

**Є. І. Заяць, Т. С. Кравчуновська, Т. В. Ткач**

**ОРГАНІЗАЦІЯ СПОРУДЖЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

**Навчальний посібник**

**Дніпро  
Журфонд  
2021**

УДК 69.032.22

З-40

Рекомендовано до друку Вченою радою Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (протокол № 8 від 26 січня 2021 р.).

Рецензенти:

Пшінько О.М., доктор технічних наук, професор, ректор, професор кафедри архітектурного проектування, землеустрою та будівельних матеріалів Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна;

Григоровський П. Є., доктор технічних наук, старший науковий співробітник, заступник директора з наукової роботи Державного підприємства «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва імені В. С. Балицького»;

Білоконь А. І., доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології будівельного виробництва Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури».

З-40 Заяць Є. І., Кравчуновська Т. С., Ткач Т. В. Організація спорудження висотних будівель : навч. посібник. Дніпро : Журфонд, 2021. 103 с.  
ISBN 978-966-934-323-9

Навчальний посібник охоплює систематизований курс з організації спорудження висотних будівель: світові і вітчизняні тенденції становлення та розвитку висотного будівництва і його містобудівної практики; об'ємно-планувальні та конструктивні рішення висотних будівель; техніко-технологічні особливості спорудження висотних будівель; фактори, які здійснюють вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель; послідовність розроблення організаційно-технологічної документації на будівництво висотних будівель. Розглянуто організаційно-технологічні рішення, що застосовуються при спорудженні висотних будівель, з урахуванням рівня засобів механізації та будівельного обладнання; послідовність взаємодії учасників інвестиційно-будівельного процесу. Теоретичний матеріал проілюстрований рисунками, графіками. Кожний розділ містить запитання для перевірки засвоєння матеріалу.

Адресований студентам будівельних спеціальностей закладів вищої освіти. Буде корисним для всіх, хто цікавиться організацією висотного будівництва.

УДК 69.032.22

ISBN 978-966-934-323-9

© Заяць Є. І., Кравчуновська Т. С.,  
Ткач Т. В., 2021

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 РОЗВИТОК ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА: СВІТОВА І ВІТЧИЗНЯНА ПРАКТИКА.....	7
1.1 Історія розвитку висотного будівництва.....	7
1.2 Світові і вітчизняні тенденції становлення та розвитку висотного будівництва і його містобудівної практики.....	9
Запитання до самоконтролю за темою 1.....	25
2 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....	25
2.1 Вибір об'ємно-планувальних рішень висотних будівель.....	25
2.2 Конструктивні рішення висотних будівель.....	26
Запитання до самоконтролю за темою 2.....	30
3 ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СПОРУДЖЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....	31
3.1 Особливості організаційно-технологічних процесів спорудження висотних будівель.....	31
3.2 Опалубні системи та технології бетонних робіт при спорудженні висотних будівель.....	33
Запитання до самоконтролю за темою 3.....	51
4 ФОРМУВАННЯ ФАКТОРНОГО ПРОСТОРУ, ВРАХОВУВАНОВОГО ПРИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЄКТУВАННІ БУДІВНИЦТВА ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....	52
4.1 Вплив невизначеностей на процеси спорудження висотних будівель.....	52
4.2 Фактори, що впливають на вибір інженерних рішень спорудження висотних будівель.....	54
Запитання до самоконтролю за темою 4.....	57
5 СИСТЕМАТИЗАЦІЯ І КЛАСИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ФАКТОРІВ, ЯКІ ЗДІЙСНЮЮТЬ ВПЛИВ НА ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ БУДІВНИЦТВА ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....	57
5.1 Визначення параметрів та факторів, які здійснюють вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень будівництва висотних будівель.....	57
5.2 Визначення складності інвестиційно-будівельного проєкту.....	59
Запитання до самоконтролю за темою 5.....	62
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ВИСОТНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	64

6.1 Вибір земельної ділянки під будівництво висотної будівлі в умовах ущільненої забудови.....	64
6.2 Розроблення організаційно-технологічної документації на будівництво висотних будівель.....	67
Запитання до самоконтролю за темою 6.....	69
<b>7 ЗАСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА БУДІВЕЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....</b>	<b>69</b>
Запитання до самоконтролю за темою 7.....	72
<b>8 ЗАГАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЧНА ПОСЛІДОВНІСТЬ ВЗАЄМОДІЇ УЧАСНИКІВ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....</b>	<b>73</b>
8.1 Взаємодія учасників інвестиційно-будівельного процесу при спорудженні висотних будівель.....	73
8.2 Організація роботи щодо узгодження проекту та отримання дозвільної документації на будівництво висотних будівель.....	74
Запитання до самоконтролю за темою 8.....	75
<b>9 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....</b>	<b>76</b>
9.1 Методологічні принципи обґрунтування організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель в умовах ущільненої міської забудови.....	76
9.2 Аналіз організаційно-технологічних рішень при спорудженні висотних будівель.....	79
Запитання до самоконтролю за темою 9.....	82
<b>10 ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ СПОРУДЖЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....</b>	<b>82</b>
10.1 Технологічні процеси висотного будівництва.....	83
10.2 Технологія спорудження висотних будівель методом «вверх-вниз».....	87
Запитання до самоконтролю за темою 10.....	90
<b>11 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ ПРОТЯГОМ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ.....</b>	<b>90</b>
11.1 Особливості підготовки та оформлення документації життєвого циклу висотних будівель.....	90
11.2 Методи та функції контролю якості будівельної продукції.....	91
11.3 Геодезичне забезпечення спорудження висотних будівель як один із факторів контролю якості будівництва.....	93
Запитання до самоконтролю за темою 11.....	94
<b>12 ІНЖЕНЕРНА ІНФРАСТРУКТУРА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....</b>	<b>94</b>

12.1	Водопостачання і водовідведення.....	94
12.2	Теплопостачання, вентиляція і кондиціонування.....	96
12.3	Електропостачання, силове електрообладнання та електроосвітлення.....	96
12.4	Забезпечення висотних будівель вертикальним транспортом.....	97
12.5	Експлуатація висотних будівель.....	98
	Запитання до самоконтролю за темою 12.....	100
	<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>101</b>
	<b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>102</b>

## ВСТУП

При проектуванні сучасних висотних об'єктів одним із основних гасел можна вважати таке: «Менше енергоспоживання – більше комфорту та безпеки»; ефективність та екологічність. Подальшого розвитку зазнає такий напрямок, як біоархітектура.

