд будівлі

На дахах трьох веж розташована велика тераса у вигляді гондоли, в якій знаходяться басейн та сад «*Sands SkyPark*» площею 12,4 тис. кв. метрів. Відкрита платформа для відвідувачів має площу 1,2 га. Басейн у стилі «*Infinity Pool*», імітує відсутність бортів і має довжину 146 м. Басейн складається з трьох з'єднаних між собою чаш й містить 1424 м³ води. Басейн є унікальним у світі за висотою розташування та розмірами (рис. 5.26). Проект комплексу був розроблений американським архітектором, професором Гарвардського університету Моше Сафді, який, за його словами, архітектурну ідею запозичив з колоди карт. Щоб поглинути коливання веж під впливом вітру, між басейнами вмонтовано три спеціальні шви із зазорами до 500 мм. Окремі підпорки під кожною з трьох чаш басейну мають врівноважити індивідуальну осадку трьох веж і гарантувати збереження горизонтального положення басейну.



Рис. 5.26. Загальний вигляд багатофункціонального комплексу «Marina Bay Sands»

При проектуванні конфігурації планувальних рішень необхідно пам'ятати, що висотні будівлі формують аеродинамічну ситуацію у районі забудови і їх форма є одним із визначальних чинників формування повітряних потоків, природного освітлення, інсоляції та аерації оточуючого середовища.

Крім того, висотні будинки мають великий ступінь потенційної пожежної небезпеки, тому вони відносяться до особового ступеню вогнестійкості і поділяються на будинки класу «А» з умовною висотою від 73,5 до 100 м, та класу «Б» з умовною висотою від 100 до 150 м. Внутрішній пристрій хмарочосів кардинально відрізняється від будівель звичайної поверховості. Основний акцент робиться на дотримання пожежної безпеки. Адже евакуювати людей з висотної будівлі при виникненні надзвичайної події виявляється вкрай проблематично. Тому внутрішній простір хмарочосів поділяють спеціальні протипожежні перешкоди. При цьому один резервний ліфт у будинку завжди залишається підключеним до безперебійної подачі електроживлення. Новітні хмарочоси сплановані таким чином, щоб у надзвичайних ситуаціях люди могли сховатися на технічних поверхах, які зазвичай при умовах

нормальної експлуатації не використовуються. У той же час всі входи в приміщення найчастіше обладнуються подвійними дверима з метою запобігання протягів, що забезпечують полум'я киснем при спалахах.

Таким чином, функціонально-планувальні рішення повинні забезпечувати запобігання розвитку пожежі та забезпечення евакуації людей у разі її виникнення.

Крім цього, необхідно зазначити, що знаходження людини на значній висоті порушують звичайні для людини масштаби. З'являється відчуття віддалення від реального навколишнього середовища, що може негативно впливати на емоційний стан і психіку людини при перебуванні на висоті. Проживання на висоті у першу чергу відбивається на здоров'ї дітей та літніх людей. Ці категорії мешканців найчастіше страждають від так званої «пташиної» хвороби, коли психо-емоційний стан переживає процес перепаду тиску. Адже на висоті зменшується атмосферний і підвищується артеріальний тиск.

Таким чином, під час проектування висотних будинків необхідно враховувати особливості функціонального рішення всієї будівлі: планування квартир та приміщень; забезпечення безперешкодного доступу мало мобільних груп населення; доступ пожежних у будь-яку квартиру чи приміщення; розміщення ліфтів; сміттєвиделення та інших інженерно-технічних систем, комунікацій та пристроїв. Все це тісно пов'язано з конструктивними рішеннями, вимоги до опорядження будівлі та забезпечення можливості ремонту і очищення фасадів в процесі експлуатації та інше.

Концепції будь-яких планувальних рішень висотних будівель, необхідно розглядати згідно всіх містобудівних норм та вимог, враховуючи навколишню забудову, щоб раціонально використати площу земельної ділянки. Форма, орієнтація та розмір будинків, а також отримання інсоляційних вимог та нормативних відстаней до існуючої забудови, забезпечить максимальне використання природного освітлення та захист від надмірних сонячних променів.

Аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду проектування та зведення висотних будівель дозволяє виділити основні

тенденції в розвитку архітектурно-планувальних рішень і функціональної організації:

- збільшення поверховості (висоти) об'єктів;
- зростання кількості їх функціональних складових;
- інтеграція «екологічних просторів» в структурі будівель;
- виникнення та розвиток концепцій «Вертикального міста».



6. КОНСТРУКТИВНІ СИСТЕМИ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

6.1. Конструктивні системи, конструктивні схеми висотних будівель

У порівнянні з малоповерховими будівлями висотні будівлі працюють в більшій мірі як комплексне ціле, і це є фундаментальною відмінністю процесу їх проектування. Конструктивна система висотних будівель утворює архітектурний образ і об'ємно-просторову структуру, що складається із сукупності взаємозв'язаних конструктивних елементів, які при сумісній роботі забезпечують міцність просторової структури, просторову жорсткість і загальну стійкість об'єкта.

Будь-яке рішення конструктивної системи повинно забезпечити надійну експлуатацію висотного будинку не менше 150 років з урахуванням гаранту безпечної експлуатації та обслуговування при можливому відновленню ресурсу об'єкта.

У висотних будівлях в складі конструктивних систем застосовують різні конструктивні схеми, які складаються із вертикальних (колон, стін, ядер, діафрагм та інші) і горизонтальних (перекриттів, покриттів, балок, розкільних поясів та інших елементів). Горизонтальні несучі конструкції висотних будівель, як правило, однотипні і зазвичай являють собою жорсткий залізобетонний диск (монолітний, збірно-монолітний, збірний). Горизонтальні конструкції сприймають вертикальні та горизонтальні навантаження і передають їх по поверхово на вертикальні несучі конструкції, які в свою чергу передають ці навантаження фундаментам.

У зв'язку з переважним впливом вітрових навантажень на стійкість будівлі з урахуванням можливості резонансного вихрового збудження його коливань горизонтальний переріз висотної будівлі або хмарочоса істотно розвивають (40х40, 50х50, 40х60 м в залежності від висоти). А це означає, що навіть в 80-100-поверхових хмарочосах площа поверху висотної будівлі не перевищує 2,0-2,5 тис. кв. м.

З метою зниження вітрових впливів вибирають ефективну в аеродинамічному відношенні циліндричну, пірамідальну або призматичну форму будівлі (рис.6.1).

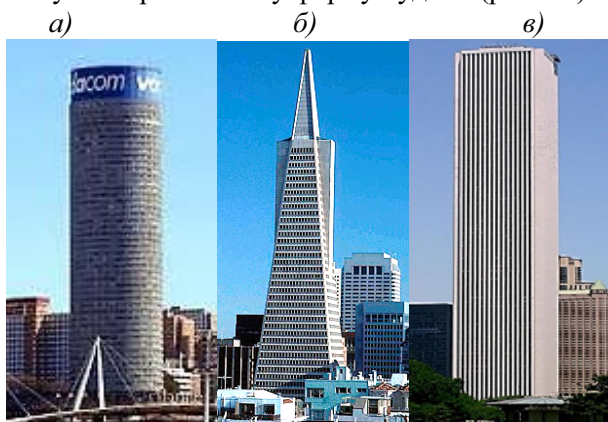


Рис. 6.1. Ефективні аеродинамічні форми висотних будівель:

а – 54-поверховий хмарочос «Колодязь», висотою 173 м, циліндричної форми в Йоганнесбурзі; б – 260 метрів «Трансамериканська піраміда» в Сан-Франциско; в – 83 поверхова вежа «Аон-центр» висотою 346,3 м в Чикаго

Для підвищення стійкості будівлі вдаються до розширення його перетину до основи в одному, двох, трьох, чи чотирьох напрямках (рис. 6.1, б).

Гнучкість більшості висотних будівель, тобто відношення висоти до ширини, зазвичай має значення від одного до восьми. Більш високі значення коефіцієнта гнучкості призводять до виникнення неприпустимих бічних прискорень нагорі будівлі і необхідності використання демпфіруючих елементів для забезпечення нормальної експлуатації будівель. Нормативні горизонтальні переміщення верху будівлі з урахуванням крену фундаментів повинні складати для будинків висотою до 150 м не більше 0,002 мм, понад 250 м - до 0,001 мм. Для проміжних висот значення приймається за інтерполяцією.

Крім того, до висотних будівель передбачаються спеціальні конструктивні заходи які повинні забезпечувати захист будівлі від прогресуючого обвалення при природних, антропогенних і техногенних надзвичайних ситуаціях. Ці заходи полягають в резервуванні міцності несучих конструкцій.

От же, саме конструктивні схеми забезпечують міцність, жорсткість і стійкість несучих конструкцій під дією розрахункових навантажень та впливів, а також забезпечують опір прогресуючому обваленню при виникненні надзвичайних ситуацій.

Таким чином, конструкції висотних будинків мають свою специфіку, яка значною мірою впливає на їхні об'ємно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення. До таких особливостей, які потрібно враховувати для побудови конструктивної системи висотної будівлі, відносяться:

- значні навантаження на несучі конструкції;
- неоднакове навантаження на конструктивні елементи конструкцій;
- високе значення вітрового навантаження як горизонтальної складової;
- проблеми спільної роботи несучих конструкцій із сталі та бетону;
- вплив природних факторів (сейсмічних, атмосферних, аеродинамічних);
- вплив техногенних факторів (вібрації, шуми, аварії, пожежі, диверсійні акти, локальні руйнування);

- підвищені вимоги до пожежної безпеки та систем життєзабезпечення;
- складне інженерно-технічне забезпечення.

6.2. Історія розвитку і сучасні концепції конструктивних систем висотного домобудування

Характерною рисою висотних будинків на відміну від будинків звичайної поверховості є істотний вплив горизонтального вітрового навантаження. Для забезпечення міцності та стійкості висотних будівель використовуються різні рішення конструктивних систем. В залежності від поверховості будівлі, умов будівництва, сейсмічної активності району зведення об'єкта, інженерно-геологічних умов, атмосферних, насамперед вітрових, навантажень та архітектурно-планувальних вимог, в світовій практиці висотного домобудування використовують різні конструктивні системи (рис. 6.2).

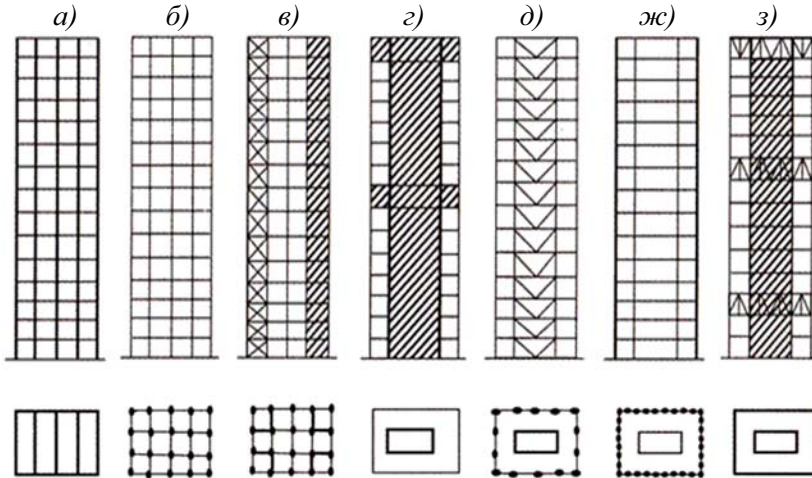


Рис. 6.2. Конструктивні системи висотних споруд: а – з поперечними несучими стінами; б – рамно-каркасна; в – каркасна з діафрагмами жорсткості; г – стовбурна; д – каркасно-стовбурна; е – коробчаста; з – коробчаста-стовбурна

Рамно-каркасну конструктивну систему вперше застосував архітектор Р. Худ при зведенні будинку Мак Гроу-Хилл у в Нью-

Йорку (1929-1931). Основним недоліком цієї системи є потужні зовнішні стіни (рис. 6.3).



Рис. 6.3. Хмарочос Макгро-Хилл бидинг в Нью-Йорку

Рамно-каркасна конструктивна система має різні варіантні рішення (рис. 6.4).

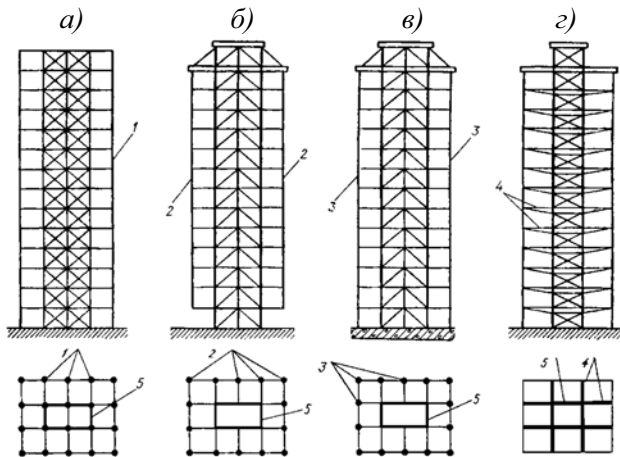


Рис. 6.4. Варіанти рамно-каркасних конструктивних систем: а – з зовнішніми колонами; б – з підвіскою поверхів по периметру будівлі; в – з підвіскою поверхів до попередньо напружених канатів; г – з консольними балками; 1 – колони; 2 – ванти чи підвіски; 3 – попередньо напружені ванти; 4 – консольні балки; 5 – ядро жорсткості

Конструктивну систему "tube" (труба, стовбур) і "tube in tube" (труба в трубі, стовбур в стовбурі), незалежно від того, який матеріал використовується, сталь чи залізобетон, уперше була застосовано при зведенні 38-поверхового адміністративного будинку "Брунсуик билдинг" висотою 145 м у Чикаго.

Особливості конструктивної системи "tube", тобто стовбур, полягає в тому, що горизонтальні навантаження сприймає стовбур будівлі (ядро жорсткості), це дозволяє значною мірою зменшити вагу зовнішніх стін на відміну від рамно-каркасної конструктивної системи (рис. 6.5).

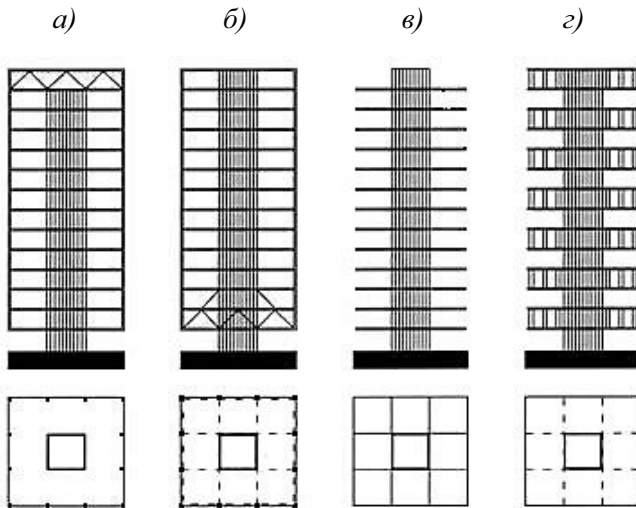


Рис. 6.5. Варіанти стовбурних систем: *а* – підвішування на верхню консоль; *б* - опирання на нижню консоль; *в* – консольне опирання перекриттів на стовбур; *г* – проміжне розташування несучих консолей

Система "труба в трубі" відрізняється від "трубної" наявністю другої внутрішньої несучої системи. Таким чином, у цій конструктивній системі всі горизонтальні й вертикальні навантаження сприймаються внутрішніми й зовнішніми трубними системами. Спільність їхньої роботи при горизонтальному навантаженні забезпечується розтерками, розташовуваними в рівнях технічних поверхів. За рахунок спільної роботи зовнішньої і

внутрішньої систем, жорсткість будівлі підвищується на 30-50% у порівнянні з рамно-в'язевою і в'язевою.

У будинках-близнюках Міжнародного торгового центра в Нью-Йорку висотою 417 та 415 м в основу конструктивного рішення покладена коробчата конструктивна система, при якій всі горизонтальні навантаження сприймаються просторовими ґратами зовнішніх стін.

В 1969 р., у Чикаго завершується будівництво 100-поверхового адміністративного комплексу "Джон Хенкок Центр" висотою 344 м. У цьому будинку було застосовано конструктивна схема по типу труби. Однак вона відрізняється від попередніх, тем, що ґрати зовнішніх стін безрозкісні.

Загально для всіх найвищих будинків світу є трубна конструктивна схема, що відрізняється в різних будівлях лише ґратами зовнішніх стін.

Зведення висотної будівлі головного офісу банку HSBC в м. Гонконгу (англ. *HSBC Building*), позначило виникнення нової конструктивної системи – «мегапросторового» каркасу, що являє собою вертикальну просторову ферму в якості основної несучої конструкції будівлі. Загальна об'ємно-рамна структура будівлі формується шляхом з'єднання вертикальних плоских ферм різної висоти та конфігурації. Таким чином, об'ємно-просторова конструктивна схема будівлі являє собою структурне сполучення 54-метрових просторово-рамних модуля з результируючими вузлами опирання на чотири кутові та одну центральну бетонні колони. Головною перевагою використання просторових ферм є надвисока економічність будівництва за рахунок зменшення загальної ваги конструкцій, зменшення кількості колон та відсутність бетонних конструкцій каркасу (рис. 6.6).

Дана конструктивна система є достатньо стійкою до сейсмічних та вітрових навантажень і здатна витримувати вітровий потік швидкістю 89 км/год.

Наприкінці ХХ століття широкого застосування набирає конструкційна діагональна решітка, в якості зовнішньої несучої оболонки висотних будівель. Технологія діагональної решітки, насамперед, використовується з метою поглинання та перерозподілу вітрового навантаження та сейсмічного тиску. В сучасній практиці висотного будівництва цей прийом використано при проектуванні висотної будівель Пуэрта-Європа

або Ворота Європи (англ. *Gate of Europe*) в м. Мадриді, архітектор Ф. Джонсон (рис. 6.7).