Згідно більшості словників, загальне поняття біоархітектури визначається як галузь проєктно-будівельної діяльності, що заснована на використанні форм, пропозицій та елементів, які існують у природі. В ці рамки можуть попадати достатньо різні за характером об'єкти. Крім зовнішнього вигляду споруд, що повторює фрагмент ландшафту або що знаходиться у симбіозі з ним, до неї справедливо віднести і структури, що імітують будь-яку окрему природню форму, рослину або інший елемент.

Висотні будівлі як окрема архітектурна типологія також неодноразово використовували природні форми. З розвитком комп'ютерних технологій ці звернення і відображення ставали все більш складними та багатоплановими.

Якщо в якийсь певний момент часу в якості природних форм могли сприйматися декоративні завершення хмарочосів, то пізніше предметом запозичення стали просторові структури, які буквально взяті з природного середовища. Та й сама конструктивна основа висотної споруди з порожнистим остовом – ліфтовими шахтами або порожнистими трубами всередині – подібна стеблу рослини, що є прямим запозиченням природних форм. Сучасні архітектори і конструктори все частіше розробляють гібридні природно-інженерні технології оболонки, динамічних просторових структур та інші, що являють собою симбіоз природи та архітектурно-будівельної діяльності.

Зараз з'являється все більше проєктів, що несуть в собі значні елементи біоархітектури, а також сама філософія симбіозу природних і техногенних форм стає більш привабливою.

Однак при всій привабливості ідеї слідування за природними формами в архітектурній біоніці спочатку закладено протиріччя з більш звичною будь-якому зодчому прямокутною конструктивною схемою будівлі. Регулярне планування багатьох міст також погано гармонує з біонічними формами та оболонками. Тим більше, що при необдуманому з'єднанні технократичного і природоорієнтованого підходів частини міського простору використовуються неефективно або виявляються взагалі незапитуваними, в будівлях з'являються нефункціональні зони.

У висотному будівництві інтерес до біотехнологій особливо зріс в останні роки, оскільки з'явилися більш досконалі конструктивні рішення і матеріали, що дозволяли поєднати техногенні і природні форми. Також у висотному будівництві раціоналізм та деяка спрощеність зовнішніх форм будівель традиційного модернізму виявились особливо зручними для великих обсягів робіт, а різноманітність в елементах помітно ускладнює роботи та підвищує вартість проєкту. В ХХІ столітті з розвитком нових технологій стало легше перетворювати в життя зовнішню складність силуету будівлі.

# 1. РОЗВИТОК ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА: СВІТОВА І ВІТЧИЗНЯНА ПРАКТИКА

## 1.1 Історія розвитку висотного будівництва

Капітальне будівництво посідає найважливіше місце в прискоренні науково-технічного прогресу в усіх галузях національної економіки. Розвиток сучасних міст неможливо представити без результативного функціонування будівельного комплексу. Спорудження унікальних об'єктів, яскравим прикладом яких є висотні будівлі (ВБ), свідчить не тільки про рівень розвитку будівельної галузі, але і про розвиток економіки в цілому. Тому країни, що розвиваються за допомогою такого будівництва, хочуть заявити про свій потенціал, а розвинуті країни – про свою міць. Із часом спорудження висотних будівель відокремилось в спеціальний напрямок. Створений міжнародний комітет по висотним будівлям (СТВУН – Council on Tall Buildings and Urban Habitat).

Традиційно батьківщиною висотного будівництва вважають США, де перші будівлі підвищеної поверховості почали зводити з кінця ХІХ століття. Слід зазначити, що висотна будівля несе і змістовне навантаження. Вона уособлює собою символ влади і могутності. Саме психологічний фактор згодом став одним із домінуючих при будівництві хмарочосів. Безумовно, розвиток висотного будівництва не обмежувався тільки фактором психологічного впливу. В переліку основних передумов до збільшення поверховості, без усякого сумніву, необхідно вказати на інтенсивне зростання цін на земельні ділянки, особливо у містах.

Однак реальне підвищення поверховості будівель стало можливим тільки при відповідному рівні розвитку техніки. Розроблення каркасних схем будівель, досягнення в сфері виробництва будівельних матеріалів, випуск надміцних сталей сприяли реалізації амбітних задумок зодчих.

Яскравий слід у висотному будівництві залишили такі видатні архітектори, як Норман Форстер, Людвіг Міс ван дер Роє, Френк Ллойд Райт, Філіпп Джонсон, Ренцо П'яно, Цезар Пеллі, Річард Роджерс, Моше Сафді, Джон Портман, Сантьяго Калатрава, Адріан Сміт та інші.

Багатоповерхові будівлі, чиї вершини буквально губляться в блакиті неба, отримали назву хмарочоси (англійський аналог – skyscraper) і вже стали невід'ємною частиною міських силуетів практично всіх мегаполісів планети.

Досі фахівці сперечаються про мінімальну висоту, що дозволяє будівлі носити назву «хмарочос». Загальновизнані в світі критерії були встановлені Радою з висотних будівель в міському середовищі. Згідно з класифікацією організації, хмарочос – будинок висотою не менше 150 м, а багатоповерхові будинки вище 300 м прийнято відносити до надвисоких.

Наприкінці 2019 р. у світі налічувалося майже 5000 вже побудованих хмарочосів, також велось будівництво ще майже 1000 висотних будівель, серед яких 170 будівель висотою понад 300 м.

Нагальна потреба, в першу чергу, в США розвитку висотного будівництва, поставила перед інженерами-будівельниками низку задач, які протягом достатньо нетривалого періоду знайшли своє вирішення.

**Першою** проблемою була необхідність вирішення завдання переміщення людей по висоті (понад 5 поверхів). Ця задача була вирішена з винаходом ліфту і забезпеченням його безпечної роботи.

**Другим** завданням було вирішення питання міцності матеріалів. При використанні штучних матеріалів для стін, із збільшенням висоти будівель для забезпечення несучої здатності стін доводилось суттєво збільшувати їх товщину в основі, що призводило до надмірного використання матеріалу та зменшення корисних площ. Ця проблема була вирішена із заміною несучих стін спочатку металевим, а потім і залізобетонним каркасом.

Подальше зростання висоти будівель і зростання площі заскління призвело до суттєвого підвищення температури всередині будівель. Крім того, на значних висотах вікна не відчиняються, що також призводить до підвищення температури всередині будівлі.

Своєчасний винахід кондиціонерів та їх широке застосування вирішило **третьою** проблему подальшого розвитку висотного будівництва.

**Четвертою** проблемою розвитку висотного будівництва, з якою зіткнулись будівельники і інвестори в зв'язку з подальшим зростанням висоти будівель, стала проблема швидкості їх спорудження. Фахівці-технологи і організатори будівельного виробництва знайшли відповідь і на це питання. Стали застосовувати вузлове і блочне збирання елементів будівель у заводських і майданчикових («на землі») умовах, застосування більш потужних і швидкісних механізмів. Стали застосовувати бетони з прискореним твердінням. Був застосований декельний («вверх-вниз») метод і багато інших технологічних та організаційних прийомів.

**П'ятою** проблемою, яка виникла з подальшим зростанням висоти, стала проблема сприйняття будівлями вітрового навантаження. Для більш ефективного сприйняття горизонтальних (вітрових) навантажень було знайдено рішення, відповідно до якого були винесені назовні елементи каркасу будівлі (стали застосовувати оболонкову конструктивну схему будівлі). Крім того, за допомогою демпфуючих конструктивних рішень вдалось суттєво зменшити амплітуду коливань верхніх частин висотних будівель.

Також одним із планувальних і конструктивних заходів для зниження впливу вітрового навантаження стало застосування відповідних архітектурних рішень – це відхід від прямокутної форми будівлі, застосування овальної форми елементів в плані (наприклад, для Бурж Халіфа), які розсіювали вітер, не дозволяючи йому сформуватися в вітровий потік завдяки наявності зони низького тиску, виникаючий в більшій мірі в прямокутних у плані будівлях. При цьому, як правило, моделі висотних будівель випробовують в аеродинамічній трубі.

**Шостою** проблемою виявилась особлива чутливість хмарочосів до землетрусів. На верхніх поверхах поштовхи землетрусу відчуються на 2 бали



більше, ніж на рівні землі. Для вирішення цієї проблеми підсилюють конструкції, роблять жорсткі вузли, а де необхідно - більш пластичними.

**Сьомою** значною проблемою, яка виникла останнім часом, є боротьба з наслідками можливих терористичних актів. Із цією метою більш ретельно проєктуються шляхи евакуації людей із будівлі.

З розвитком висотного будівництва вимагались все більш сучасні склади бетонів та технології їх виготовлення, сучасні види опалубки, засоби механізації з доставки бетону на будівельний майданчик та транспортування до місця укладання бетонної суміші.

## **1.2 Світові і вітчизняні тенденції становлення та розвитку висотного будівництва і його містобудівної практики**

Світові тенденції розвитку міського будівництва, особливо останніми десятиліттями, притаманні і Україні.

Відмічається деконцентрація промисловості в містах і виведення промислових підприємств за межі міст.

Спостерігається суттєве збільшення обсягів будівництва багатоповерхових офісних будівель, переважно в центральних частинах міст.

Почали інтенсивно споруджуватись великі торговельні центри багатofункціонального призначення.

Характерною для більшості найкрупніших і крупних міст України є ситуація з різкою нестачею вільних земельних ділянок для нового будівництва. Наслідком постійного росту дефіциту земельних ділянок для нового будівництва є підвищення поверховості будівель, що споруджуються.

Висотне будівництво розпочалося в США на початку ХХ століття. Його технічними передумовами стали винайдення ліфту та виробництво сталевого прокату з наступним створенням і широким впровадженням конструкцій сталевого каркасу, який стимулював перехід від стінової конструктивної системи до каркасної. Сформувались прийоми групового розміщення і переважно однофункціонального призначення висотних будівель із формуванням ділового центру міста. Залежно від природних умов, діловий центр міста вирішується у вигляді концентрованого ядра висотних будівель або лінійно – вздовж берегів водойм або магістралей.

В країнах Європи будівництво висотних будинків і споруд почалось наприкінці 1950 – на початку 1960 рр. Особливістю європейського підходу до висотної забудови є комплексність і багатofункціональність. При цьому багатofункціональність європейських висотних будівель базується на поєднанні монофункціональних висотних будівель із житловим будинками підвищеної поверховості та малоповерховими будівлями інфраструктури, що дозволяє повноцінно вирішити кожен тип будівель відповідно до їх призначення (без компромісності об'ємно-планувальних рішень, що диктуються багатofункціональністю) і забезпечити багатогранне життя районів протягом доби. Зазвичай, в Європі земельні ділянки під висотну забудову

відводяться поза історичною зоною міст. Її розміщують на околицях, на територіях застарілих промислових районів.

Висотне будівництво в країнах Азії отримало інтенсивний розвиток в останні десятиріччя ХХ століття. Переважно має місце формування монофункціональних компактних або лінійних висотних міських центрів – офісно-банківських, доповнених іноді незначною кількістю готелів.