Рис. 6.6. Загальний вигляд висотної будівлі головного офісу банку «HSBC Building» в Гонконгу

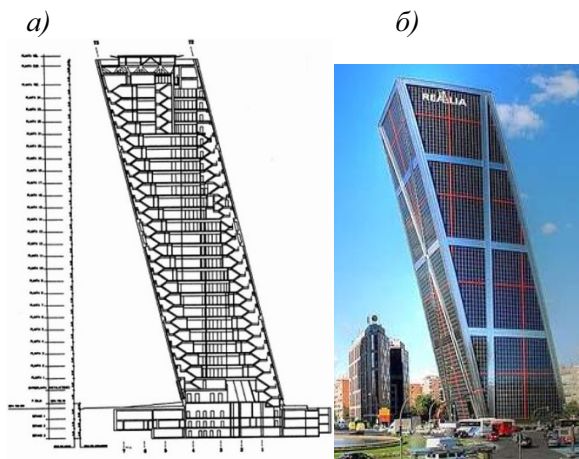


Рис. 6.7. Висотна будівля «Gate of Europe»: а – конструктивна схема; б – загальний вигляд будівлі

Для підвищення згинальної жорсткості несучого остову висотних будівель зі стовбурними конструктивними системами і їх опірності впливу динамічних горизонтальних навантажень, в каркасі будівель використовують аутригерні структури (системи діафрагм-аутригерів), що набули широкого впровадження завдяки підвищенню ефективності сприйняття вітрових навантажень. Призначення системи полягає в зменшенні деформацій вигину будівлі в цілому. Цей конструктивний прийом дозволяє уникнути зменшення корисної площі приміщень будівлі, що є характерним при застосуванні традиційних аутригерних систем.

Розроблено нове конструктивне рішення вузлів з'єднання аутригерних балок з колонами – опора «флет-джек». Ця система дозволяє впродовж перших трьох років експлуатації будівлі проводити моніторинг несучих конструкцій і в разі необхідності стабілізувати виникаючі деформації (рис. 6.8).



Рис. 6.8. Загальний вигляд опори «флет-джек»

Для нейтралізації сейсмічних навантажень та коливань, що виникають під впливом вітрових навантажень широкого застосування набула система конструкційного контролю будівлі, що включає в себе використання методів активного,

резонансного, фрикційного гашення коливань та методу використання м'яких низьковуглецевих сталей. Метод резонансного гашення коливань у вигляді пасивного маятнікового демпфера застосовано в конструктивній схемі офісної будівлі Тайбей 101 (англ. *Taipei 101*), офіційна назва "Фінансовий Центр Тайбей" в Тайвані, м. Тайбей, арх. бюро «С.У. Lee & partners». Демпфер (у вигляді кулі) вагою 728 тон, діаметром 5,4 м, підвішений за допомогою тросів у верхній частині будівлі, між 92 та 88 поверхами, призначений для гасіння інерційних коливань. В звичайних умовах експлуатації демпфер забезпечує відхилення верху будівлі в межах 10 см, а при сильних впливах вітру та землетрусах розгойдується з амплітудою до 150 см, забезпечуючи коливання будівлі в межах безпеки (рис. 6.9).

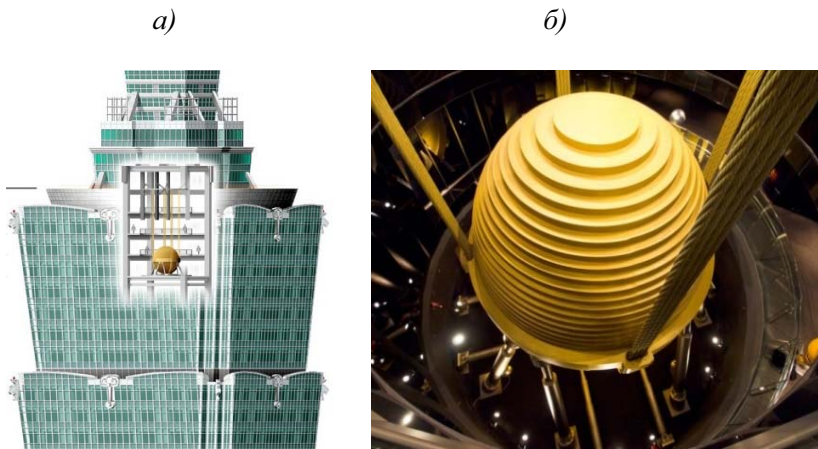


Рис. 6.9. Хмарочос «Taipei 101»: а – розташування демпфера у верхній частині будівлі; б – маятніковий демпфер у вигляді кулі

У 123-поверховому мега хмарочосі висотою 556-метровій «Lotte World Premium Tower» в м. Сеулі, проект розроблено архітектурним бюро «Kohn Pedersen Fox» (рис. 6.10, а). Проблема підвищеної гнучкості вирішена шляхом влаштування вбудованого водного гасника коливань – водяного демпфера. Він являє собою технічну систему, що включає у себе розташований у верхній частині будівлі наповнений водою резервуар, з яким зв'язані вертикальні трубчаті магістралі, що дозволяють

регулювати рівень води в резервуарі (рис. 6.10, б). Вода, що наповнює резервуар, має здатність гасити коливання та обмежувати амплітуду коливань значеннями, що є прийнятними для комфортного перебування людини.

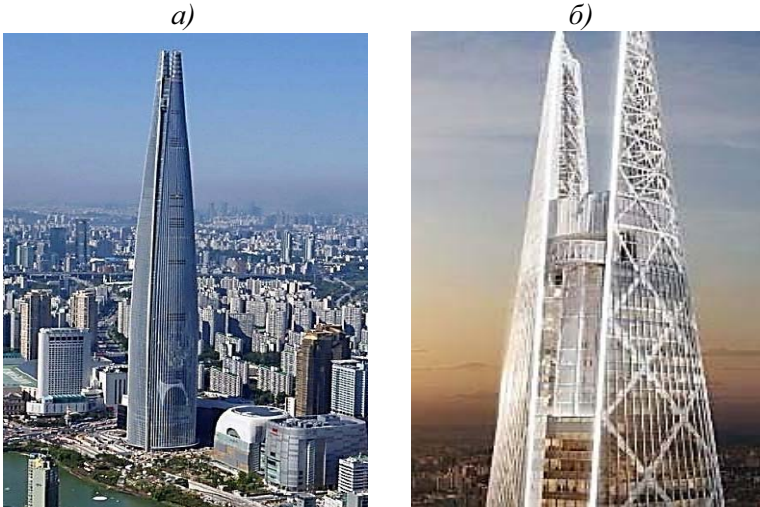


Рис. 6.10. Мега хмарочос «Lotte World Premium Tower»: а – загальний вигляд; б – розташування водяного демпферу у верхній частині будівлі

Одним з основних завдань сучасного висотного будівництва є вирішення питань пов'язаних із забезпеченням надійності та безпеки конструкцій. Завдання проєктувальників в цьому напрямку полягає у тому, щоб створити будівлю яка не зруйнується при обвалі її окремих індивідуальних конструктивних компонентів.

Узагальнюючи розвиток конструктивних систем висотних будівель за останні роки, можливо визначити їхні основні аспекти розвитку:

- застосування трьох основних конструктивних систем: стовбурної, оболонкової, стовбурно-оболонкової та варіантів їх поєднання;
- виникнення конструктивної системи – мегапросторового каркасу;
- використання діагональної решітки в якості несучого елемента зовнішньої оболонки;

- впровадження систем: активного, резонансного, фрикційного гашення коливань;
- впровадження конструктивних прийомів ефективного сприйняття вітрових навантажень на конструктивну систему будівель – аутригерних структур;
- використання подвійного вентиляованого фасаду.

6.3. Конструктивні схеми багатоповерхових будівель

За останні два десятиліття будівництво висотних споруд отримало значний розвиток у зв'язку із впровадженням сучасних будівельних матеріалів та огорожувальних конструкцій з високими теплотехнічними властивостями.

Проектування висотних будівель будь-якого призначення починається з вирішення основного завдання – вибору конструктивної системи виходячи з функціонально-технологічних вимог. Вибір конструктивної системи визначає роль кожного несучого конструктивного елемента в об'ємно-просторовій структурі будівлі.

У 1969 році Фазлур Хан запропонував класифікацію конструктивних схем для висотних будівель, де відображена ефективність кожної, в залежності від висоти будівлі. Хан визначав, що жорсткий каркас, який на той час домінував серед висотних будівель, не єдина схема яка підходить для висотних будівель. Через краще розуміння механіки матеріалів і роботи елементів, він вважав, що будівлю можна розглядатися цілісно. З розвитком комп'ютерного моделювання стало можливим аналізувати поведінку висотної будівлі в її загальній об'ємно-просторовій структурі. Зростання висоти будівель у часі, за термін із 1900-2010 рр., при вдосконаленні конструктивних систем (рис. 6.11).

У сучасному висотному будівництві застосовуються різні конструктивні системи та схеми з різноманітними варіаціями та комбонуванням (рис. 6.12).

Кількість можливих варіантів комбінованих систем досить широка. Варто зазначити, що термінологія конструктивних схем ще нормативно не визначена і має неоднозначне трактування в різних публікаціях.

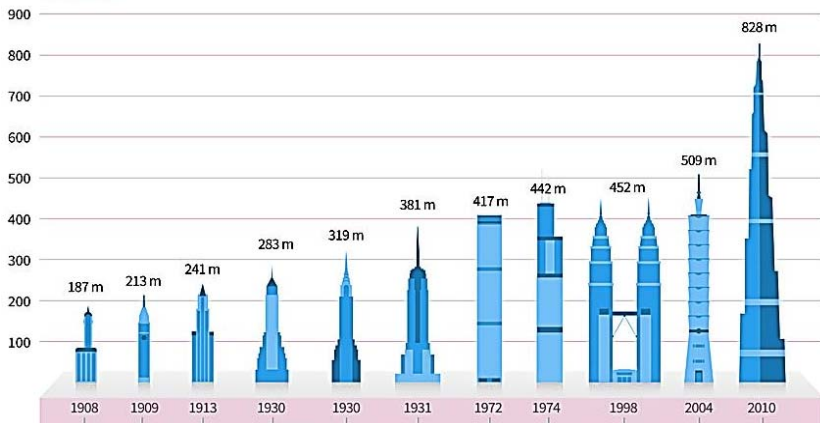


Рис. 6.11. Конструктивні схеми каркасів висотних споруд

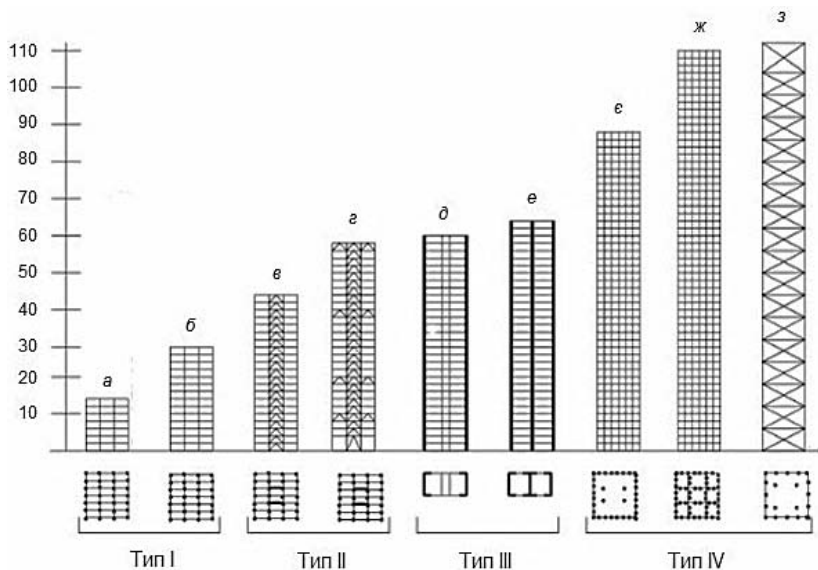


Рис. 6.12. Конструктивні схеми каркасів висотних споруд: *а* – напівжорсткий; *б* – жорсткий; *в* – з плоскими в’язями; *г* – з горизонтальними поясами жорсткості; *д* – трубна система з торцевими швелерами і внутрішніми фермами; *е* – трубна система з торцевими швелерами і середнім двутавром; *є* – зовнішня безроскісна оболонка; *ж* – рамний каркас з оболонками; *з* – зовнішня розкісна оболонка

Умовно всі конструктивні системи можна поділити на основні чотири типи:

- Тип I – Каркасна;
- Тип II – Каркасна з діафрагмами жорсткості;
- Тип III – Стовбурна;
- Тип IV – Коробчаста (оболонкова).

Комбіновані схеми мають більшу конструктивну гнучкість завдяки можливості розподілу частин зусиль за рахунок змінної жорсткості несучих елементів.

Каркасні конструктивні схеми мають певні компонування, що найкраще задовольняє об'ємно-планувальні рішення та функціональне призначення об'єктів будівництва. Однак з ростом поверховості ускладнюються конструкції рамних вузлів для сприйняття горизонтальних навантажень, що диктує перехід до рамно-в'язевих схем каркасу з розкисними сталевими вертикальними діафрагмами жорсткості (рис. 6.13):

а)



б)



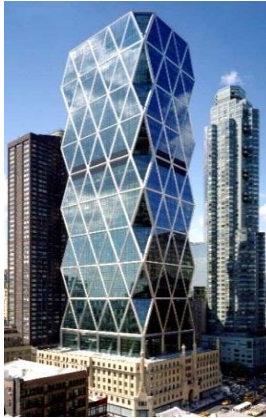
в)



а)



б)



в)



Рис. 6.13. Каркасні конструктивні схеми висотних споруд: *а* – напівжорстка (BMA Tower, м. Канзас-Сіті); *б* – жорстка (Nishi-Shimbashi Square, м. Токіо); *в* – з горизонтальними поясами жорсткості (Strarata SE1, м. Лондон); *г* – з зовнішньою розкісною оболонкою (One Maritime Plaza, м. Сан-Франциско); *д* – рамний каркас з оболонками (Hearst Tower, м. Нью-Йорк); *е* – трубна з зовнішніми аутригерами (HSBC Main Building, м. Гонконг)

Каркасні конструктивні схеми мають певні компонування, що найкраще задовольняє об'ємно-планувальні рішення та функціональне призначення об'єктів будівництва. Однак з ростом поверховості ускладнюються конструкції рамних вузлів для сприйняття горизонтальних навантажень, що диктує перехід до рамно-в'язевим схемам каркасу з розкісними сталевими вертикальними діафрагмами жорсткості. Каркасні та змішані системи в залежності від розподілу функцій між елементами каркаса для забезпечення просторової жорсткості та стійкості поділяють: рамні (рис. 6.14, *а*); в'язеві (рис. 6.14, *б*); рамно-зв'язкові (рис. 6.14, *в*).

У стовбурній системі жорсткість висотної будівлі забезпечується сходово-ліфтовим вузлом, що розташовується, як правило у центральній частині будинку виконується з монолітного залізобетону, сталевих конструкцій або їхньої комбінації. Жорсткість стовбурної системи, її стійкість і здатність

до гасіння горизонтальних коливань забезпечується закладенням центрального стовбура у фундамент. У свою чергу, стовбурні системи мають різновиди: консольне обпирання перекриттів на стовбур, підвішування зовнішньої частини перекриття до верхньої несучої консолі (аутригера), проміжне розташування несучих консолей висотою в поперек із передачею на них навантажень від частини поверхів.

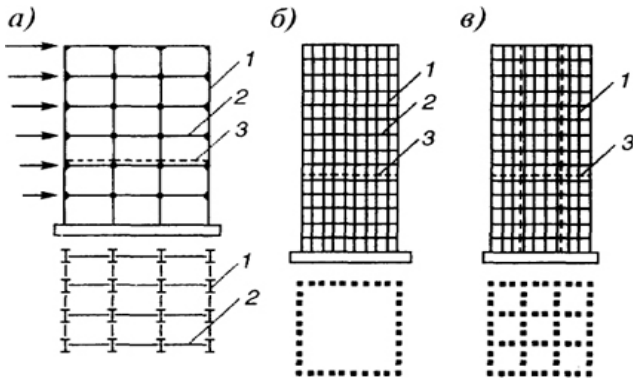


Рис. 6.14. Схеми основних рамних систем: а - звичайна; б - з зовнішньої просторовою рамою; в - рамно-секційна; 1 - колона; 2 - ригель; 3 - площина одного з перекриттів

Підвищення жорсткості несучого остову висотних будівель зі стовбурними конструктивними системами і їх опору дії динамічних горизонтальних впливів досягають використанням аутригерних структур. Вони виконують функцію елементів, що несуть на собі частину навантаження від перекриттів. Як правило, це досить тверді плоскі або просторові конструкції, розташовані по висоті будівлі з певним кроком і з'єднані між собою вертикальними стрижневим елементами, що забезпечують у випадку деформації стовбура обертання його у вертикальне положення.

Коробчаста конструктивна система є максимально жорсткою серед всіх систем завдяки зовнішній несучій оболонці, яка може виконуватись у вигляді безрозкісної та розкісної решітки зі сталі.

У випадку, коли жорсткості каркасної або стовбурної системи недостатньо, використовують комбіновані рішення конструктивних систем. Для підвищення опору несучого остову горизонтальним навантаженням застосовують комбінацію стовбурної стінової системи. У цьому випадку горизонтальні навантаження сприймаються не тільки зовнішньою оболонкою та центральним стовбуром, алей й внутрішніми несучими стінами. Комбіновані конструктивні системи мають більшу конструктивну гнучкість завдяки можливості розподілу частки сприйманих зусиль за рахунок варіювання жорсткості несучих елементів.

Стрижневі каркаси висотних будівель з точки зору розрахункової схеми повинні мати геометричну незмінюваність і працювати спільно як єдина система (рис. 6.15).

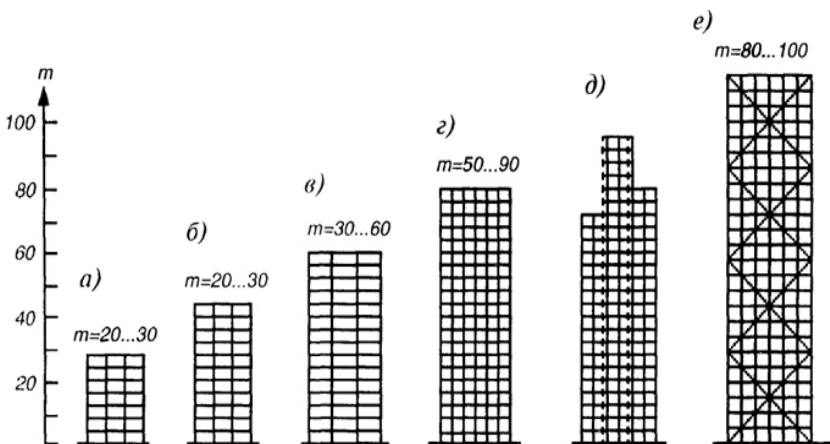


Рис. 6.15. Стержневі каркаси висотних будівель різних конструктивних систем: *a* - звичайна рамна система; *б* - в'язева або рамно-в'язева з діафрагмами жорсткості або внутрішнім стовбуром; *в* - те ж, з ростверком; *г* - рамна система з зовнішньою просторовою рамою; *д* - секційна-рамна система; *е* - в'язева система із зовнішнім стволом у вигляді просторової ферми

У регулярних системах цього можна досягти двома способами – створенням жорстких вузлів або відповідним розташуванням в'язей. В залежності від методу забезпечення незмінності, каркаси поділяють на закріплені та не закріплені від перекосу (рис. 6.16).

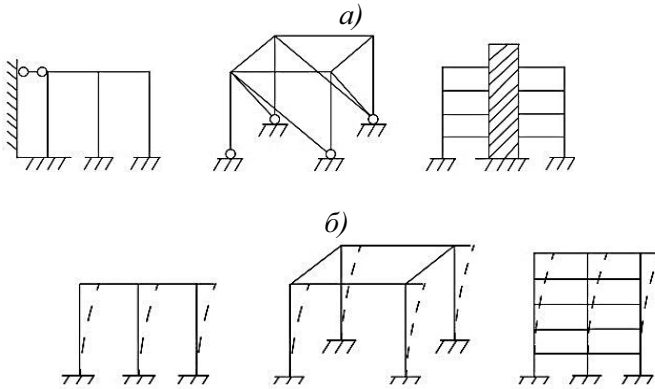


Рис. 6.16. Каркаси висотних будівель:
 а – закріплені; б – не закріплені від перекосу

Каркаси закріплені від перекосу розкладаються на окремі підсистеми і елементи, а незакріплені каркаси повинні розглядатися як єдина система. Таким чином, можливо виділити основні функції в'язей каркасів:

- забезпечення геометричної незмінюваності основної несучої конструкції;
- забезпечення просторової роботи всіх елементів і підсистем несучої конструкції як єдиного цілого;
- сприйняття та розподіл між елементами основної несучої конструкції горизонтальних навантажень;
- зменшення розрахункових довжин елементів основної несучої конструкції;
- підвищення зручності монтажу, як тимчасове закріплення елементів несучої конструкції при зведенні.

6.4. Типи в'язів висотних будівель

Відповідно до сприйняття і розподілу навантажень, в'язі поділяють на горизонтальні та вертикальні. Горизонтальні забезпечують утворення в висотних будівлях жорстких дисків, які розподіляють зовнішні силові дії між елементами, перешкоджають закручуванню каркаса, виходу із площини елементів і зменшують згинальні моменти. Вертикальні в'язі надають жорсткість при дії

горизонтальних навантажень вертикальним елементам будівлі, які з'єднують диски перекриттів.

З конструктивних особливостей, в'язі поділяють на концентричні та ексцентричні.

За геометричною формою вертикальні в'язі можливо поділити на чотири групи (рис. 6.17).

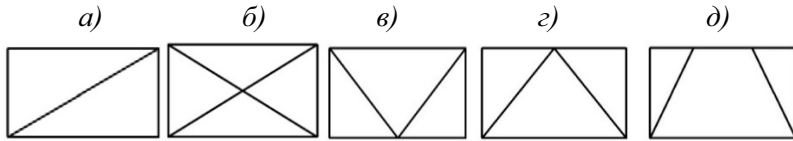
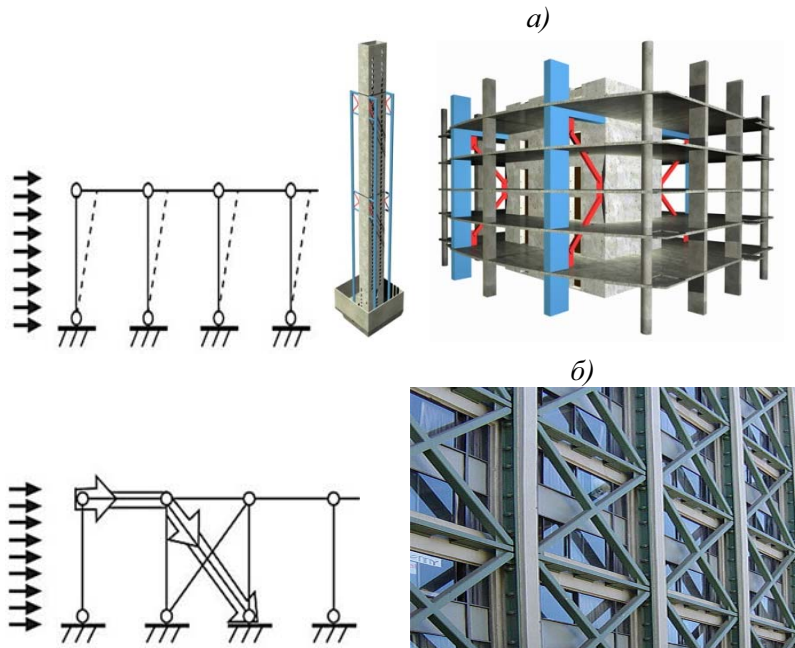


Рис. 6.17. Типи вертикальних в'язей:
a – діагональні; *b* – Х-подібні; *c, e* – V-подібні;
d – К- подібні або порталні

За конструктивною схемою в'язі поділяють на жорсткі та гнучкі. Жорсткі в'язі здатні сприймати стискаючі зусилля, передаючи небажаний силовий вплив в опору, а гнучкі – працюють тільки на розтягнення (рис. 6.18).



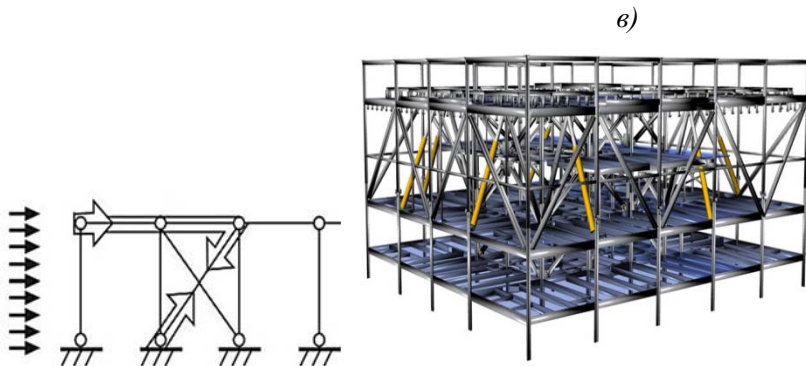


Рис. 6.18. Робота вертикальних в'язей:
а – незакріплений каркас; *б* – жорсткі в'язі; *в* – гнучкі в'язі

В'язі найбільш прості і недорогі з облаштування, але з архітектурної точки зору вони нівелюють можливість проектування прорізів. Для стін з прорізами в'язі проектуються на декілька поверхів або окремо для кожного поверху (рис. 6.19).

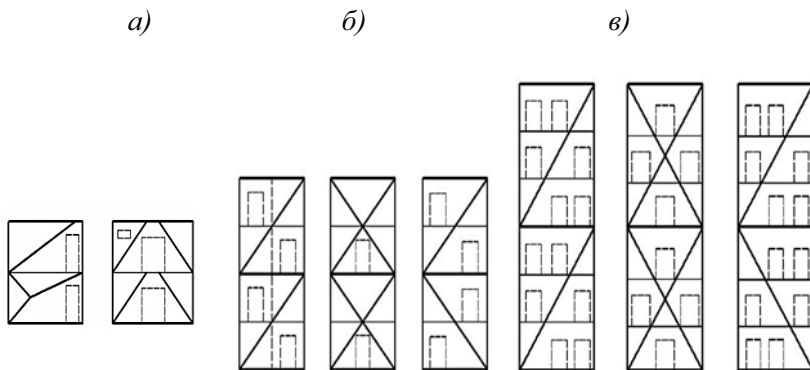


Рис. 6.19. В'язі в стінах з отворами:
а – на один поверх; *б* – на два поверхи; *в* – на три поверхи

У стінах без прорізів вирішальним стають статичні та конструктивні вимоги (рис. 6.20).

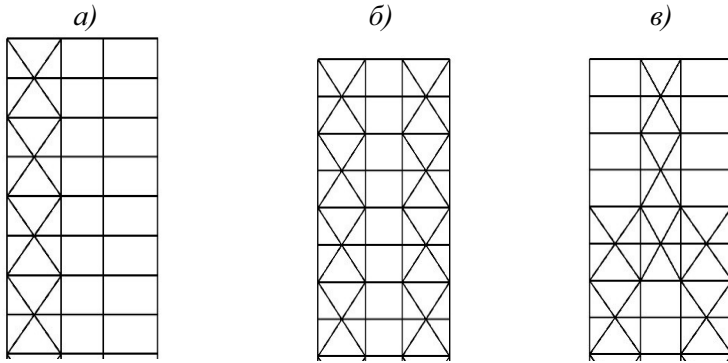


Рис. 6.20. Вертикальні в'язі в трьох прольотах:
a – проста хрестова; *б* – проста хрестова в двох прольотах;
в – рамне влаштування

6.5. Конструктивні особливості в'язей

Діагональні в'язі є найбільш простими і недорогими з облаштування, проте створюють несиметричне закріплення і повинні бути обов'язково жорсткими.

Закріплені від перекосу примиканням, в'язевими системами або монолітними діафрагмами, каркаси при аналізі можуть бути розбиті на окремі підсистеми і елементи, в той час як незакріплені – повинні розглядатися як єдині системи. Таким чином, виділяють наступні основні функції в'язей:

- забезпечення геометричної незмінюваності основною несучою конструкції;
- забезпечення просторової роботи всіх елементів і підсистем несучої конструкції як єдиного цілого;
- сприйняття та розподіл між елементами основної несучої конструкції горизонтальних навантажень;
- зменшення розрахункових довжин елементів основної несучої конструкції;
- підвищення зручності монтажу і тимчасове закріплення елементів несучої конструкції при зведенні.

Розкоси між елементам колон жорсткої рами утворюють стрижньову конструкцію, в якій колони являються поясами ферми. В'язі сприймають горизонтальні навантаження, а колони

– вертикальні. Колони, балки та в'язі як правило виготовляються із сталі, іноді із сталезалізобетону та рідко із залізобетону.

Вертикальні в'язі надають жорсткість при дії горизонтальних зусиль вертикальним елементам будівлі, які з'єднують перекриття. Осі в'язей повинні проходити через центральні осі основних вертикальних елементів – стійок і колон. Горизонтальні в'язі забезпечують утворення в будівлях жорстких дисків, які розподіляють зовнішні силові дії між елементами, перешкоджають закручуванню каркаса, виходу із площини елементів і зменшують згинальні моменти.

Зазвичай розкоси мають невеликий поперечний переріз і їх можна розміщувати в конструкціях перегородок або за облицюванням (рис. 6.21).

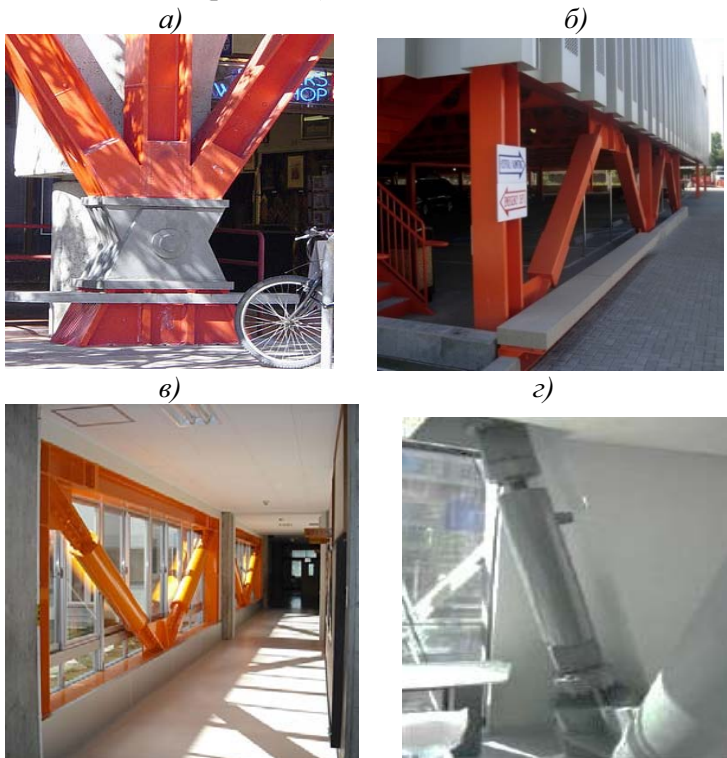


Рис. 6.21. Вертикальні в'язі каркасів висотних будівель:
а – зовнішні; б – зовнішні комбіновані; в – внутрішні комбіновані; з – внутрішні гідравлічні

Оскільки горизонтальні навантаження за своєю природою циклічні, тому вертикальні в'язі зазнають розтягування та стискання. Залізобетонні в'язі мають малу несучу здатність при розтягу. Тому сталеві та композитні в'язі найбільш поширені у будівництві. З іншого боку, втрата стійкості є критичним фактором для сталевих в'язей і вони повинні мати відповідні розміри.

Звичайні сталеві підсилюючі стрижні під впливом циклічного навантаження мають асиметричну поведінку: з одного боку, в результаті розтягування мають високу розтяжність, що є наслідком пластичності сталі, а з іншого боку, їх працездатність обмежується втратою стійкості при стисканні. Явище втрати стійкості при повздовжньому згині впливає на циклічну реакцію елемента, яка проявляється в циклічній деградації несучої здатності.

Для зменшення горизонтальних навантажень можуть використовуватись гідравлічні в'язі, які характеризуються дуже великою розтяжністю та високим рівнем поглинання енергії. Такі в'язі ідеально підходять для підсилення конструкцій каркаса.

У монтажних з'єднаннях переважно використовуються болтові або фрикційні з'єднання (рис. 6.22).

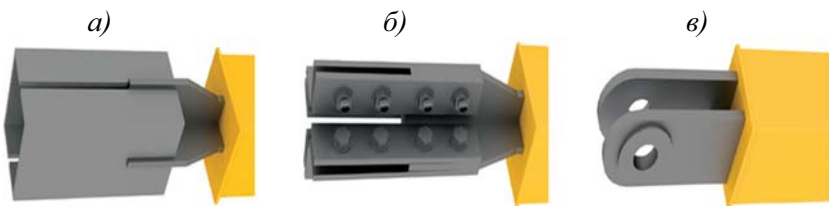


Рис. 6.22. Види з'єднань в'язів:
a – зварне; *б* – болтове; *в* – палець-проушина

Особливою перевагою шарнірних та зварних з'єднань в'язів полягає в тому, що без будь-яких проблем вони можуть бути з'єднані з існуючими балками, колонами та вузловими накладками.

Болтове з'єднання при установці декількох болтів починає сприймати навантаження, що дозволяє контролювати правильність геометрії при збірці конструкції. Зварні з'єднання

можуть бути більш ефективні тоді, коли болтові з'єднання призводять до складних вузлів (багато болтів, великі фасонки).

В наступний час у висотному домобудуванні використовуються в'язі, які закріпляться від повздовжнього згину (*Buckling restrained brace*). В'язь представляє собою сталеву пластину, яка оброблена покриттям для зменшення тертя та знаходиться в сталевій обоймі. Обойма складається зі сталевого замкнутого профіля, який заповнюється бетоном (рис. 6.23).

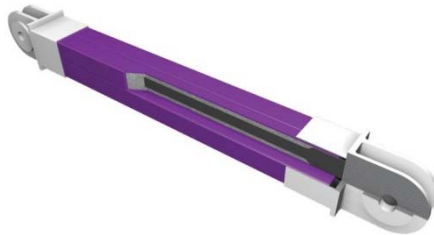


Рис. 6.23. В'язь від повздовжнього згину (*Buckling restrained brace*)

В стержні виникають повздовжні зусилля, які сприймаються тільки сталеву пластину. Сталева обойма забезпечує відповідний поперечний підпір (жорсткість) проти повздовжнього вигину стержня. Це призводить до однакових характеристик міцності та пластичності при розтягуванні і стисканні. Жорсткість і збільшена площа поперечного перерізу крайніх ділянок забезпечують пружну роботу, в той час як центральна частина забезпечує пластичність.

Каркаси укріплені до повздовжнього вигину в'язями, що мають ефективні рішення з'єднань значно збільшують сейсмостійкість будівлі. Але, кріплення підвищеної жорсткості (рис. 6.24, *a*) можуть вийти з ладу в результаті втрати стійкості з'єднувальних пластин і привести до відмови роботи в'язей за рахунок своєї нерухомості (рис. 6.24, *b*).

Застосування піддатливого вузлового з'єднання типу "Скорпіон" (*CAST CONNEX® Scorpion*) розробленого в Торонтському університеті, призначеного для підвищення сейсмічної ефективності концентричних рамно-в'язевих каркасів, вирішує цю проблему.

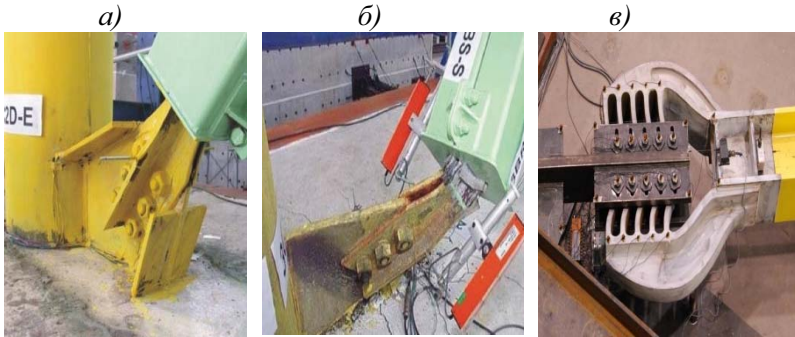
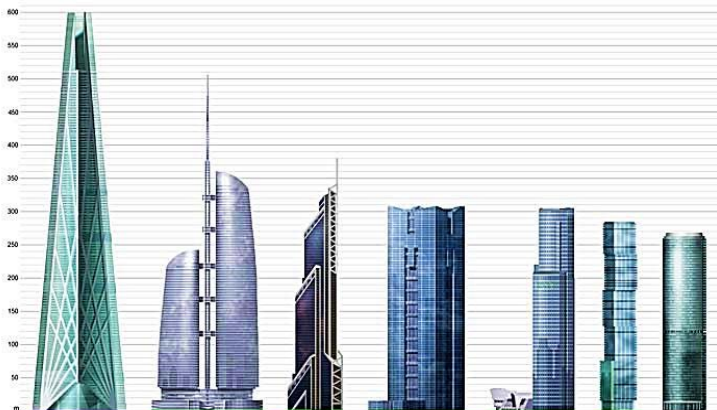


Рис. 6.24. Робота вузлових з'єднання в'язів:

a – жорстке з'єднання; *б* – втрата стійкості жорсткого з'єднання;
в – піддатливе вузлове з'єднання типу “Скорпіон” (*CAST CONNEX® Scorpion*)

Конструкція вузлового з'єднання типу “Скорпіон” (рис. 6.24, *в*) складається з двох конекторів (з'єднувачів) з литої сталі. Кожен конектор складається з кронштейна і ряду пальців з пластичної та в'язкої марки сталі. Пальці обох конекторів кріпляться болтами до з'єднувальної накладки, що з'єднана в місці перетину колони і балки. Дисипація енергії відбувається за рахунок згинальної пластичності з'єднувальних пальців.