Оскільки Україна почала споруджувати висотні будівлі відносно нещодавно, доцільним видається застосування світового досвіду щодо вирішення основних проблем висотного будівництва при розробленні і реалізації будівельних проєктів в умовах вітчизняного девелопменту.

Для класифікації висотних будівель був прийнятий критерій висоти, а не поверховості, оскільки висота поверху може бути різною залежно від функціонального призначення об'єкту (готелі, офіси, житло тощо). Частіше за все висотна будівля являє собою багатофункціональний комплекс, в якому, крім основних приміщень, розміщуються автомобільні паркінги, супермаркети, кінотеатри тощо.

До середини 1990-х років ранжування висотних будівель і споруд засновувалось за конструктивною висотою будівлі, тобто висотою від рівня тротуару у головного входу до поверху конструктивних елементів будівлі – башти або шпилю, але не антени, мачти чи флагштоку. В 1996 р., коли завершувалось будівництво башт-близнюків Петронас, Рада по висотним будівлям і міському середовищу (СТВУН) розширила систему класифікації шляхом додавання трьох додаткових категорій: рівня верху шпиля/антени (тобто найвищої точки всієї споруди), рівня даху та рівня останнього зайнятого (доступного) поверху. В 2009 р. висоту до даху було відмінено, адже у сучасних висотних будівель рідко буває плоский дах. Крім того, зникло поняття «головний вхід» [12, 26].

Поява висотного будівництва пов'язана з періодом зародження висотної будівлі як нової проєктно-архітектурної одиниці так званої «чиказької школи» та наступного її розвитку в нью-йоркській практиці.

В США у 1916 р. був прийнятий закон про зонування Нью-Йорка. В документі були прописані висотні обмеження нової забудови. В 1961 р. розробники нового нью-йоркського зонінгу додали до нього коефіцієнт інтенсивності забудови ділянки. Це дозволило формувати навколо висоток відкриті громадські площі. Втім, центри американських міст все одно перетворювалися на багатоповерхові вулиці [25].

При цьому сформувалися прийоми групового розміщення висотних будівель та переважно монофункціональне призначення з формуванням ділового центру міста [12]. Пізніше в висотному будівництві з'явилися принципи екологічності та інформаційності.

За тривалий час в США накопичився значний досвід; розроблено нормативи, дотримання яких суворо контролюється; проєктно-будівельні організації, яким дозволено проєктувати та зводити такі будівлі, мають спеціальні ліцензії.

Прикладом практичної реалізації концепції висотного будівництва в США є реконструкція м. Чикаго.

В Європі та Китаї для будівництва висотних будівель спочатку залучались американські фірми, і лише після багаторічного співробітництва з ними, ретельного вивчення нормативної бази починали проєктувати і будувати власними силами.

В країнах Європи висотне житлове будівництво не є надто популярним, адже люди надають перевагу котеджам за межами центру міста.

Прикладом урбаністичних висотних перетворень в Європі є реконструкція м. Париж.

Законодавче регулювання висоти будівель почали застосовувати у країнах Західної Європи в середині ХІХ століття.

Висотні будівлі в історичних центрах європейських міст – це скоріше данина сучасним архітектурним тенденціям. Висотні об'єкти часто дисонують з історичною забудовою, тому до їх проєктування підходять обережно. Європейські висотні будівлі – це, як правило, офіси та готелі, а житло в таких будівлях найчастіше відноситься до преміум-класу. Звідси позитивне ставлення до висотних будівель, які є архітектурними домінантами. Вони не лише формують силует міста, але й допомагають орієнтуватися у ньому. Крім того, такі домінанти підкреслюють навколишню історичну забудову.

Наприклад, у центрі Мілана поруч розмістилися знаменитий кафедральний собор і Вежа Веласка – найвідоміша місцева висотна будівля, споруджена в 1950-х роках у стилі бруталізму.

Не менш відомою є 116-метрова адміністративна будівля Мілбенк-тауер біля лондонського парламенту.

При цьому, наприклад, в Амстердамі, Мадриді та Барселоні діє інша модель регулювання висотної забудови. Тут висотні будівлі можна зводити лише поза історичним центром.

У Парижі на початку 1970-х років розпочали реконструкцію 13-го округу. В оновленому районі звели декілька десятків висотних будівель. Житлові блоки призначалися для проживання молодих спеціалістів. Тоді цей проєкт розкритикували за порушення «небесної лінії» міста та знесення історичної забудови. З 1977 р. почало діяти висотне обмеження на всі нові будівлі. Встановлений ліміт складав майже 37 м. Міська рада Парижа переглянула ці обмеження лише у 2010 р., піднявши планку до 180 м.

Центральна частина Рима визначається по кордону знаменитої стіни Авреліана. Тут жодна нова споруда не може перебивати висоту собору святого Петра (136 м). Перша римська висотна будівля Eurosky Tower була побудована лише у 2012 р. Висота цієї будівлі сягнула 155 м.

У Німеччині кожне місто самостійно визначає граничну висоту забудови. Наприклад, у Мюнхені, щоб зберегти історичну панораму міста, ввели обмеження – 100 м. Зовсім протилежна ситуація у Франкфурті-на-Майні, де сконцентрована найбільша кількість висотних будівель у країні. Більша частина міста була зруйнована під час Другої світової війни. Новий Франкфурт почав розвиватися за північно-американським сценарієм, коли центр міста

забудовується висотними спорудами. Найбільш популярні будівлі міста вражають своїми розмірами. Це, наприклад, Коммерцбанк, висота якого становить 259 м, будівля Європейського центрального банку та вежі-близнюки Дойче-банк.