7. СЕЙСМІЧНИЙ ЗАХІСТ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

7.1. Вплив сейсмічних коливань на будівельні конструкції

Висотні будівлі за типом будівельного матеріалу несучих конструкцій можна поділити на чотири основні групи: залізобетонні, дерев'яні, муровані, металеві. Найважливішими характеристиками матеріалів, які зумовлюють їх опір діям сейсмічних навантажень є розрахунковий опір та відношення міцності до питомої ваги матеріалу. Чим вищий розрахунковий опір, тим краще матеріал чинить опір сейсмічним впливам. На характер руйнування будівель та їх конструктивних елементів з різних матеріалів впливають також інші чинники – міцність на сколювання, міцність зчеплення, гнучкість. За вказаними характеристиками найбільшою стійкістю, у разі сейсмічних впливів, виділяються металеві будівлі, трохи меншою – дерев'яні та залізобетонні та найменшою – муровані.

Міцність будівельних матеріалів і конструкцій залежить не тільки від фізичних властивостей, але багато в чому визначається тими умовами, в яких вони знаходяться при експлуатаційних навантаженнях. В умовах землетрусів міцнісні характеристики матеріалів, природно, більшою мірою визначатимуться особливостями самого сейсмічного навантаження.

Однією з таких особливостей, характерною для будь-якого землетрусу, є короткочасність дії навантаження, тобто порівняно мала кількість циклів його повторення. Іншим чинником, що має велике значення для роботи будівельних конструкцій і матеріалів, є частота навантаження.

Оскільки сталеві конструкції найчастіше застосовуються у вигляді тонких стрижнів (колони, балки, в'язі), а сталь має високу міцність на розтяг і стиск при найвищій з усіх матеріалів питомій вазі, то руйнування металоконструкцій під час землетрусів відбувається від втрати стійкості. Загальну стійкість металоконструкцій можливо підвищити зміною закріплення на опорах в'язей, або встановленням додаткових в'язей по довжині, зменшенням навантаження за рахунок зменшення кроку колон,

прогонів, балок та ферм. Місцеvu стійкість металевих профілів підвищують за рахунок замкнених перерізів (труба, профільна труба). Дуже важливим є використання пластичних сталей, що мають відносне видовження до розриву більше 20%. У конструкціях з таких сталей велика частина енергії витрачається на утворення шарнірів пластичності, що зберігає цілісність будівлі загалом.

Розглядаючи несучу здатність конструкцій і матеріалів, слід мати на увазі, що сильний землетрус – явище відносно рідкісне, тому забезпечення експлуатаційної повноцінності об'єктів після землетрусу може бути економічно недоцільним, оскільки термін служби таких будівель може бути меншим за період повторюваності сильних землетрусів. Тому в сейсмостійкому будівництві не ставиться вимога забезпечення повного збереження і придатності до подальшої експлуатації будівель, що зазнали сейсмічних навантажень; головне – забезпечити безпеку людей і збереження найбільш цінного майна. Така вимога вимагає поняття граничного стану конструкції.

7.2. Основні принципи проектування висотних сейсмостійких будівель

Сейсмостійкість – здатність будівель і конструкцій витримувати землетруси з мінімальними пошкодженнями.

Сейсмостійкість об'єкта, перш за все, залежить від його висоти, його ваги в цілому, конструктивної системи, яка приймає на себе сейсмічну дію, сейсмічних регіонів, де будується об'єкт, включаючи і мікросейсмічних регіоналізацію, так як в зонах малої сейсмічної активності можуть існувати геологічні розломи, які можуть представляти підвищену геодинамічну небезпеку окремих об'єктів, особливо висотних будівель.

Традиційні методи і засоби захисту будівель і споруд від сейсмічних впливів включають великий комплекс різних заходів, спрямованих на підвищення несучої здатності будівельних конструкцій, проектування яких здійснюється на основі розроблених вітчизняним і зарубіжним досвідом будівництва норм та правил.

Проектування будівель і споруд в сейсмічно небезпечних районах починається з дотримання загальних принципів сейсмостійкого будівництва:

1. Принцип симетрії: маса і жорсткість конструкції повинні бути розподілені рівномірно і симетрично відносно площині симетрії, що проходять через центр ваги споруди, що досягається об'ємно-планувальними рішеннями будівель (рис. 7.1).

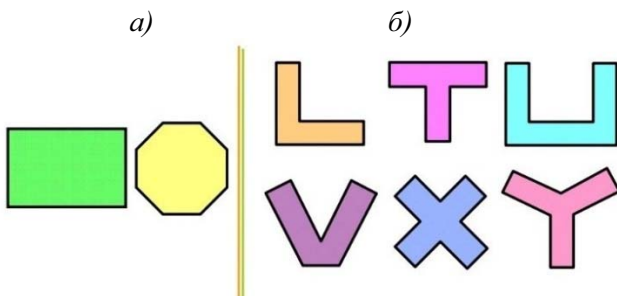


Рис. 7.1. Приклади об'ємно-планувальних рішень будівель:
а – прості; б – складні

Конструктивна несиметричність будівель призводить до зниження їх сейсмостійкості, що може стати причиною локальних руйнувань або повного обвалення. При несиметричній формі необхідно обмежувати розміри виступів, а також намагатися не застосовувати витягнутих в плані конструктивних рішень.

2. Принцип гармонії: необхідно дотримуватися пропорційності у розмірах будівлі, при цьому її довжина або висота не повинні бути надзвичайно великими. Граничні розміри, поверховість, висоту поверхів будівель приймають згідно з вимогами.

3. Принцип антиважкості: істотний вплив на значення сейсмічних навантажень має маса споруди. Тому при дії сейсмічних сил необхідно прагнути до максимально можливого зниження ваги конструкцій і отриманих навантажень.

4. Принцип еластичності: матеріали в конструкції бажано застосовувати міцні, легкі, такі, що мають пружні властивості; конструкції з них повинні мати однорідні властивості.

5. Принцип замкнутого контуру: несучі елементи конструкції повинні бути зв'язані між собою, утворюючи замкнуті контури як у вертикальному напрямку, так і в горизонтальному.

Конструктивне рішення таких контурів має забезпечити незалежну роботу кожного з них при сейсмічних коливаннях. Це досягається за рахунок антисейсмічних швів, які з метою економії слід об'єднувати з температурними і осадовими.

Антисейсмічні шви влаштовуються в будинках, якщо з точки зору функціональних і архітектурно-планувальних міркувань не можна уникнути складної і асиметричної форми будівлі в плані з перепадами висот 5 м і більше. Антисейсмічні шви в будинках зі стіновою конструктивною системою влаштовуються у вигляді подвійних несучих стін, а в каркасних будівлях – розміщенням подвійних рам.

6. Застосування сейсмоізоляції: доцільно застосовувати пристрої, що знижують інтенсивність коливальних процесів, які передаються від ґрунту на будівлю.

7. Забезпечення надійності фундаментів: для сейсмостійких конструкцій фундаменти повинні бути міцними, достатньо глибоко закладеними, бажано на податливих прошарках або спеціальних субструкціях, що замінюють слабкі ґрунти, для забезпечення однорідності і міцності ґрунтової основи.

7.3. Системи сейсмічного захисту висотних будівель

В будівлях із каркасними конструктивними схемами можливо виділити три системи сейсмічного захисту: *пасивну, активну та комплексну*.

Пасивна система передбачає:

- вибір об'ємно-планувальних рішень і конфігурації будівель, як правило, з симетричними конструктивними схемами;
- проектування антисейсмічних замкнутих відсіків простої форми;
- рівномірний розподіл жорсткостей конструкцій та їх ваги;
- забезпечення міцності несучих конструкцій без послаблення вузлів;

– влаштування в рівнях перекриттів і покриттів діафрагм жорсткостей, для рівномірного розподілу сейсмічних навантажень між вертикальними конструкціями (в багатоповерхових будівлях).

Активна система передбачає:

– зниження сейсмічних навантажень за рахунок регулювання їх динамічних параметрів для запобігання резонансного збільшення амплітуд коливання будівлі, зменшення резонансних ефектів;

– зміна динамічних жорсткостей або періодів власних коливань будівель при землетрусах. При цьому використовуються спеціальні конструктивні рішення в'язів (рис. 7.2), ковзких поясів, гасителів коливань, кінематичних фундаментів, пальових фундаментів які мають дисипативні характеристики самоорганізації, в рамно-зв'язкових системах складання діафрагмам жорсткості, гумово-сталевих циліндричних опор, тощо.

Основна вимога ефективної роботи систем активного сейсмосахисту є розбіжність частот їх власних коливань від переважаючих за інтенсивністю частот сейсмічної рухомості ґрунтових основ будівлі.

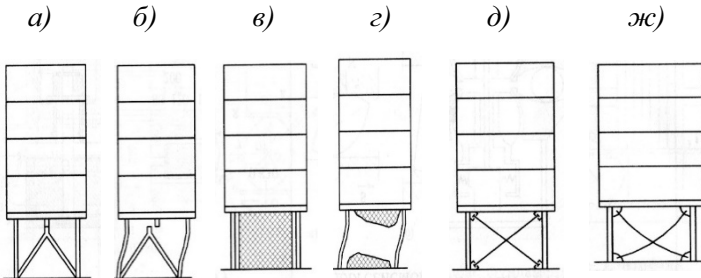


Рис. 7.2. Активна система сейсмосахисту за допомогою в'язів, які виключаються: а – спеціальні елементи, що виключаються; б – зв'язкові панелі, що руйнуються; в – пружні в'язі; г – провисаючі розтяжки; д – упори, що обмежують деформації; ж – жорсткі панелі (для висотних будівель).

Комплексна система поєднує застосування пасивного та активного сейсмосахисту будівель.

7.4. Перспективні напрямки сейсмічного захисту висотних будівель

Ефективний сейсмічний захист забезпечують конструкції демпфування (рис. 7.3), що можуть впроваджуватись при проведенні ремонтних робіт.

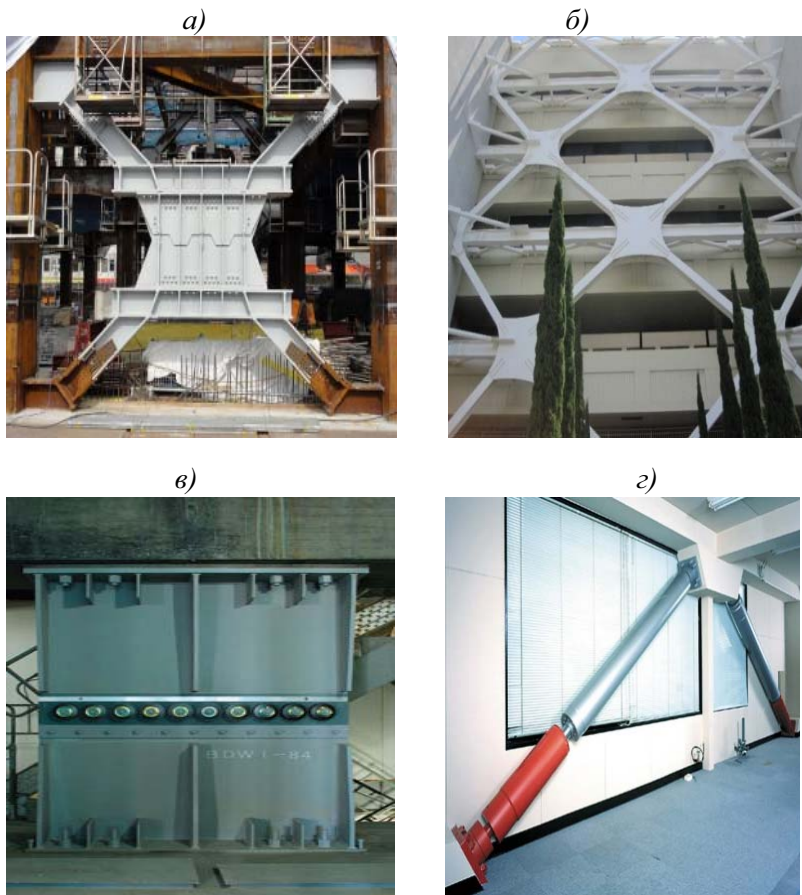


Рис. 7.3. Демпфери:
а – кінематичні; б – структурні;
в – демпфіруючі стіни; з – гідравлічні

В даний час у світовій практиці поширюється тенденція забезпечення сейсмічного захисту каркасних будівель за принципом сейсмічної ізоляції об'єкта - демпфірування (гасіння коливань). Демпфірування будівель відоме дуже давно і постійно вдосконалюється за розрахунковими методиками, новими конструктивними рішеннями, розробками та модифікаціями (рис. 7.4), застосуванню спеціальних сплавів і композитних матеріалів з пам'яттю. Даний спосіб сейсмічного захисту хоча і відносно дорогий, проте найбільш надійний та ефективний.

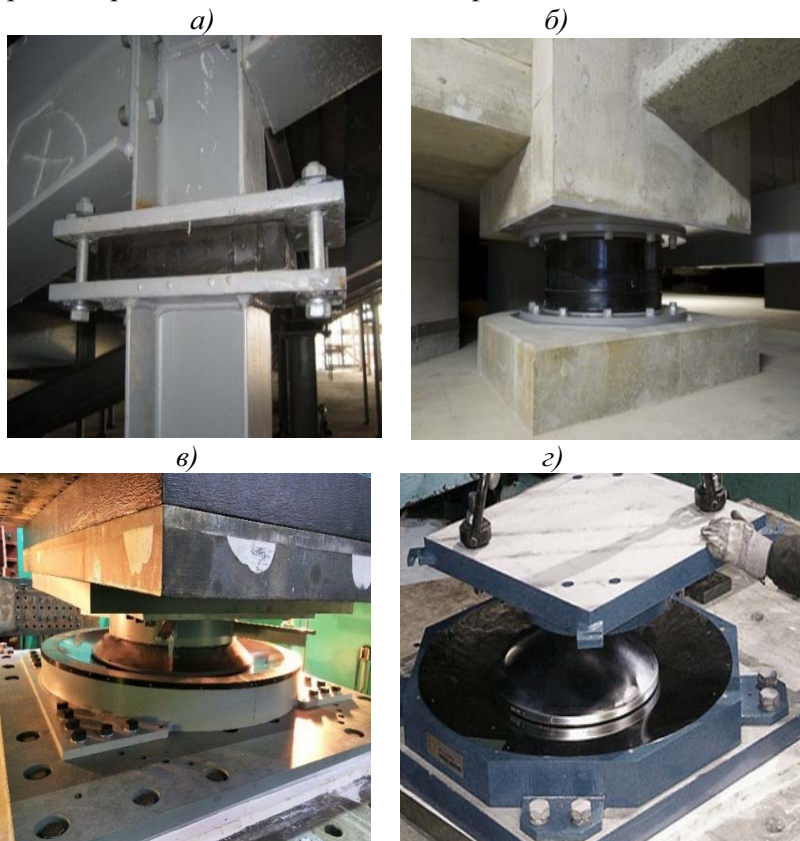


Рис. 7.4. Сейсмостійкі опори:
а – гумометалеві; *б* – фрикційні; *в* – ковзаючі;
з – маятникового типу

Згідно рекомендацій нормативних документів розрахунки споруд на аварійне сполучення навантажень з урахуванням сейсмічного впливу слід виконувати із використанням:

- спектрального методу;

- прямого динамічного методу із застосуванням інструментальних записів прискорень ґрунту при землетрусах або набору синтезованих акселограм;

- нелінійного статичного розрахунку, що застосовується за необхідності врахування нелінійної реакції конструкцій в якості альтернативи нелінійному динамічному розрахунку.

Нелінійний статичний розрахунок рекомендується застосовувати в випадках:

- як альтернативу прямому динамічному методу з використанням пакета акселограм зважаючи на можливі складність і громіздкість таких розрахунків, а також через значну невизначеність вихідних даних;

- при проектуванні будівель і споруд з використанням методології, заснованої на вивченні стану конструкцій при різних рівнях сейсмічного впливу (*м.з. Performance - Based Seismic Design*);

- при оцінці та відновленні сейсмостійкості будівель, що експлуатуються, з урахуванням їх фактичного технічного стану (дефектів, пошкоджень тощо).

Нелінійний статичний розрахунок є інструментом оцінки несучої здатності конструкцій. Він передбачає монотонне навантаження нелінійних багатомасових розрахункових моделей набором розподілених сейсмічних горизонтальних сил до досягнення визначених меж переміщень у вибраному рівні. БРМ може бути навантажена аж до руйнування з метою оцінки її кінцевих деформацій і несучої здатності.

Нелінійний статичний розрахунок є першим етапом двоетапної процедури, в результаті якої отримують криву (спектр) несучої здатності БРМ. Спектр несучої здатності представляє собою відношення зсуву основи за сейсмічного впливу до горизонтальної реакції (переміщення) будівлі. Спектр несучої здатності будується в координатах "*спектральне прискорення - спектральне переміщення*" з використанням залежностей "*відновлююча сила - переміщення*" для кожного рівня по висоті будівлі. Отриманий спектр використовується для

визначення переміщень еквівалентної одно масової системи (ЕОМС) за визначеного сейсмічного впливу шляхом нелінійного динамічного розрахунку ЕОМС. Таким чином, уникають необхідності нелінійного динамічного розрахунку вихідної БРМ. Крім того, на основі спектру визначають коефіцієнти податливості, а також коефіцієнти редукції (зниження сейсмічної реакції) будівель за сейсмічних впливів.

Методологія, що використовує спектр, знайшла відображення в нормативних документах США і ДСТУ-Н Б EN 1998-1, а також реалізована у поширених розрахункових комплексах.

Сучасні методи виконання нелінійного статичного розрахунку дозволяють враховувати несиметричність об'єкта в плані та по висоті, вплив вищих форм коливань для висотних будівель і протяжних споруд, взаємодію в системі *"основа - фундамент - каркас будівлі"*. З розвитком комп'ютерного моделювання стало можливим аналізувати поведінку будівлі в її загальній об'ємно-просторовій структурі.

8. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИСОТНОГО ДОМОБУДУВАННЯ

8.1. Еволюція архітектурних і технологічних рішень висотних будівель

Аналізуючи тенденції розвитку висотних будівель кінця ХХ – початку ХХІ століття, можливо виділити чотири основні напрямки їх архітектурно-стильових рішень:

1. **Структурний експресіонізм** – деталізація фасадів за допомогою виявлення структурних елементів несучих конструкцій зовнішнього каркасу будівель, металевих діагональних решіток;

2. **«Дигітальна» архітектура** – характеризується створенням форм висотних об'ємів, які виходять за межі декартової системи координат і не мають ізометричного опису;

3. **Біоекологічна архітектура** – забезпечує гармонізацію архітектурної оболонки будівель з локальними кліматичними особливостями території їх розташування, використання

енергетичних можливостей зовнішнього клімату для енергозабезпечення, використання природного освітлення приміщень, впровадження енергоефективних технологій та інженерно-технічного забезпечення;

4. *«Кінематична» архітектура* – передбачає постійний рух будівель у просторі, розробка і впровадження екологічних та енергоефективних рішень.

Починаючи з середини ХХ століття, архітектори і інженери розробляють наукові та методологічні основи проектування та зведення будівель, що покращують штучне середовище життєдіяльності людини.

Енергоспоживання висотних будівель виділено основним критерієм оцінки якості проекту, враховуючи що «традиційні» будівлі наділені великими резервами підвищення теплової ефективності. У проектах висотних будівель, основна увага приділяється енергоспоживанню та заходам по збереженню енергії. Основна увага приділяється енергоефективності висотним будівлям. Під енергетичною ефективністю розуміють здатність будівлі та її інженерних мереж забезпечувати заданий рівень витрат енергії для підтримання оптимальних параметрів внутрішнього мікроклімату в приміщеннях об'єкта, відповідно функціонального призначення. При цьому оптимальні параметри внутрішнього мікроклімату являють собою поєднання показників, які при тривалому та систематичному впливі забезпечують нормальний психофізіологічний стан людини що знаходиться в приміщенні. Сучасний період розвитку висотного будівництва характеризується появою енергоефективних об'єктів.

У даний час будівництво хмарочосів орієнтуються на збільшення поверховості, поновлення або повну енергонезалежність висотних будівель та застосування екологічних об'єктів, застосуванню екологічно чистих, безпечних матеріалів. У цих напрямках фахівці проектувальники вдаються до застосування композитних матеріалів. Як правило, такі матеріали в середньому знижують на 10% загальну вагу будівель, значно підвищують теплоізоляційні властивості конструкцій, а за рахунок застосування нових технологічних рішень прискорюють технологію зведення.

На сьогодні такі передові технології застосовуються в країнах Азії. Таким прикладом є стурбовані системи з підвищеною стійкістю висотних конструкцій, що обумовлено високою ймовірністю вступу в дію факторів природних катаклізмів.

Так, при зведені 88-поверхового хмарочоса Цзінь Мао (англ. *Jin Mao Tower*), висотою 421 м, що знаходиться у Шанхаї, застосовані інноваційні рішення з підвищення сейсмічного захисту. Будівля розділена на 16 сегментів, кожний сегмент на восьму частину коротше шістнадцяти поверхової підставки. Центральний бетонний каркас має 8 кутів, він оточений 8 композитними колонами та 8 зовнішніми сталевими колонами. Це створює постмодерністську форму, на верхніх ярусах будівля ускладняється і злегка звужується, тим самим створюється ритмічний візерунок властивий китайській архітектурі. За оцінками фахівців, може зберігати цілісність своїх конструкцій при швидкості вітру більше 200 км/год, а також протистояти підземним поштовхам потужністю до 7 балів. Це забезпечується завдяки реалізації рухомих сполук всередині несучих колон із сталі (рис. 8.1).

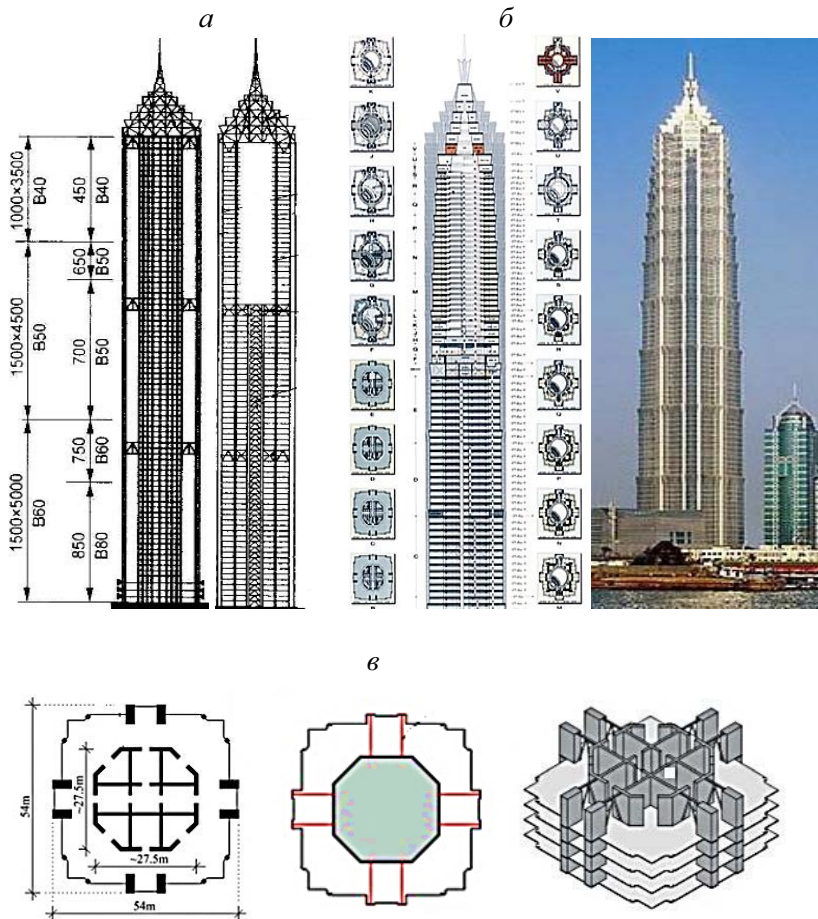


Рис.8.1. Хмарочоса «Jin Mao Tower»:
 а – конструктивне рішення; б – загальний вигляд будівлі;
 в – конструкція рухомих сполук хмарочоса

Не менш яскравим прикладом інноваційних конструктивних рішень є Шанхайська башта (англ. *Shanghai Tower*) в Шанхаї, район Пудун. Супер хмарочос у 128-поверхів, висотою 632 м спроектовано американским архітектурним бюро «Gensler» (рис. 8.2).

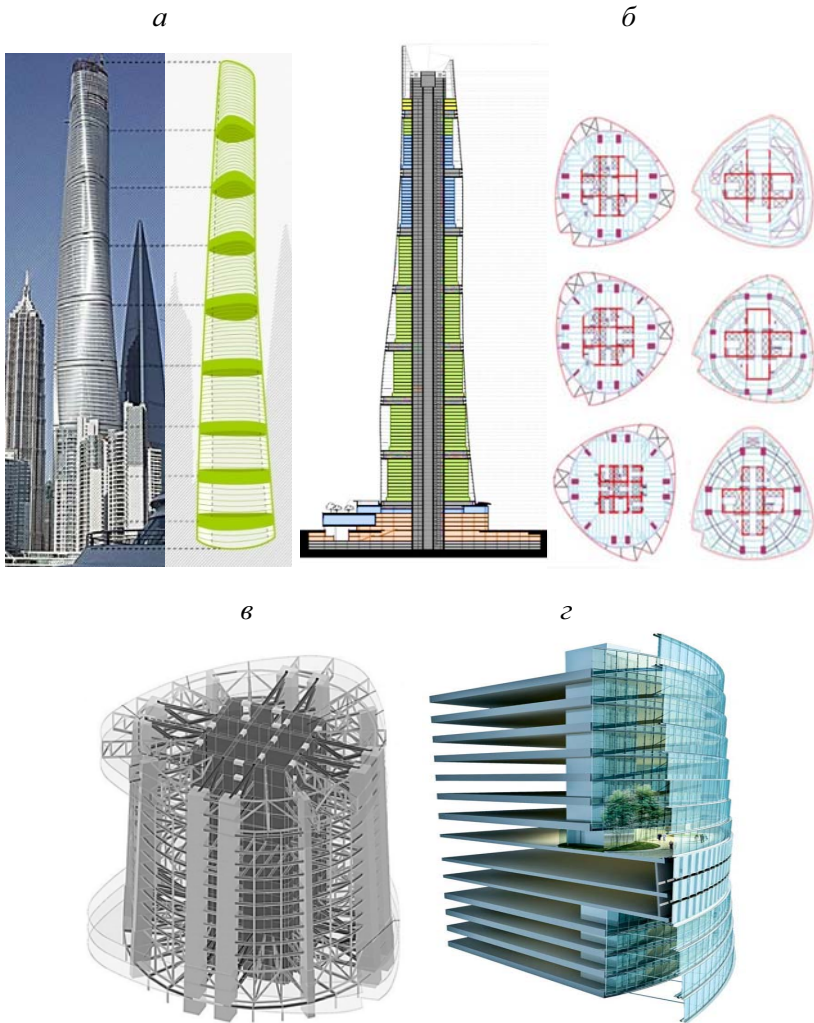


Рис. 8.2. Супер хмарочоса «Shanghai Tower»:
a – загальний вигляд будівлі; *б* – конструктивне рішення;
в – конструктивне рішення, що надає форму обертання;
г – конструкція двохарового скління по фасаду будівлі

Хмарочос складається з дев'яти циліндрових будівель (рис. 8.2, а, б), які збудовані одна на одній і мають зовні друге подвійне «покриття» трикутної форми, що створює форму обертання внутрішньої частину будівлі (рис.8.2, в). Двошарове скління покращує теплоізоляційні властивості будівлі та забезпечують пропускання багато природного світла, знижує витрати на енергію для освітлення та опалення приміщень (рис.8.2, г). Звужена форма вежі зменшує вітрові навантаження на будівлю майже на 25%. Величезний вплив на забезпечення стабільності конструкції надає наявність плавального басейну, розташованого на 57 поверсі хмарочоса, що дає можливість будівлі балансувати в просторі під дією вітрових і сейсмічних навантажень.

В будівлі спроектовано дев'ять зелених садових зон, а на фасаді будівлі встановлено 270 вітрогенераторів.

Не на останньому місці при зведенні висотних будівель залишається підвищена турбота про довкілля. Сучасні хмарочоси все частіше відіграють роль повітряних фільтрів, які прибирають з повітряного простору парникові гази, інші шкідливі речовини. Яскравим прикладом є будівля Банку Америки (англ. *Bank of America*), що розташована на острові Манхеттен в Нью-Йорку. Проект будівлі, розроблений фірмою «Severud Associates», створено з метою створення найбільшої екологічності. В 54-поверховому хмарочосі висотою 365 м передбачена система накопичення і очищення дощової води, в конструкції стін встановлені очисні системи які здатні виводити забруднене повітря і віддавати його назад у простір вже в очищеному вигляді. Башта має енергетичну установку яка може виробляти 4,6 МВт електроенергії (рис. 8.3).

8.2. Концепції екологічних хмарочосів

Людина завжди сприймає висотні будівлі як неекологічні об'єкти природного середовища. При їхній будові використовуються штучні матеріали, які не сприяють натуральності та врівноваженості співіснування їх з природним довкіллям. Крім того, на підтримку функцій традиційних висотних будівель - хмарочоси витрачається дуже багато енергетичних ресурсів, що в свою чергу здійснює певний екологічний вплив на оточуюче середовище. З цих умов перед

архітекторами постає задача створення таких хмарочосів, які повинні лаконічно вписувались в навколишнє середовище та не спричиняти екологічних змін. В цьому напрямку архітектори, конструктори і інженери всього світу розробляють різні концепції. Одна з таких концепцій це копіювання природи і поновлення енергії споживання самим висотним об'єктом.



Рис. 8.3. Хмарочос «Bank of America»

В природі немає нічого, що марнується. Отож, в висотних будинках необхідно використовувати відновлювальні матеріали і якомога менше невідновлювальної енергії споживання. Це зовсім не означає, що можна встановити вітряну турбину над багатоповерхівкою і таким чином вирішити питання екологічності. Принципові архітектурні рішення пішли далі і передбачають, як головну умову, органічне вписування будівлі в довкілля.

Світова організація, яка займається пропагандою зеленого будівництва, World Building Council (WGPC), представляє дані, що 65% електроенергії в США і 40% в Європі споживають багатоповерхівки. Ріст загальносвітового будівельного ринку щорічно становить 3%, а екологічного будівництва щороку

збільшується на 30%. Крім того, відзначається, що зведені зелені вежі є ощадними у відношенні кінцевої енергії, води, утилізації відходів та інше.

При проведенні обстеженні існуючих 170 екобудинків в США визначено, що їхнє будівництво було дорожчим на 1,5% від традиційного. Але економія при експлуатації значно перекрила початкові затрати. Отже, якщо рішення про те, що інвестиція має бути екологічною, що приймається на стадії концепції проектування, то досвідченість виконавців такого будівництва значно знизить початкові витрати і не потрібно буде платити більше ніж за звичайне будівництво.

Ідея створення екологічних «озелених» хмарочосів здатних забезпечувати себе електроенергією вже не нова, але у своїй більшості поки існує тільки проекти. Особливої уваги заслуговує проект «EDITT Tower» для Сінгапуру. Автор проекту Ken Yeang змінює міський пейзаж Сінгапуру в квітучий оазис (рис. 8.4).



Рис. 8.4. Проект екологічного хмарочоса в Сінгапурі

За задумом проекту половина поверхні цього хмарочоса буде покрита рослинами, а 26-ти поверхова вежа перетворена в зелені тераси. В середині будівлі є відкриті простори і оранжерей. Але на цьому «екологічність» будівлі не закінчується. Оскільки Сінгапур відомий своїми зливами, будівля збиратиме дощову

воду яка буде використовуватися для поливу рослин і в технічних цілях (наприклад, для зливу води в туалетах). Крім того, на будівлі буде розміщено 855 кв. метрів фотогальванічних панелей, які забезпечать майже 40% потреб в електроенергії. В планах - перетворення відходів і стічних вод в добрива та біопаливо.

Заслуговує увагу проект Голандської проектної фірми, що спроектувала для Південної Кореї будівлі у вигляді зелених копичок – вони повинні вписатися в місцеві пагорби подалі від смогу Сеулу. Верхні поверхи будуть житловими, а нижні – школи, офіси, магазини. Екомісто передбачає проживання 77 тисяч осіб. Будинки без кутів оточені терасами з живими рослинами і водоспадом (рис. 8.5).

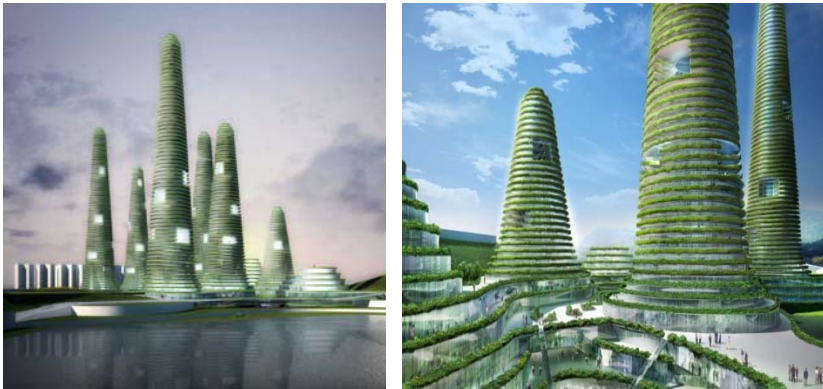


Рис. 8.5. Проект «Екомісто» в Сеулі

Варто уваги, з точки зору естетичного задоволення, 12-поверхова будівля в Австралії разом з двогектарним полем для вирощування вегетаріанської їжі (рис. 8.6.). Датський проект передбачає комплексів з можливістю переміщення кожного приміщення розміром 7,8 на 7,8 метри. Такий розмір є оптимальним для окремого офісу чи квартири – власне для цього і спроектована будівля. Все це є результатом інноваційних поmysлів архітекторів, конструкторів та інженерів концептуального розвитку екологічних хмарочосів.



Рис. 8.6. Датський проект екологічного хмарочоса

Будівництво фешенебельного екологічного готелю «Royal Atlantis» розпочато в м. Дубай, Об'єднаних Арабських Еміратів. За словами його творців, хмарочос повинен стати «еталоном екологічності», а готель «еталоном розкоші». У цьому скляному палаці буде 800 номерів і 250 апартаментів. Вартість будівництва – 1,4 мільярда доларів, відкриття в 2018 році (рис 8.7).



Рис. 8.7. Загальний вигляд проекту Екологічного готеля «Royal Atlantis»

8.3. Концепції екологічних штучних міст хмарочосів

Новий концептуальний проект «висотне місто», розроблений французькою архітектурною фірмою VCA, цілком ймовірно буде зведений в китайському місті Шеньчжень, одному з найбільш швидко міст світу.

Весь комплекс буде складатися з шести будівель і разом з прилеглою рослинністю, займатиме трохи більше 319 000 квадратних метрів. Зелені рослини будуть рости не тільки навколо, але всередині самих хмарочосів і на спеціальних майданчиках зовні.

Хмарочоси складаються з центральної частини, на яку, якби нанизані окремі блоки – «фермерські обв'язки» (farmscraper) (рис.8.8).



Рис. 8.8. Загальний вигляд проекту «Висотне місто»

Загалом будівлі нагадують пірамідки з камінчиків, зазвичай які викладають на березі моря. Незважаючи на те, що в дизайні немає певних акцентів, в загальному комплекс з шести будівель виглядає цілісно і по новаторськи. Засклені оранжереї радують погляд.

«Камінці» будуть виготовлені з металевих конструкцій, саме ця технологія дозволить сформувати складну, природну форму. Усередині незвичайних хмарочосів будуть розташовані всі життєва необхідні заклади. При чому, кожен «камінчик» буде задовольняти якусь одну потребу. В одному блоці розмістяться офіси, в іншому житлові квартири, третьому магазини і так далі,

під землею величезні автомобільні стоянки. Усередині кожного відділення буде сформована зелена зона з повноцінними рослинами, яка сприятиме поліпшенню загальної екологічної ситуації міста (рис. 8.9).