Непроста ситуація із висотним будівництвом склалася у Лондоні. Британська столиця щільно забудована висотними будівлями. І містяни виказують з цього приводу все більше невдоволення. Настрої лондонців показують результати опитування: 59 % жителів Лондона хочуть, щоб для нових висотних будівель ввели висотні обмеження, а 56 % – виступають за їх будівництво лише у межах чинних бізнес-районів на кшталт місцевого Сіті; крім того, лише 11 % опитаних вважають, що спорудження висотних будівель допоможе вирішити житлову кризу; натомість, 60 % лондонців впевнені, що житлові висотні будівлі мають попит лише серед заможних іноземців.

Прискіпливо регулюють висотність в Афінах. У грецькій столиці не можна зводити будівлі вище 12 поверхів, щоб не псувати панорамний вигляд на Парфенон. Але й тут є виключення – знаменита Афінська вежа, збудована у 1973 р., висота якої сягає 103 м, будівля налічує 28 поверхів; висота Atrina Center Tower та Apollo Tower складає 80 м.

В 2016 р. прийнятий генеральний план Праги, який регулює й висотність місцевої забудови. Вся Прага поділена на зони з обмеженнями висотності: територія міста розбита на окремі квадрати, у кожному з яких діє свій тип висотного регламенту. Висота забудови визначається від рівня землі до головного карнизу. Максимальна висота забудови – 40 м. Перевищувати цей ліміт можуть лише споруди громадського призначення.

В Кишиневі з 2016 р. діє заборона на висотне будівництво в історичному центрі міста. Тепер там не можна споруджувати будівлі вище 12 поверхів [25].

Спорудження висотних будівель житлового призначення на сьогодні притаманне переважно країнам, які розвиваються. Основними ініціаторами такого будівництва є Китай, Тайвань, Ізраїль, Об'єднані Арабські Емірати, інші країни Близького та Далекого Сходу.

В Китаї у таких мегаполісах, як Шанхай, Пекін, Харбін, наголос зроблений на спорудження висотних будівель із монолітного залізобетону, оскільки в ряді регіонів Китаю сейсмічність може досягати 8-9 балів, а за таких умов каркас із монолітного залізобетону поводить себе прогнозовано і забезпечує стійкість будівель при несприятливих сейсмічних впливах. Проектування і будівництво висотних будівель контролюється державою. В цьому процесі дозволено брати участь лише Шанхайській і Пекінській будівельним компаніям, до кваліфікації та досвіду персоналу яких висуваються дуже високі вимоги.

Незважаючи на світову економічну кризу, процес появи нових висотних будівель у Китаї не зменшує обертів.

В цілому кількість висотних будівель у світі щорічно зростає. При цьому вони споруджуються на різних континентах (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Розміщення висотних будівель у світі [24]

Серед найвищих будівель у світі можна відзначити наступні (рис. 1.2).

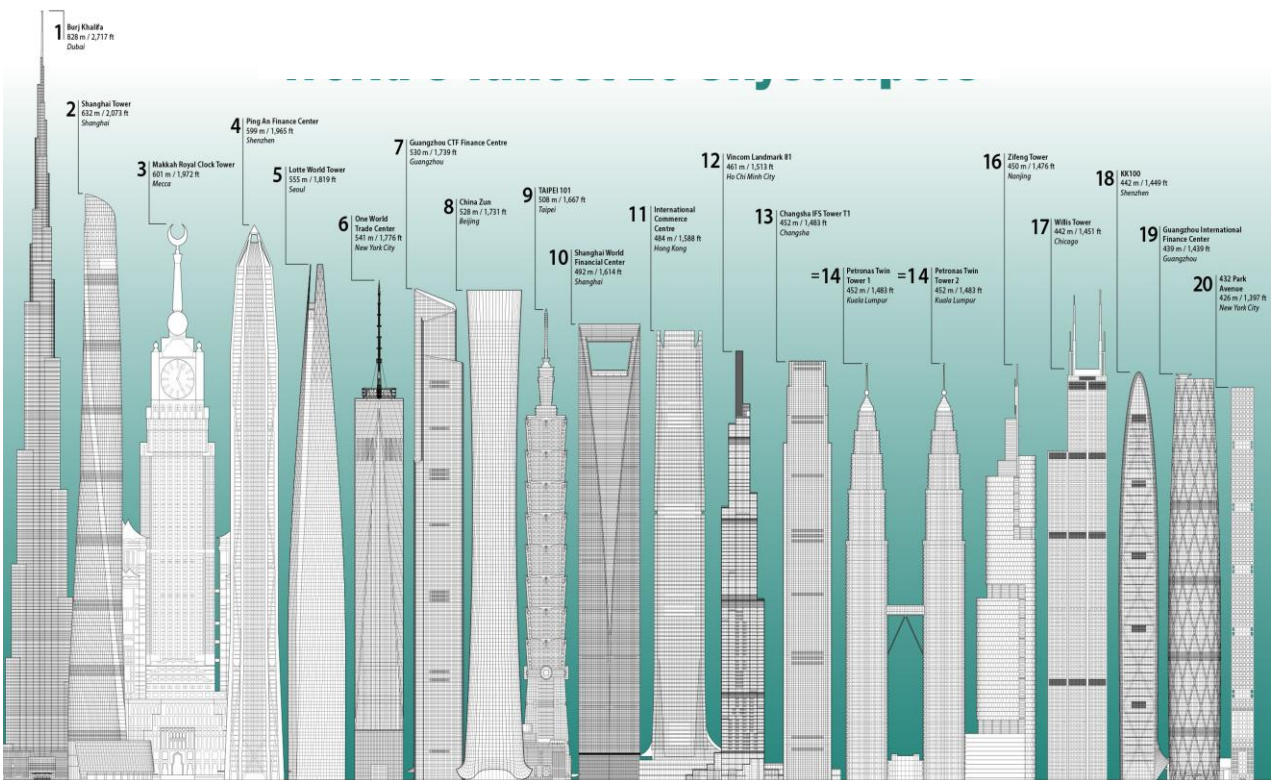


Рисунок 1.2 – 20 найвищих будівель світу [26]

В табл. 1.1 зведено відомості про найвищі будівлі світу, які введено в експлуатацію.