Рис. 8.9. Об'ємно-планувальна структура проекту «Висотне місто»

Незвичайна концепція «Висотного міста» є енергонезалежною. Скрізь, де тільки можливо, без дотримання законів симетрії, на зовнішній стороні «камінчика» встановлюються вітрогенератори, які доповняють сонячні батареї та фотогальванічні елементи. Залишається порадити за мешканців Шеньчжені, та й в принципі за все людство, що такі живі і справжні хмарочоси незабаром з'являться на нашій планеті

Проект «Lilyrad», архітектора Вінсент Каллебаут (*Vincent Callebaut*) з Бельгії, «Місто на воді» потрапляє в категорію, про яку можливо тільки мріяти, а за сміливість у вигаданому, тільки аплодувати. Фактично, це штучне місто із будинків що опинилися під водою в результаті зміни клімату. Таке місто може вмістити 50 000 жителів і здатне плавати по всьому світу, як незалежне і повністю самостійне розкішне супер судно. На борту – штучні озера, штучні пейзажі гір, справжні сонячні батареї, вітрові генератори і установки, які використовують енергію хвиль – все для виробництва електроенергії. Немає ні доріг, ні автомобілів, ні брудного виробництва. «Lilyrad» – найчистіший зелений мегаполіс майбутнього трохи підтопленого світу (рис.8.10).



Рис. 8.10. Проект «Місто на воді»

9. ПІДСУМКИ АБО ЧОМУ ГОРЯТЬ ХМАРОЧОСИ ?

Руїнича сила пожежі, як Стихії Вогню, нещадна та некерована, що залишає після себе згарища та попіл. Масштабність пожеж буває неочікуваною та непередбачуваною, не зважаючи на потужні зусилля вогнеборців, застосування сучасної техніки та новітніх технологічних заходів. Це дійсно розгул Стихії, але...це і певний рішучий та терміновий регулятор, своєрідний сигнальчик про вкрай негативної ситуації, що склалася.

Масштабні пожеж у свої часи в Парижі, Московії, Лондоні із чисельними людськими втратами, свідчать про епохальність цих подій та їх не випадковість. На місті дерев'яних будинків та споруд, згодом з'явилися чудові капітальні архітектурні ансамблі та унікальні витвори мистецтва кам'яних справ майстрів. На зміну малоповерхової, пожежно

небезпечної забудови, прийшли багатопверхівки, а згодом і хмарочоси.

Алчність та амбітність, бажаючих прославити себе магнатів та олігархів, як вулканічна маса, вибухово діючи із середині людини, примушує її долати височінь, підіймати “свої” будівлі все вище і вище, не зважаючи на усілякі морально - естетичні предостороги, містобудівні, технологічні та інші обмеження, реальні ризики. Так відбувалось і із хмарочосом “Крайслер-білдинг”, що в Нью-Йорку: коли його засновник , автомобільний магнат Крайслер, вирішив звеличити себе будівництвом найвищого в світі хмарочосу і раптом дізнався, що один із його конкурентів планує перевершити його задум, збудувавши дещо вищу споруду. Відразу після цього, проектувальники отримують наказ – “Додати висоти!”, і це, коли будівництво вже тривало, фундаменти були розраховані на навантаження від попередньо визначеної висоти, конструктивний каркас обчислений і випробуваний. Але надбудова (Стайлінг) , не зважаючи на все це, була зроблена і досить тривалий час хмарочос залишався найвищим у світі.

Сучасні хмарочоси - рекордсмени досягають “космічної” висоти, а технічні засоби та технологічне обладнання цих споруд, за допомогою яких здійснюється стійкість і надійність їх функціонування та експлуатації, забезпечуються комфортні умови перебування іменитих персон, просто фантастичні за витратами.

Пожежі хмарочосів в світі тривають, але розмах цього явища поширюється, приносячи величезні збитки, загибель людей, забруднення довкілля. І справа не тільки в значній складності забезпечення пожежної безпеки, про що доводиться у окремих розділах цієї книзі, річ іде про порушення екології, де гармонізацію життєвого простору. Розповсюджуючи хмарочоси, ми створюємо негативні умови для життя, праці та відпочинку людей, бо перебування за розрахунками спеціалістів, на висоті поза дев'яти поверхів від земної поверхні, призводить до фізичних недомагань, психічних розладів, хвороб та смерті.

Крім того, в кожній конкретній ситуації здебільше ускладняється, дегармонізується середовище за рахунок зайвої концентрації висоток, їх хаотичного скупчення, застосування

спрощеної фізичної форми будівель, що також проізуводить до естетичної деструктуризації довкілля.

Одним із яскравих прикладів пожежі, причини якої лежать на поверхні, є пожежа, що сталась в квітні минулого року в столиці Чечні в 40 -поверховому хмарочосі "Олімп".

Цей хмарочос, був збудований в житловому комплексі "Грозний-Сіті", поблизу мечеті. На будівлі був встановлений найбільший в Світі годинник, час на якому в наслідок пожежі зупинився у 20.30 (рис. 9.1-9.3).

По-перше, це була найвища будівля комплексу, висота якої аж ніяк не була композиційно виправдана за законами гармонійної організації цього простору. Тут явно простежується амбіційність замовника, який бажав бути вище за усіх та й ще мати найзначного за розмірами годинника на даху цієї споруди у світі.

По-друге, самий житловий комплекс "Грозний-Сіті", занадто близько розмістився до Мечеті, при такій висотній забудові, тобто була продемонстрована неповага до Ісламської релігії в столиці Чечні, що неприпустимо.

По-третє, внутрішній простір житлового комплексу "Грозний-Сіті", був неупорядкований, дегармонічний, завдяки активному втручанню саме представників замовника, диктувавши проектувальникам свої вимоги щодо висоти споруди, її розміщення та висотних параметрів. Це нам знайоме по схожим ситуаціям на Україні.

Подібна ситуація спостерігається не тільки в Росії, Чечні, ай у США, Європі і на Україні. Великі грошові потоки, якими володіють алігархі, зметають на своєму шляху всі містобудівні обмеження, які базуються на досвіді світового будівництва, та зафіксовані в законодавствах країн. Зараз, в реальних умовах в більшості випадків, вони не працюють, а негативні наслідки лавино подібно нарощуються.



Рис. 9.1. Пожежа в житловому комплексі "Грозний-Сіті".
Горить хмарочос "Олімп" із величезним годинником на даху

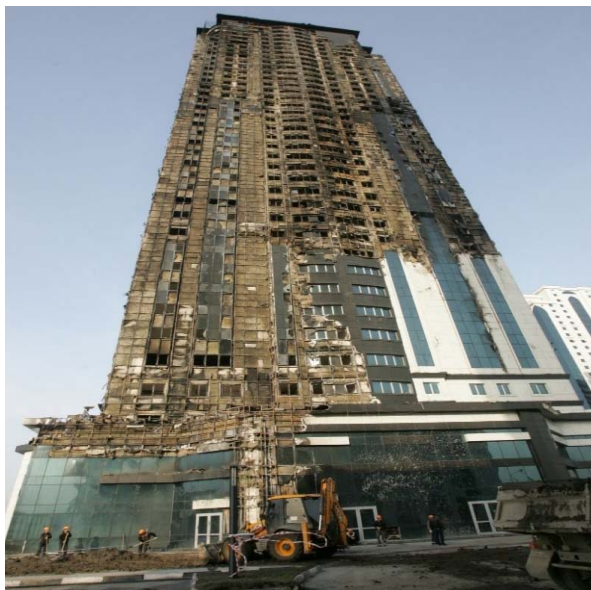


Рис.9.2. Наслідки пожежі хмарочоса "Олімп" -
загальна площа возгорання – 18 тис. кв. метрів і величезні збитки



Рис.9.3. Загальний вигляд житлового комплексу "Грозний-Сіті" та Мечеті до пожежі

Слід визначити, що в окремих в державах та містах є певний позитивний досвід, який слід розповсюджувати. Так, в італійському Мілані, в свій час був побудований хмарочос, який проектували італійські спеціалісти на чолі із виданим конструктором-винахідником Луїджі Нерві. Ця унікальна споруда відрзнялась від інших тим, що в плані мала прямокутник зі скошеними кутами, в наслідок чого, обминаючи його вітрові потоки не утворювали зайвих завихрень, а будівля гармонійно вписувалася до забудови, яка його оточувала. Італійці, до речі, досить прискіпливо дотримуються традицій в архітектурі та будівництві, бережливо відносяться до пам'яток та історичної спадщини і вона віддячує тим, що притягує до півострова мільйони туристів (рис. 9.4-9.6).

Ще одним з позитивних прикладів вирішення проблеми висотного будівництва є подвійний хмарочос "Петронас Тауерс", побудований в Малайзії американським архітектором аргентинського походження Цезарем Пеллі.

Близнюки в Кула-Лумпур (заввишки 452м, 88 поверхів) мають в плані два накладених один на одного квадрата, що утворюють ісламський восьмикутник. Дизайн веж відображає характерні риси маланезійської архітектури, архітектури, а мешканці столиці вважають "Петронас Тауерс" своєю найкращою

будівлю, що асоціюється з архітектурою древнього храмового комплексу Ангкор-Ват, що в Камбоджі. вписуються до довкілля (рис. 9.4-9.6).



Рис. 9.4. Неупорядковане розміщення хмарочосів різних психотипних структур (Прагматиків, Творців, Романтиків, Інтелектуалів)



Рис. 9.5. Поодинокі розміщені хмарочоси, що достатньо гармонічно вписуються до довкілля



Рис. 9.6. Компактні групи хмарочосів, що сформовані за гармонійними композиційними принципами

Підсумовуючи висловлене, вважаємо за доцільне заповідати наступне :

1. На державному рівні посилити відповідальність і контроль за порушення містобудівних обмежень стосовно будівництва хмарочосів на території України, масштаби якого продовжують зростати, а негативні наслідки (погіршення екології ситуації, забруднення та дегармонізація довкілля) набувають катастрофічних розмірів.

2. З метою радикального покращення екологічної ситуації в Україні, розробити програму екогармонізації середовища, звернувши особливу увагу на забудову, в якій присутні або проектуються хмарочоси.

В тих частинах забудови, де потрібно оновити архітектурне середовище, “захаращене” хмарочосами, запланувати їх “розчистку” та відповідні засоби по створенню гармонійного, комфортного для проживання житлового простору із дотриманням проти пожежної безпеки. При цьому бажано використовувати метод обдуву макетів забудови із метою виявлення і врахування впливу від характерних для кожної місцевості повітряних потоків, забезпечення не тільки комфортності проживання, а й передбачити слушні пожежної безпеки та аварійної евакуації людей з помешкань та прилеглої території.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Ажермачев Г. А.* Ветер и многоэтажные здания. Будівельні споруди: матеріали, конструкції, технології. Вып. 2003–2(39).Т. 2. ДДАГА, Донецк, 2003. – С. 53–54.
2. *Ажермачев Г. А.* Особенности проектирования многоэтажных зданий. Строительство и техногенная безопасность. Сб. научных трудов. КАПКС, Вып. 11. Симферополь, 2005.
3. *Ажермачев Г. А.* О некоторых особенностях проектирования стальных многоэтажных сейсмостойких связевых каркасов. Строительство и техногенная безопасность. Сб. научных трудов. КАПКС, Вып. 7. Симферополь, 2002. - С. 8-10.
4. *Анализ эффективности пожаробезопасности* высотных зданий. Сборник научных трудов. Выпуск 31, 2012.
5. *Абизов В. А.* Теорія розвитку архітектурно-будівельних систем: монографія / В. А. Абизов. – К.: 2009. – 240 с.
6. *Аронин Д. Э.* Климат и архитектура / Д. Э. Аронин. – М.: Госстройиздат, 1959. – 252 с.
7. *Арнхейм Р. М.* Искусство и визуальное восприятие / Р. М. Арнхейм; пер. с англ. В. Н. Самохина. –М.: Прогресс, 1974.–392 с.
8. *Беляев В. С.* Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий: учеб. пособие для студ. вузов по спец. «Промышленное и гражданское строительство» / В. С. Беляев, Л. П. Хохлова. – М.: Высш. шк., 1991. – 255 с.
9. *Беляева Е. Л.* Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия / Е. Л. Беляева. – М.: Стройиздат, 1977. – 127 с.
10. *Бродач М. М.* Инженерное оборудование высотных зданий / М. М. Бродач, А. А. Антонов; под общ. ред. М. М. Бродач. -М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 320 с.
11. *Витрувий.* Десять книг об архитектуре / Витрувий. – М.: Архитектура - С, 2006. – 328 с.
12. *Волошин В. Ф.* Словарь архитектурно-строительных терминов / В. Ф. Волошин, Н. А. Зельтер. – М.: Выш. Шк., 1990. – 188 с.
13. *Горохов Е. В.* Эффект подветренных волн при определении ветровых нагрузок / Е. В. Горохов, С. Г. Кузнецов, В. Н. Васылев // Сборник научных трудов ОГАСА. 2008. — Ч.1. — С. 36 – 41.

14. *Гельфонд А. Л.* Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: учеб. пособие / А. Л. Гельфонд. – М.: Архитектура-С, 2006. – 280 с.
15. *Генералов В. П.* Особенности проектирования высотных зданий: учеб. пособие / В. П. Генералов. – Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. – Самара, 2009. – 296 с.
16. *Городецкий А. С.* Расчет и проектирование конструкций высотных зданий из монолитного железобетона (проблемы, опыт, возможные решения и рекомендации, компьютерные модели, информационные технологии) / А. С. Городецкий, Л. Г. Батрак, Д. А. Городецкий, М. В. Лазнюк, С. В. Юсипенко. – К.: изд-во «Факт», 2004. – 106 с.
17. *Голицин М. В.* Альтернативные энергоносители / М. В. Голицин, А. М. Голицин, Н. В. Пронина; отв. ред. Г. С. Голицин. – М.: Наука, 2004. – 159 с.
18. *Демин Н. У.* Управление развитием градостроительных систем / Н. У. Демин. – К.: Будивельник, 1991.
19. *ДБН В.1.1-7-2002.* Пожежна безпека об'єктів будівництва. Захист від пожежі. / [Чинний від 2003-05-01]. – Мінбуд України. – К.: Держбуд України, 2003. – 87 с. (Національний стандарт України).
20. *ДБН В.1.1-12:2006.* Будівництво у сейсмічних районах України — [Чинний від 02.01.07]. – К.: Міністерство будівництва України, 2006. – 84 с. (Національний стандарт України).
21. *ДБН В.2.2-24:2009.* Проектування висотних житлових і громадських будинків. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 112 с.
22. *Ежов В. И.* Архитектурно-конструктивные системы гражданских зданий. История, предпосылки развития, поиск, перспективы: учеб. пособие для студентов арх. вузов / В. И. Ежов, О. С. Слепцов, Е. В. Гусева; под ред. В. И. Ежова. – Киев: Артэк, 1998. – 336 с.
23. *Инженерное оборудование* высотных зданий / [под общ. ред. М. М. Бродач]. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 320 с.
24. *Реттер Э. И.* Архитектурно-строительная аэродинамика / Реттер Э. И. — М.: Стройиздат, 1984. — 294 с.
25. *Симиу Э.* Воздействие ветра на здания и сооружения / Э. Симиу, Р. Сканлан. пер. с англ. Б. Е. Маслов, А. В. Швецова; под ред. Б. Е. Маслова. — М.: Стройиздат, 1984. — 360 с, ил. — Перевод изд.: Wind Effects on Structures / E. Simiu, R. Scanlan.

26. *Иконников А. В.* Архитектура XX века. Утопии и реальности. Издание в двух томах. Том I / А. В. Иконников.– М.: Прогресс-Традиция, 2001. – 656 с.
27. *Кузнецов С. Г.* Чисельне моделювання вітрових навантажень висотних будівель / С. Г. Кузнецов // Міжвузівський збірник. Луцький держ. техн. університет. 2008. — С. 168 – 173.
28. *Ковальський Л. М.* Архітектурне проектування висотних будинків: навч. посібник за заг. редакцією Л. М. Ковальського / Л. М. Ковальський, Г. В. Кузьміна, Г. Л. Ковальська. – К.: КНУБА, 2010. – 123 с.
29. *Кондра М. П., Бут Б. Н.* Высотные сооружения: опыт проектирования // Металлические конструкции: взгляд в прошлое и будущее: Сб. докладов VII Украинской научно-технической конференции. – Часть 1. – К.: Изд-во «Сталь», 2004. – С. 63–73.
30. *Кузнецов С. Г.* Эффекты волнообразования при обтекании ветровым потоком высотных зданий и сооружений: монография / С. Г. Кузнецов. – Донецк: Норд-Пресс, 2009. – 199 с.
31. *Лебедев Ю. С.* Архитектурная бионика / Ю. С. Лебедев, В. И. Рабинович, Е. Д. Положай и др.; под ред. Ю. С. Лебедева. – М.: Стройиздат, 1990. – 269 с.
32. *Магай А. А.* Архитектура высотных зданий. Монография. / А. А. Магай. – М.: Окей-книга, 2007. – 287 с.
33. *Маклакова Т. Г.* Высотные здания. Градостроительные и архитектурно конструктивные проблемы проектирования: Монография. Издание второе, дополненное / Т. Г. Маклакова. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 160 с.
34. *Маклакова Т. Г.* Архитектурно-конструктивные и градостроительные проблемы проектирования высотных зданий: научно-образовательный материал / Т. Г. Маклакова, Н. И. Сенин. – Моск. гос. строит. ун-т. – Москва, 2009. – 78 с.
35. *Мироненко В. П.* Эргономические принципы архитектурного проектирования (теоретико-методологический аспект): монография / В. П. Мироненко.– Харьков: Основа, 1997.–112 с.
36. *Мхитарян Н. М.* Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы / Н. М. Мхитарян. – К.: Наукова думка, 1999. – 320 с.
37. *Найвищі хмарочоси світу.* / Першаков В. М., Машков І. Л, Лисницька К. М., Попович І. В.- К.: Будівництво України. 2016. - №1. - С.7-8.