Таблиця 1.1 – Найвищі будівлі світу, введені в експлуатацію [26]

№ з/п	Назва будівлі	Місце розташування	Висота, м	Кількість поверхів	Рік введення в експлуатацію	Матеріал конструкцій	Функціональне призначення
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Burj Khalifa	Дубай (ОАЕ)	828	163	2010	сталь / бетон	офіс / житло / готель
2	Shanghai Tower	Шанхай (Китай)	632	128	2015	композит	готель / офіс
3	Makkah Royal Clock Tower	Мекка (Саудівська Аравія)	601	120	2012	сталь / бетон	готель / інше
4	Ping An Finance Center	Шеньчжень (Китай)	599,1	115	2017	композит	офіс
5	Lotte World Tower	Сеул (Південна Корея)	554,5	123	2017	композит	готель / житло / офіс / роздрібна торгівля
6	One World Trade Center	Нью-Йорк (США)	541,3	94	2014	композит	офіс
7	Guangzhou CTF Finance Centre	Гуанчжоу (Китай)	530	111	2016	композит	готель / житло / офіс
8	China Zun	Пекін (Китай)	527,7	109	2018	композит	офіс
9	TAIPEI 101	Тайбей (Тайвань)	508	101	2004	композит	офіс
10	Shanghai World Financial Center	Шанхай (Китай)	492	101	2008	композит	готель / офіс
11	International Commerce Center	Гонконг (Китай)	484	108	2010	композит	готель / офіс

Заверш. табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
12	Vincom Landmark 81	Хошимін (В'єтнам)	461,3	81	2018	композит	готель / житло
13	Changsha IFS Tower T1	Чанша (Китай)	452,1	94	2018	композит	готель / офіс
14	Petronas Twin Tower 1	Куала- Лумпур (Малайзія)	451,9	88	1998	композит	Офіс
15	Petronas Twin Tower 2	Куала- Лумпур (Малайзія)	451,9	88	1998	композит	Офіс
16	Zifeng Tower	Нанкін (Китай)	450	66	2010	композит	готель / офіс
17	Willis Tower	Чикаго (США)	442,1	108	1974	сталь	Офіс
18	KK100	Шеньчжень (Китай)	441,8	100	2011	композит	готель / офіс
19	Guangzhou International Finance Center	Гуанчжоу (Китай)	438,6	103	2010	композит	готель / офіс
20	432 Park Avenue	Нью-Йорк (США)	425,7	85	2015	бетон	Житло
21	Marina 101	Дубай (ОАЕ)	425	101	2017	бетон	житло / готель
22	Trump International Hotel & Tower	Чикаго (США)	423,2	98	2009	бетон	житло / готель
23	Jin Mao Tower	Шанхай (Китай)	420,5	88	1999	композит	готель / офіс
24	Princess Tower	Дубай (ОАЕ)	413,4	101	2012	сталь / бетон	Житло
25	Al Hamra Tower	Ель-Кувейт (Кувейт)	412,6	80	2011	бетон	Офіс

Загальні відомості про найвищі висотні будівлі житлового призначення наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Найвищі будівлі світу житлового призначення [26]

№ з/п	Назва будівлі	Місце розташування	Висота, м	Кількість поверхів	Рік введення в експлуатацію	Матеріал конструкцій	Функціональне призначення
1	2	3	4	5	6	7	8
1	432 Park Avenue	Нью-Йорк (США)	425,7	85	2015	бетон	житло
2	Princess Tower	Дубай (ОАЕ)	413,4	101	2012	сталь / бетон	житло
3	23 Marina	Дубай (ОАЕ)	392,4	88	2012	бетон	житло
4	Burj Mohammed Bin Rashid	Абу-Дабі (ОАЕ)	381,2	88	2014	бетон	житло
5	Elite Residence	Дубай (ОАЕ)	380,5	87	2012	бетон	житло
6	The Torch	Дубай (ОАЕ)	352	86	2011	бетон	житло
7	DAMAC Heights	Дубай (ОАЕ)	335,1	88	2018	бетон	житло
8	Q1 Tower	Голд-Кост (Австралія)	322,5	78	2005	бетон	житло
9	Blue Tower	Дубай (ОАЕ)	317,6	72	2010	бетон	житло
10	Magnolias Waterfront Residence Tower 1	Бангкок (Таїланд)	315	70	2018	бетон	житло
11	Ocean Heights	Дубай (ОАЕ)	310	83	2010	бетон	житло
12	Cayan Tower	Дубай (ОАЕ)	306,4	73	2013	бетон	житло
13	East Pacific Center Tower A	Шеньчжень (Китай)	306	85	2013	КОМПОЗИТ	житло
14	Etihad Towers T2	Абу-Дабі (ОАЕ)	305,3	80	2011	бетон	житло
15	CapitalCity Moscow Tower	Москва (Росія)	301,8	76	2010	бетон	житло



Заверш. табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
16	Doosan Haeundae We've the Zenith	Пусан (Південна Корея)	300	80	2011	бетон	житло
17	Eureka Tower	Мельбурн (Австралія)	297,3	91	2006	бетон	житло
18	Emirates Crown	Дубай (ОАЕ)	296	63	2008	бетон	житло
19	Haeundae I Park Marina Tower 2	Пусан (Південна Корея)	292,1	72	2011	КОМПОЗИТ	житло
20	Sulafa Tower	Дубай (ОАЕ)	288	76	2010	бетон	житло
21	Soochow International Plaza West Tower	Гучжоу (Китай)	288	50	2014	КОМПОЗИТ	житло
22	Millennium Tower	Дубай (ОАЕ)	285,1	59	2006	бетон	житло
23	Skyland Residential Tower	Стамбул (Туреччина)	284	64	2017	бетон	житло
24	Doosan Haeundae We've the Zenith Tower B	Пусан (Південна Корея)	281,5	75	2011	бетон	житло
25	Torre Vitri	Панама (Республіка Панама)	280,7	75	2012	бетон	житло

Слід зазначити, що сучасний рівень розвитку висотного будівництва пов'язаний із розвитком ліфтового господарства (рис. 1.3).