38. *Нойферт Э.* Строительное проектирование [Тридцать восьмое изд., переработанное и дополненное] / Э. Нойферт; пер. с нем. – М.: Издательство «Архитектура-С», 2009. – 560 с.
39. *Остроумов Б. В.* Совершенствование конструктивных форм высотных сооружений на основе экспериментально–теоретических исследований их взаимодействия с ветровым потоком // Труды института к 100–летию со дня рождения акад. Н. П. Мельникова. – М.: ЦНИИпроектстальконструкция, 2008. – С. 61–85.
40. *Панченко Т. Ф.* Містобудування: довідник проектувальника / Т. Ф. Панченко, Ю. М. Білоконь, Н. М. Дьомін; за заг. ред. Т. Ф. Панченко. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 190 с.
41. *Першаков В. М.* Найкращі хмарочоси світу / Першаков В. М., Семироз Н. Г., Лисницька Е. Н. – К.: Будівництво України №3, 2014. – С. 36–40.
42. *Першаков В. М.* Протипожежний захист висотних будівель / Першаков В. М., Семироз Н. Г., Лисницька Е. Н. Всеукраїнська наук.-практ. конференція. Іноваційний потенціал світової науки – ХХІ сторіччя. Т.2. Запоріжжя. 2014. – С. 72–74.
43. *Першаков В. М.* Проблеми протидії конструкцій прогресуючому обваленню будівель та споруд: монографія / В. М. Першаков, М. С. Барабаш, А. О. Белятинський, К. М. Лисницька. – К.: НАУ, 2015. – 456 с.
44. *Першаков В. М.* Особливості проектування вертолітних майданчиків на дахах будівель / Першаков В. М., Близнюк Т. В. // Матеріали ХІ Міжнародн. наук. –техн. конференції «Авіа–2013» 21–23 травня 2013 р. – К.: НАУ, 2013. – Т. 4. – С. 25.9–25.12.
45. *Першаков В. М.* Особливості проектування вертолітних майданчиків на дахах будівель / Першаков В. М., Близнюк Т. В. // Матеріали ХІ Міжнародн. наук. –техн. конференції «Авіа–2013» 21–23 травня 2013 р. – К.: НАУ, 2013. – Т. 4. – С. 25.9–25.12.
46. *Першаков В. М., Лисницька К. Н.* Забезпечення стійкості будівель від прогресуючого руйнування внаслідок пожежі. – К.: 2014.
47. *Першаков В. М., Попович І. О.* Особливості пожежної небезпеки висотних будівель. Тези. Міське середовище - ХХІ ст. Архітектура. Будівництво, Дизайн: Тези доповідей ІІ Міжнародного науково-практичного конгресу, м. Київ, 15-18 березня 2016 р. –К.: ЦП «Компринт», 2016. – С.27-28.

48. *Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель. Частина 1. Досвід проектування, будівництва та експлуатації.* / Першаков В. М., Белятинський А. О., Бакулін Є. А., Бакуліна В. М., Болотов Г. І., Попович І. О. Монографія.--К.: Видавництво НАУ, 2016. - 104 с.
49. *Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель. Частина 2. Причини та наслідки руйнування висотних будівель від дії вогню.* / Першаков В. М., Белятинський А. О., Бакулін Є. А., Болотов Г. І., Попович І. О. Монографія.--К.: Видавництво НАУ, 2017. - 262 с.
50. *Проблемы обеспечения пожарной безопасности при проектировании высотных зданий* / Соломонов В. В., Кузнецова И. С., Пирогов Ю. М., Соколов М. С. // Бюллетень строительной техники. -М.: БСТ, № 6, 2008. - С. 54-59.
51. *Пичугин С. Ф.* Ветровая нагрузка на строительные конструкции: монография / С. Ф. Пичугин, А. В. Махинько. – Полтава: 2005. – 342 с.
52. *Полторак Г. И.* Проблемы архитектурной экологии / Г. И. Полторак. – М.: Знание, 1985. – 64 с.
53. *Полуй Б. М.* Архитектура и градостроительство в суровом климате (экологические аспекты): учебн. пособие для вузов / Б. М. Полуй.– Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1989.– 300 с.
54. *Рафайнер Ф.* Высотные здания. Объемно-планировочные и конструктивные решения. Перевод с немецкого / Ф. Рафайнер. – М.: Стройиздат, 1982. – 242 с.
55. *Репин Ю. Г.* Пространственный город. Теория и практика: Монография / Ю. Г. Репин. – К.: «Феникс», 2009. – 270 с.
56. *Реттер Э. И.* Аэродинамика зданий / Э. И. Реттер, С. И. Стриженов. – М.: Стройиздат, 1968. – 242 с.
57. *Реттер Э. И.* Архитектурно-строительная аэродинамика / Э. И. Реттер. – М.: Стройиздат, 1984. – 294 с.
58. *Римша А. Н.* Градостроительство в условиях жаркого климата: учеб. для вузов / А. Н. Римша. – М.: Стройиздат, 1979. – 312 с.
59. *Руководство по расчету зданий и сооружений на действие ветра* / [разроб. М. Ф. Барштейн]. – М.: Стройиздат, 1978. – 217 с. (Центр. НИИ строит. конструкций им. В. А. Кучеренко).
60. *Руководство по высотным зданиям. Типология и дизайн, строительство и технологии* / пер. с англ. С. В. Николаев. – М.: ООО «Атлант-Строй», 2006. – 228 с.

61. *Саксон Р.* Атриумные здания / Р. Саксон; пер. с англ. А. Г. Раппапорта; под ред. В. Л. Хайта. – М.: Стройиздат, 1987. – 138 с.
62. *Симиу Э.* Воздействие ветра на здания и сооружения / Э. Симиу, Р. Сканлан; пер. с англ. Б. Е. Маслова, А. В. Швецова; под ред. Б. Е. Маслова. – М.: Стройиздат, 1984. – 360 с.
63. *Слепцов О. С.* Архітектура цивільних будівель. Індустріалізація: Монографія / О. Слепцов. – К.: Вид. дім А+С, 2010. – 248 с.
64. *Современное высотное строительство: монография / М. Н. Щукина.* – М.: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. – 464 с.
65. *Сугробов Н. П.* Строительная экология: учеб. пособие / Н. П. Сугробов, В. В. Фролов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.
66. *Табунщиков Ю. А.* Энергоэффективные здания / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.
67. *Терранова А.* Небоскребы / А. Терранова. – М.: Астель, 2004. – 331с.
68. *Тетиор А. Н.* Строительная экология: учеб. пособие для строит. спец. / А. Н. Тетиор. – К.: УМКВО, 1991. – 273 с.
69. *Тетиор А. Н.* Городская экология: учеб. пособие для вузов / А. Н. Тетиор. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 336 с.
70. *Тенденції розвитку світового висотного будівництва /* Першаков В. М., Белятинський А. О., Бакулін Є. А., Бакуліна В. М., Болотов Г. І., Попович І. О. // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відповід. ред. М. М. Осетрін. – К.: КНУБА, 2016. - Вип.61 (спеціальний) - С. 62-72.
71. *Тимохин В. А.* Территориальный рост и планировочное развитие города / В. А. Тимохин. – К.: Будивельник, 1989. – 103 с.
72. *Тимохин В. А.* Архітектура міського розвитку. 7 книг з теорії містобудування / В. А. Тимохин. – К.: КНУБА, 2008. – 629 с.
73. *Товбич В. В.* Архітектура: мистецтво та наука. Становлення та розвиток процесів і явищ архітектури / В. В. Товбич, М. В. Сисойлов. – К.: Свідлер, 2007.–1019 с.
74. *Унікальні світові об'єкти будівництва.* / Першаков В. М., Машков І. Л., Лисницька К. М., Попович І. В. - К.: Будівництво України. 2016. - №2. - С.7-9.
75. *Фомін С. Л.* Вогнестійкість багатопверхових каркасних будинків. Міжвідомчий науково-технічний збірник праць (будівництво) /Державний науково-дослідний інститут будівель-

них конструкцій Держбуду України (в 2-х томах, том 2). Вип.62. - Київ, НДІБК, 2005. - С. 310-315.

76. Федоров В. С., Колчунов В. И., Левитский В. Е. Противопожарная защита зданий. Конструктивные и планировочные решения: Учебное пособие. - М.: Изд-во АСВ, 2012. -176 с.

77. *Филин В. А.* Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что – плохо / В. А. Филин.– М.: ТАСС-реклама, 2001. – 312 с.

78. *Фомина В. Ф.* Архитектурно-конструктивное проектирование общественных зданий: уч. пособие / В. Ф. Фомина. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 97 с.

79. *Харитонов В. П.* Автономные ветроэлектрические установки / В. П. Харитонов. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006. – 280 с.

80. *Хомич В. А.* Экология городской среды: уч. пособие / В. А. Хомич. – М.: Изд-во Ассоциация стр. вузов, 2006. – 240 с.

81. *Цайдлер Б.* Многофункциональная архитектура / Б. Цайдлер; пер. с англ. А. Ю. Бочаровой; под ред. И. Р. Федосеевой. – М.: Стройиздат, 1988. – 152 с.

82. *Черкес Б. С.* Архітектура сучасності. Остання третина ХХ – початок ХХІ століть: навч. посіб. / Б. С. Черкес, С. М. Лінда. – Л.: Вид-во Львів. політехніки, 2010. – 384 с.

83. *Шевцов К. К.* Проектирование зданий для районов с особыми природно климатическими условиями: уч. пособие для студ. вузов по спец. «Пром. и гражданское стр-во» / К. К. Шевцов. – М.: Высш. шк., 1986. – 232 с.

84. *Шулер В.* Конструкции высотных зданий / В. Шулер; пер. с англ. Л. Ш. Килимника; под ред. Г. А. Казиной. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с.

85. *Энгель Х.* Несущие системы / Х. Энгель; предисл. Р. Рапсона; пер. с нем. Л. А. Андреевой. – М.: АСТ: Астрель, 2007. – 344 с.

86. *Abel C.* Sky high: vertical architecture / Chris Abel. – London: Royal Academy of Arts, 2003. – 118 p.

87. *Alvarez Garreta A.* Skyscraper architects / Ariadna Alvarez Garreta. – Atrium Group de ediciones y publicaciones, S.L. Barcelona, 2004. – 215 p.

88. *Alvarez Garreta A.* Skyscrapers / Ariadna Alvarez Garreta. – Atrium International, 2002. – 576 p.

89. *Arthus-Bertrand Y.* New York from the air / Yann Arthus-Bertrand. – New York: Harry N. Abrams, 2003. – 159 p.

- 90.** *Binder G.* Sky High Living / Georges Binder. – Group Pty Ltd. Mulgrave, 2002. – 260 p.
- 91.** *Choi H. S.* Super Tall Building Design Approach / Hi Sun Choi. – New York: Thornton Tomasetti, 2009. – 55 p.
- 92.** *Christian Y.* Manual de Ecotect V5. Y. Christian. – Laboratorio de Acondicionamiento Ambiental, 2006. – 160 p.
- 93.** *Edward N.* Designing high-density cities for social and environmental sustainability / Ng Edward.– UK: Earthscan, 2009. – 384 p.
- 94.** *Fischer V.* NormaFoster: Commerzbank, Frankfurt am Main / V. Fischer, R. Richter. – Edition Axel Menges, 1998. – 72 p.
- 95.** *Gissen D.* Big and green: toward sustainable architecture in the 21st century / D. Gissen. – Washington: Architectural Press, 2003. – 190 p.
- 96.** *Hebbert M.* Weathers: meteorology and urban design 1950-2010 / M Hebbert, V. Jankovic, B. Webb. – University of Manchester, Manchester Architecture Research Centre, 2011. – 174 p.
- 97.** *Jodidio P.* Sir Norman Foster: big series art) /P. Jodidio. – Spanish: Benedikt Taschen Verlag, 1997. –176 p.
- 98.** *Lambot I.* Commerzbank Frankfurt: prototype for an ecological high-rise/ Ian Lambot, Colin Davies. – Berlin: Birkhauser Verlag AG, 1997. – 316 p.
- 99.** *Moss P.* Building Hong Kong / Peter Moss. – Hong Kong: FormAsia Book Limited, 2005. – 155 p.
- 100.** *Construction in seismic regions of Ukraine:* DBN V.1.1-12: 2014. – Official. type – K. : Minregion Ukraine, 2014. – 109 p. – (Regional Development Regulations Ukraine. Norms).
- 101.** *The scale of seismic intensity:* B V.1.1-28 ISO: 2010. – Official. type – K. : Minregion Ukraine, 2011. – 47 p. – (State standard technical conditions Minregion Ukraine).
- 102.** *Determination class consequence (responsibility) and the category complexity of construction,* DSTU-H B V.1.2-16:2013. – Official. type – K.: Minregion Ukraine 2013 – 41 p. – (State standard technical specification Miniregion Ukraine).
- 103.** *General principles of reliability and structural safety of buildings, structures, constructions and foundations. System reliability and safety of construction:* DBN V.1.2-14-2009. – Official. type – K. : Minegion Ukraine, 2009. – 48 p. – (State standard technical specification Minregion Ukraine).

- 104.** *Kowalski L.M.* (2012). Arkhytekturne proektuvannia vysotnyh budivel' [Architectural designing tall buildings] / L. Kowalski, G. Kuzmin, G. Kowalska – Zaporozhye: Privoz Print, 123 p.
- 105.** *Field C., Ko E.* Connection performance of buckling restrained braced frames. The 13th World Conference on Earthquake Engineering. August 1-6, 2004, Vancouver, Canada. – 1321 p.
- 106.** *Chao S.H., Bayat M.R., Goel S.C.* Performance-based plastic design of steel concentric braced frames for enhanced confidence level. The 14th World Conference on Earthquake Engineering. October 12-17, 2008, Beijing, China. – 157 p.
- 107.** *ATC - 40.* Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings — Volume 1 and 2, Applied Technology Council. Report No. SSC 9 6-0 1, Seismic Safety Commission, Redwood City, CA. — November 1996.
- 108.** *FEMA 273.* Federal Emergency Management Agency. NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Washington, D.C. — October 1997.
- 109.** *FEMA 356.* Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. American Society of Civil Engineers (ASCE), Washington, D.C. — November 2000.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ПЕРШАКОВ ВАЛЕРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ



Професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Навчально наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету, зам. голови спеціалізованої вченої ради К26.062.12 НАУ, академік Академії будівництва України, академік Інженерної Академії України, доктор технічних наук, професор.

Нагороджений медалями "В пам'ять 1500-річчя Києва" (1983), "Ветеран праці" (1989), почесним знаком "Винахідник СРСР" (1985), почесною грамотою МОН України (2001), почесним знаком "Відмінник освіти України" (2003), нагрудними знаками «За сумлінну працю» (2008), "Ветеран НАУ" (2011), грамотою Солом'янської районної в місті Києві державної адміністрації (2013), лауреат премії Академії будівництва України ім. академіка М. С. Буднікова (2014), переможець конкурсу на здобуття «Великої срібної медалі» Академії будівництва України (2014), нагрудним знаком «За наукові та освітні досягнення» (2014), переможець конкурсу на кращий підручник, навчальний посібник, монографію НАУ (2010, 2011, 2015, 2016, 2017).

Основні опубліковані праці:

1. Bielyatynskiy A. Metal Structures in Construction / Bielyatynskiy A., Pershakov V., Ivannikova V. Монографія. Germany. Scholars Press. 2015. - P. 210.

2. Першаков В. М. Проблеми протидії конструкцій прогресуючому обваленню будівель та споруд / Першаков В. М., Барабаш М. С., Белятинський А. О., Лисницька К. М. Монографія. --К.: НАУ, 2015. - 456 с.

3. Першаков В. М. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху / Першаков В. М., Белятинський А. О., Степанчук О. В., Кротов Р. В. Монографія. --К.: НАУ, 2015. -176 с.

4. Першаков В. М. Вертодроми. /

Народився 8 травня 1943 р. у м. Мідногорську (Росія). У 1966 р. закінчив інженерно-будівельний факультет Казахського політехнічного інституту за спеціальністю „Промислове і цивільне будівництво”. З 1982 р. доцент кафедри будинків та споруд аеропортів (з 1986р. по 1992р. - декан факультету аеропортів) Київського інституту інженерів цивільної авіації (з 2000 р. – Національний авіаційний університет), з 2002 р. - доцент, з 2007 р. – професор кафедри комп'ютерних технологій будівництва, а з 2010 р. - професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Навчально наукового іституту Аеропортів НАУ.

У 1973 р. захистив кандидатську дисертацію «Особливості роботи позacentрова стиснутих коротких елементів із керамзитобетону з малими величинами ексцентриситетів» за спеціальністю 05.23.01 "Будівельні конструкції, будівлі та споруди". В 2012 р. захистив

докторську дисертацію на тему: «Створення ефективних типів залізобетонних рам з несучими елементами змінного перерізу» за спеціальністю 05.23.01 "Будівельні конструкції, будівлі та споруди". Науковий консультант д.т.н., професор Барашиков А. Я., Лауреат Державної премії України.

Наукові дослідження пов'язані з вивченням теоретичних та експериментальних питань будівельних залізобетонних, металевих конструкцій промислових, цивільних, сільськогосподарських будівель та споруд, а також автомобільних доріг та аеродромів.

Автор понад 300 наукових та навчально-методичних праць, у тому числі один англomовний підручник з грифом МОН, два навчальних посібники з грифом МОН, 15 навчальних посібників з грифом НАУ (англ. мовою - 4), 18 монографій (англ. мовою - 3, Німеччина), 6 каталогів і технічних умов, 18 авторських свідоцтв та патентів, 18 методичних вказівок (англ. мовою -5), 15 англomовних статей, в т. ч. 5 входить до наукометричної бази Scopus (Словенія, Польща, Болгарія) для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Промислове та цивільне будівництво», «Автомобільні дороги і аеродроми». Учасник 50 міжнародних та регіональних наукових конгресів та конференцій.

Першаков В. М., Белятинський А. О., Близнюк Т. В., Семироз Н. Г. Монографія. – К.: Видавництво НАУ, 2014. – 370 с.

5. Металеві конструкції. Метали і зварювання в будівництві (англ. мовою): Навчальний посібник. / Белятинський А. О., Першаков В. М., Лапенко О. І., Пилипенко О. І., Кужель Н. І., Гирич В. Ю.– К.: НАУ. – 2013. – 208 с. (Гриф МОН України. Лист № 1/11-9776 від 10.06.2013 р).

6. Англomовна освіта в Національному авіаційному університеті (1999-2009pp.) / Кулик М. С., Тунік А. А., Акмалдінова О. М., Першаков В. М., Олешко Т. А. Монографія. -- К.: НАУ, 2010. - 64 с.

7. Pershakov V. M. Reinforced concrete and stone structures / Залізобетонні та кам'яні конструкції: Textbook / підручник. – К.: НАУ, 2009. – 328 р. (Гриф МОН України. Лист 1.4/18-Г-79 від 10.01.2009 р).

8. Першаков В. М. Каркасні будинки з тришарнірних залізобетонних рам. Монографія. – К.: НАУ, 2007. – 301 с.