На сьогодні в світі понад 70 % висотних будівель завершені будівництвом і введені в експлуатацію, 10-20 % – перебувають на стадії будівництва, 10-20 % – перебувають на стадії проектування [26].

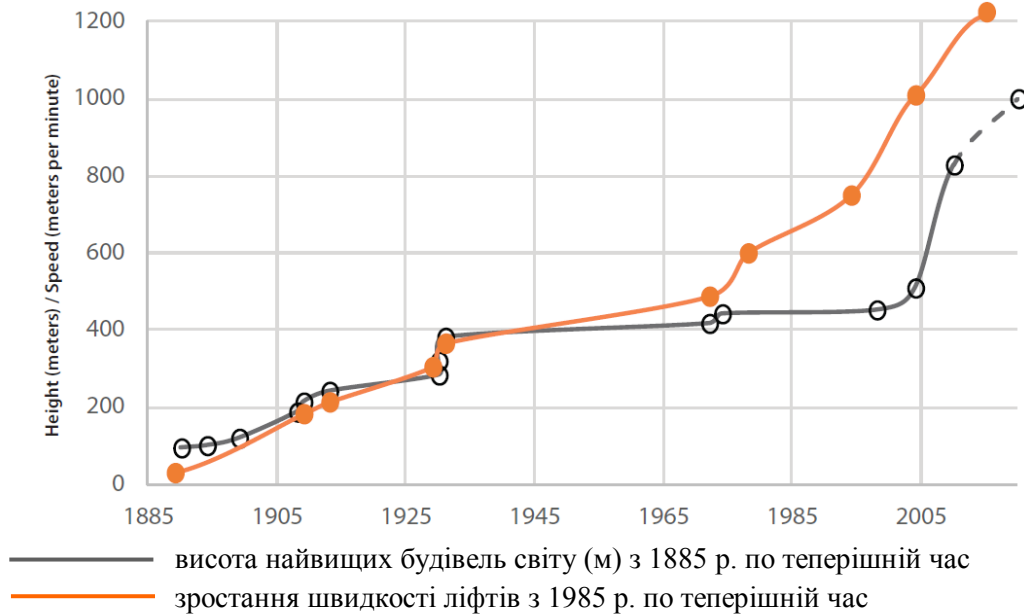


Рисунок 1.3 – Зв'язок між швидкістю ліфтів та висотою будівель із 1885 р. по теперішній час [26]

Розподіл висотних будівель висотою понад 150 м за функціональним призначенням та матеріалом конструкцій представлено на рис. 1.4.

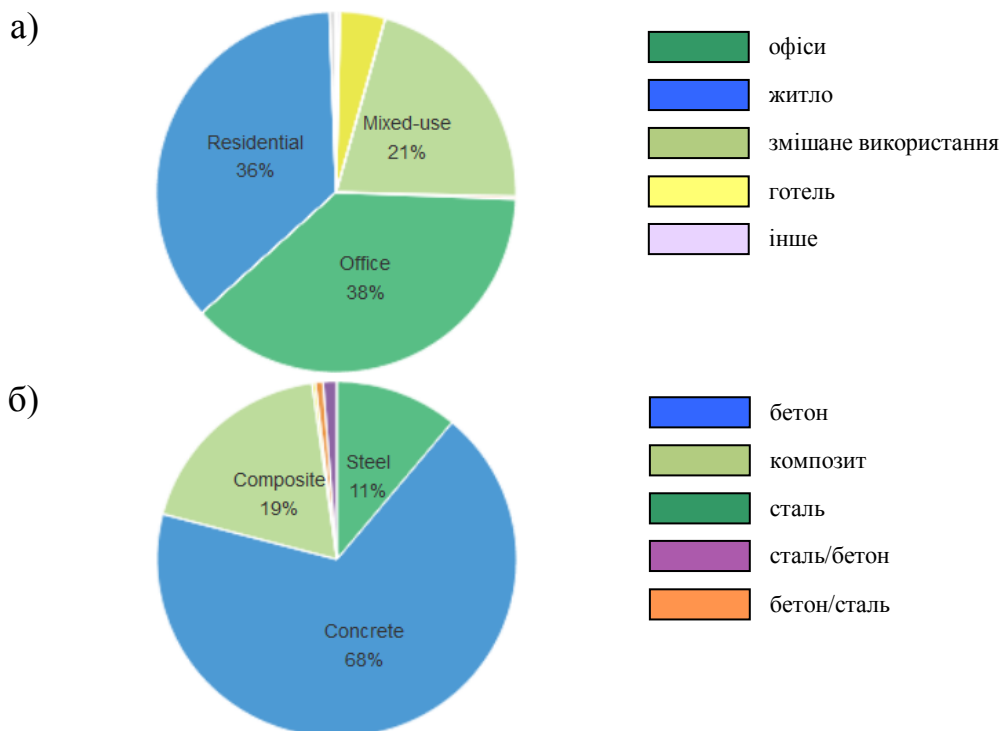


Рисунок 1.4 – Розподіл висотних будівель висотою понад 150 м за функціональним призначенням (а) та матеріалом конструкцій (б)

Розподіл висотних будівель висотою понад 200 м за функціональним призначенням та матеріалом конструкцій представлено на рис. 1.5.