9. Першаков В. М. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель. Монографія, Ч.1. Досвід проектування, будівництва та експлуатації / В. М. Першаков, А. О. Белятинський, Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Г. І. Болотов, І. О. Попович. Під заг. ред. д.т.н., проф. В. М. Першакова.– К : НАУ, 2016. – 104 с.

10. Першаков В. М. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель. Монографія. Ч.2. Причини та наслідки руйнування висотних будівель від дії вогню. / В. М. Першаков, А. О. Белятинський, Є. А. Бакулін, Г. І. Болотов, І. О. Попович. Під ред. д.т.н., проф. В. М. Першакова.– К : НАУ, 2017. – 262 с.

11. Новітні гідроструменеві технології для ремонтних робіт на автошляхах. Монографія./ Белятинський А. О., Бадах В. М., Першаков В. М. Під ред. д.т.н., проф. В. М. Першакова. - К.: Видавництво НАУ, 2017. - 100 с.

12. Науковці України – еліта держави. Том V. Монографія. -К.: Видавництво ЛОГОС УКРАЇНА, 2017. - 300 с. (С. 240).



Белятинський Андрій Олександрович

Заступник директора Навчально-наукового інституту Аеропортів з наукової роботи, завідувач кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Національного авіаційного університету, голова спеціалізованої вченої ради К26.062.12 НАУ, академік Транспортної Академії України, академік Інженерної Академії України, вчений секретар Міжнародної асоціації спеціалістів промислової гідравліки і пневматики, доктор технічних наук, професор.

Нагороджений відзнаками Інституту екології та дизайну НАУ (2005), «Почесний дорожник» (Укравтодор) (2008), медаллю «За сумлінну працю» (2010), переможець конкурсу на здобуття «Великої срібної медалі» Академії будівництва України (2014), переможець конкурсу на кращий підручник, навчальний посібник, монографію НАУ (2015, 2016, 2017).

Народився 24 грудня 1970 р. у м. Києві (Україна). У 1993 р. з відзнакою закінчив Київський автомобільно-дорожній інститут за спеціальністю "автомобільні дороги та аеродроми". У 1991-1993 рр. навчався і проходив стажування в Німеччині (м. Нюрнберг). У 1993 р. працював дорожнім майстром Гайворонської районної дорожньо-ремонтно-будівельної дільниці.

З 1993 по 1996 рр. аспірант Українського транспортного університету. Одночасно у 1996-2004 рр, старший науковий співробітник кафедри мостів та тунелів Національного транспортного університету. У 1996 р. захистив кандидатську дисертацію на тему "Дослідження місцевого розмиву біля опор мостів при їх реконструкції методами стереофотограмметрії" за спеціальністю 05.22.11 - "автомобільні шляхи та аеродроми". Доцент по кафедрі комп'ютерних технологій (2002).

З 1999 по 2003 рр, докторант Національного транспортного

Основні опубліковані праці:

1. Металеві конструкції. Метали і зварювання в будівництві (англ. мовою): Навчальний посібник. / Белятинський А. О., Першаков В. М., Лапенко О. І., Пилипенко О. І., Кужель Н. І., Гирич В. Ю.– К.: НАУ. – 2013. – 208 с. (Гриф МОН України. Лист № 1/11-9776 від 10.06.2013р).

2. Зависимость состояния заглубленных конструкций объектов аэропортов от граничного равновесия грунтового полупространства. (англ. мовою) / Белятинський А. О., Прусов Д. Е / Mokslas – Lietuvos Ateitis. Science – Future of Lithuania. Civil and Transport Engineering, Aviation Technologies. Vilnius (Lietuva): Technika, 2011, Vol. 3, № 2. – P.118–125.

3. Особенности функционирования автоматизированных систем управления дорожным движением в городах Украины / Белятинський А. О., Степанчук А. В., Пилипенко А. И. / Mokslas – Lietuvos Ateitis. Science – Future of Lithuania. Civil and Transport Engineering, Aviation Technologies. Vilnius (Lietuva): Technika, 2013, Vol. 3, № 5. – P. 118–125.

4. Experimental research into shallow flows of

університету. У 2003 році обраний членом-кореспондентом Транспортної Академії України. Наукові дослідження пов'язані з вивченням засобами математичного моделювання та геоінформаційних систем процесів стоку під час стихійних лих в важкодоступних гірських районах з використанням аерокосмічної інформації та стереофотозйомки. У 2005 р. захистив докторську дисертацію на тему "Гідрологічні розвідування мостових переходів з застосуванням методів дистанційного зондування Землі" за спеціальністю 05.22.11 "автомобільні шляхи та аеродроми".

З 2006 р. заступник директора Інституту міського господарства з наукової роботи, директор Інституту міського господарства, заступник директора Навчально наукового інституту Аеропортів з наукової роботи Національного авіаційного університету. Завідувач кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів.

Автор понад 300 наукових праць: 180 статей, 8 навчальних посібників, 5 монографій, 8 патентів. Учасник 45 міжнародних та регіональних наукових конгресів та конференцій.

rainwater on the airport runways / A. Belyatynsky, I. Klimenko, O. Prentkovskis, J. Krivenko / TRANSBALTICA 2011. Proceedings of the 7-th International Scientific Conference. May 5-6, 2011. VGTU, Lithuania. Vilnius: Technika, 2011. – P. 181–185.

5. The experimental study of shallow flows of liquid on the airport runways and automobile roads / A. Belyatynsky, O. Prentkovskis, J. Krivenko / Transport. Vilnius (Lietuva): Technika, 2010, № 25 (4). – P. 394–402.

6. Bielyatynskiy A. Metal Structures in Construction / Bielyatynskiy A., Pershakov V., Ivannikova V. Монографія. Germany. Scholars Press. 2015. - P. 210.

7. Першаков В. М. Проблеми протидії конструкцій прогресуючому обваленню будівель та споруд / Першаков В. М., Барабаш М. С., Белятинський А. О., Лисницька К. М. Монографія. –К.: НАУ, 2015. - 456 с.

8. Першаков В. М. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху / Першаков В. М., Белятинський А. О., Степанчук О. В., Кротов Р. В. Монографія. –К.: НАУ, 2015. -176 с.

9. Першаков В. М. Вертодроми. / Першаков В. М., Белятинський А. О., Близнюк Т. В., Семироз Н. Г. Монографія. –К.: Видавництво НАУ, 2014. – 370 с.

10. Першаков В. М. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель. Монографія, Частина 1. Досвід проектування, будівництва та експлуатації / В. М. Першаков, А. О. Белятинський, Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Г. І. Болотов, І. О. Попович. Під заг. ред. д.т.н., проф. В. М. Першакова.– К. : НАУ, 2016. – 104 с.

11. Першаков В. М. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель. Монографія. Ч.2. Причини та наслідки руйнування висотних будівель від дії вогню. / В. М. Першаков, А. О. Белятинський, Є. А. Бакулін, Г.І. Болотов, І.О. Попович.– К.: НАУ, 2017. - 262с.



Бакулін Євгеній Анатолійович

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівництва Національного університету біоресурсів і природокористування. Член спеціалізованої вченої ради К26.062.12 Національного авіаційного університету.

Народився в 1959 р., м. Чернівці. У 1988 р. закінчив Київський інженерно-будівельний інститут за спеціальністю "Промислове та цивільне будівництво". З 1979–1988 рр. працював керівником технічного відділу Управління житлового господарства Київської міської Ради народних депутатів. З 1988–2002 рр. керівник виробничо-технічного відділу тресту „Академрембуд”. З 2002–2003 рр. головний інженер Науково-технічного центру Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України.

На кафедрі комп'ютерних технологій будівництва Національного авіаційного університету працює з 2003 року.

У 2010 р. захистив дисертацію "Визначення надійності будівель підвищеного рівня відповідальності з урахуванням факторів ризику» за спеціальністю 05.23.01 "Будівельні конструкції, будівлі та споруди". Наукові дослідження пов'язані з вивченням проблем надійності

Основні опубліковані праці:

1. Патент 24095 Україна, МПК⁶ Е 04 G 23/02. Конструкція цегляно-залізобетонної рами / Колчунов В. І., Бакулін Є.А., Коба В. А., Яковенко І.А.; заявл. 23.10.06; опубл.25.06.07, Бюл. № 9.

2. Architecture of buildings and structures / Manual for students. Book Publishers, Research Firm Performance./ Kostyra N., Bakuilina W. / – К.: «Slavutich-Dolphin», 2007. – 42 р.

3. Архитектурно – строительная энциклопедия / Под редакцией д.т.н. А. Б. Гольшера. / Гольшев А. Б. Бакулін Е. А. и др.– К.: Основа, 2008. – 648 с.

4. Оптимізація теплозахисту зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі// Будівництво України./ Бакулін Е. А., Костира Н. О., – К., 2011. – Вип. 4. – С. 11–15.

5. Сучасні теплоізолюючі фасадні системи / Проблеми розвитку міського середовища. Науково-технічний збірник. / Бакулін Е. А., Костира Н. О., Бакуліна В. М. – К.: НАУ, 2012. – Випуск №7. – С. 12– 16.

6. Дослідження коефіцієнту запасу палі при умові збільшення сейсмічності ділянки/ Проблеми розвитку міського середовища: наук.-техн. збірник/ Бакулін Е. А., Костира Н. О., – К.: НАУ, 2013. – Вип. 9. – С. 19-26.

7. The method of calculating the metal frame considering its spatial work/ Aviation in the XXI-st century. Safety in Aviation and Space Technologies: the VI world congress /, Kostyra N. /September

будівель та споруд підвищеного рівня відповідальності. Автор 26-ти наукових та навчально-методичних праць, 1 патент.



Народився в 1934 р. в м. Харкові. У 1960 р. закінчив Київський інженерно-будівельний інституту за спеціальністю "Архітектура". З 1960–1964 рр. працював архітектором та керівником групи в проектному інституті ДІПРОХАРЧОПРОМ. З 1964–1971 рр. працював на посаді молодшого наукового співробітника в науковому відділенні КиївЗДНІЕП, паралельно готуючи дисертацію. З 1971–2004 рр. займався науково-дослідницькою та проектною діяльністю в УкрДІПРОЦИВІЛЬСІЛЬБУДІ, керуючи спочатку сектором, а потім і відділом громадських будівель та споруд.

В 1980 році захистив

03-06, 2014: abstracts. – К., 2014. – Р. 6-9 .

8. Визначення впливу нової забудови на фундаменти існуючих будівель/ Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2014. – Вип. 53. – С. 10-15.

Болотов Григорій Іванович

Доцент кафедри містобудування Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету, кандидат архітектури, старший науковий співробітник.

Нагороджений Бронзовою медаллю ВДНГ СРСР (1971), почесними знаками:

"Переможець соціалістичного змагання 1973 року" (1974), "Ударник дев'ятої п'ятирічки" (1975), "Ударник десятої п'ятирічки" (1981), дипломом другого ступеня ВДНГ УРСР, медалями: "В пам'ять 1500-річчя Києва" (1982), "Ветеран праці" (1986), нагородними знаками «За сумлінну працю» (2009), "Ветеран НАУ" (2014), переможець конкурсу на кращий підручник, навчальний посібник, монографію НАУ (2017).

Основні опубліковані праці:

1. Болотов Г. І. Основи формування архітектурного середовища монографія: / Болотов Г. І.- К.: "Лазурит - Поліграф". 2012. – 568 с.
2. Болотов Г. І. Енергетичний комфорт власної оселі: монографія / Болотов Г. І. –К.: ТОВ Основа-Принт, 2009. – 140 с.
3. Bolotov G. I., Timoshenko M. N. SOURCES OF DEVELOPMENT OF AVIATION BASE ARE IN UKRAINE. PERSONALITIES AND MEMORABLE PLACES. Conqress Aviashin in XXI Centori Kyiv NAU-Друк, 2012. Bolome P.– p. 21-32.

дисертацію на ступень кандидата архітектури за спеціальністю 18.00.02 “Архітектура будівель та споруд”.

Має понад 130 наукових праць. За його проектами побудовано понад 30 громадських будівель.

З 2004 року викладає на кафедрі містобудування Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету.

Учасник розробки нормативних документів та ДБН.

4. Болотов Г. И. Архитектура сел України / З. В. Моисеенко, В. Н. Косенко, Ю. А. Косенко, Г. И. Болотов. – К.: «Будівельник», 1987. – С. 174-176.

5. Болотов Г. И. Градостроительный почерк зодчого несет психотипические особенности / Сб. «Проблеми розвитку міського середовища», вип. 7, 2012. – С. 41-48.

6. Болотов Г. И. Сакральные символы в архитектурной среде Киева / Сб.: Формоутворення культурно-побутового середовища палацово-паркових комплексів другої половини XVIII – початку XX століття. – Чернівці: Видавець Лозовий В. - М., 2012. – С. 321-325.

7. Болотов Г. И. Интегрированные коммуникационные территории / Міжнародний науково-практичний конгрес «Міське середовище -XXI ст. Архітектура. Будівництво. Дизайн», 15-18 березня 2016 р.: тези доповідей. –К.: НАУ, 2016.- С.6-7.



Народилася 20 березня 1992 року у м. Хуст Закарпатської області (Україна). У 2014 році закінчила Національний авіаційний університет за спеціальністю «Промислове та цивільне будівництво». В 2015-2017 рр. –

Мартиненко

Іванна Олександрівна

Асистент кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів, магістр з будівництва Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету.

Основні опубліковані праці:

1. Найвищі хмарочоси світу // Будівництво України. / Першаков В. М., Машков І. Л., Лисницька К. М., Попович І. О. – К.: Будівництво України №1, 2016. – С. 7-8.

2. Унікальні світові об'єкти будівництва // Будівництво України. / Першаков В. М., Машков І. Л., Лисницька К. М., Попович І. О. – К.: Будівництво України №2, 2016. – С. 7-9.

3. Особливості пожежної небезпеки

аспірант кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Національного авіаційного університету.

Основний напрям наукової діяльності – удосконалення методів проектування вогнестійких конструкцій висотних будівель.

Автор 24 наукових праць, учасник міжнародних та регіональних конференцій.

висотних будівель // II Міжнародний науково-практичний конгрес / Міське середовище – XXI ст / Архітектура. Будівництво. Дизайн / Попович І. О., Першаков В. М. – К.: ЦП «Компринт», 2016. – С. 27-28.

4. Найбільші та найкрасивіші мости світу та транспортні розв'язки // Будівництво України. / Першаков В.М., Белятинський А.О., Лисницька К.М., Попович І.О. О. – К.: Будівництво України №3, 2016. – С. 9-13.

5. Тенденції розвитку світового висотного будівництва // Міжнародна науково-практична конференція «Будівлі та споруди спеціального призначення: сучасні матеріали та конструкції» / Першаков В.М., Белятинський А.О., Бакулін Є.А., Бакуліна В.М., Болотов Г.І., Попович І.О. Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2016. – Вип. 61 (спеціальний). – С. 62-72.

6. Assessment Stability and Informative of Diagnostic Matrix in Analysis States of Reinforced Concrete Slab // Socolov, V., Musorina, T., Starshinova, E., Popovych, I. / MATEC Web of Conferences, 2016.

7. Progressive Collapse of High-Rise Building from Fire // Pershakov, V., Bieliatynskiy, A., Popovych I., Lysnytska, K., Krashenninnikov, V. / MATEC Web of Conferences, 2016.

8. Fire and explosion protection of high-rise building by means of plaster compositions. // Gravit, M., Mikhailov, E., Svintsov, S., Kolobzarov, A., Popovych, I. / Solid State Phenomena, 2016.

9. Першаков В. М. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель. Монографія, Частина 1. Досвід проектування, будівництва та експлуатації / В. М. Першаков, А. О. Белятинський, Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Г. І. Болотов, І. О. Попович. Під заг. ред. д.т.н., проф. В. М. Першакова.– К. : НАУ, 2016. – 104 с.

个人信息

Хэ Юйлинъ



何玉林，男，中华人民共和国公民，（中国政府公派）乌克兰国立航空大学硕士研究生。拥有：5 篇学术论文、4 项发明专利。

Хэ Юйлинъ, гражданин китайской народной республики, обучающийся за границей за государственный счёт Правительства Китая, специалист по строительству (Китай). Магистр Национального авиационного университета (Украина). Автор 5 научных статей и 4 патента на изобретение.

День рождения: 01 февраля 1993 г., E-mail: 2580995849@qq.com,

номер телефона: 0734198310

擅长领域：交通工程、道路和桥梁规划与建设、机场规划与设计、道路建筑材料

Основные направления научной деятельности: транспортная инженерия, проектирование и строительство дорог и мостов, инженерия аэропортов, строительство и материаловедение дорог.

所获奖项：第十届全国交通大赛三等奖（中国）；

第五届全内蒙古自治区交通大赛一等奖（中国-内蒙古）；

第四届全内蒙古自治区交通大赛一等奖（中国-内蒙古）。

Участь в конкурсах:

Десятый национальный транспортный конкурс — третье место (Китай)；

Четвёртый транспортный конкурс провинции NingGu — 1 место (К-П:

Пятый транспортной конкурс провинции NeiMengGu — 1 место (К-Про: NeiMengGu)

参与重大项目:

中国中关村公路养护产业联盟-乌克兰国立航空大学沥青冷再生项目;

号线验收;

号线验收;

中国昆-嵩二级公路放线及规划。

Проведены научно-производственные работы:

1. Чжунгуаньцунь чжункэ гунлу янху чанье чуансинь ляньюмэн (Китай) , Национальный авиационный университет (Украина) —Холодный ресайклинг асфальта;

2. Строительство и приемка метро в городе N ngNin N . 2— Китай;

3. Строительство и приёмка метро в городе N ngJingle N . 2—Китай;

4. Строительство дороги в Kuming-Sh ngming—Китай.

Наукове видання

В. М. Першаков, А. О. Белятинський, Є. А. Бакулін,
Г. І. Болотов, І. О. Мартиненко, Хе Юйлінь

ПРОБЛЕМИ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

Монографія

Частина 3

В авторській редакції

Під загальною редакцією
д.т.н., професора В. М. Першакова,
к.т.н., доцента Є. А. Бакуліна

Дизайн обкладинки – Г.І. Болотов, М.В. Бутик

Підписано до друку 19.03.2018р.

Зам. №19-03(1)/18.

Формат 60x84/16. Обл. вид. арк. 4.85.

Наклад 300 прим.

Видавець: ТОВ «НВФ «Славутич-Дельфін»

Замовник: Національний авіаційний університет

03680. Київ-58, пр-т Космонавта Комарова, 1.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру

ДК №1198 від 16.01.2003