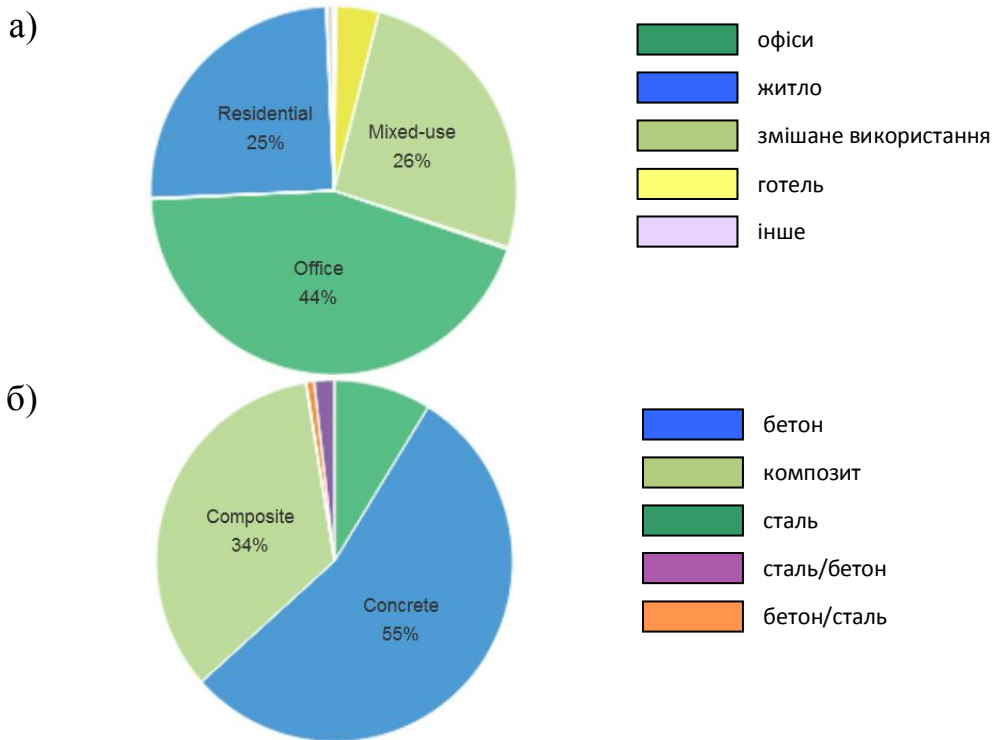


Рисунок 1.5 – Розподіл висотних будівель висотою понад 200 м за функціональним призначенням (а) та матеріалом конструкцій (б)

Як свідчить світова практика, проектування висотної будівлі і розробка технології її будівництва ведуться паралельно і невіддільно один від одного. Будівництво починають лише після перевірки незалежними організаціями-експертами всієї проєктної та технологічної документації. Дуже ретельно виконують фундаменти і підземну частину споруди. Зведення каркасу починають тільки після влаштування і контролю якості всього фундаменту, який являє собою пальове поле з буронабивних паль, об'єднаних жорсткою фундаментною плитою [22].

В залежності від того, де проєкт реалізується, яке функціональне призначення будівлі і наскільки кардинально відрізняється планування поверхів, застосовують різні матеріали конструкцій. Найбільше застосовують бетон у будівництві житлової та готельної зон висотних будівель із потужним ядром, меншою кількістю прогонів і більшою жорсткістю. Для офісного простору може знадобитися площа з вільним плануванням, чого легше досягти, якщо працювати зі сталлю. Оскільки все більше з'являється висотних будівель, то зростає потреба в поєднанні різних видів будівельних матеріалів у межах однієї будівлі.

Накопичений світовий досвід забудови сучасного мегаполісу свідчить, що, з урахуванням вартості земельної ділянки, найбільш виправданими з економічної точки зору є будівлі висотою від 30 до 50 поверхів [8, 10, 12, 15]. Будівлі більшої поверховості з'являються з міркувань архітектурно-

містобудівної значущості, престижності чи значної ціни і нестачі вільних міських територій.

Перелік найвищих існуючих висотних будівель України, з розподілом за територіальною ознакою та роками побудови, представлений в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Найвищі будівлі України [27]

№ з/п	Назва будівлі	Висота будівлі, м	Кількість поверхів	Роки побудови	Місце-знаходження
1	ЖК на Кловському узвозі, 7	168	48	2008-2013	Київ
2	ЖК «Jack House»	152,5	39	2012-2018	Київ
3	БФК «Gulliver»	148,1	35	2003-2013	Київ
4	БЦ «Парус»	133,1	33	2004-2007	Київ
5	ЖК «Корона»	128	38	2004-2007	Київ
6	ЖК «Корона № 2»	128	38	2006-2008	Київ
7	Будинок Апеляційного суду	127	27	1978-2006	Київ
8	ЖК «Башти»	123	30	1999-2005	Дніпро
9	Будинок МТУ	120	28	1974-1986	Київ
10	101 Tower	116,1	27	2009-2012	Київ

Загальні відомості про найвищі будівлі міст України представлені на рис. 1.6-1.9.

Одним із найважливіших питань висотного будівництва є місце розташування таких об'єктів, адже головним завданням при цьому є збереження своєрідної історичної забудови та унікального ландшафту, які відзначають конкретні міста та є їх візитівкою.

Аналізуючи досвід фахівців, що займалися проєктуванням зазначених об'єктів, можна визначити та класифікувати низку проблем, які найчастіше виникають при проєктуванні висотних будівель в історичному середовищі міст України:

- планувальні проблеми, пов'язані з включенням до транспортної та пішохідної мереж;
- функціональні проблеми;
- проблеми, обумовлені взаємодією з іншими об'єктами;
- ландшафтно-рекреаційні проблеми;
- санітарно-гігієнічні проблеми;
- пожежні проблеми;
- проблеми внутрішньої організації будівлі;
- інженерні проблеми;
- геологічні проблеми;
- естетичні проблеми;
- проблеми, пов'язані з впливом на поведінкові моделі населення;

— проблеми порушення звичного вигляду міста.

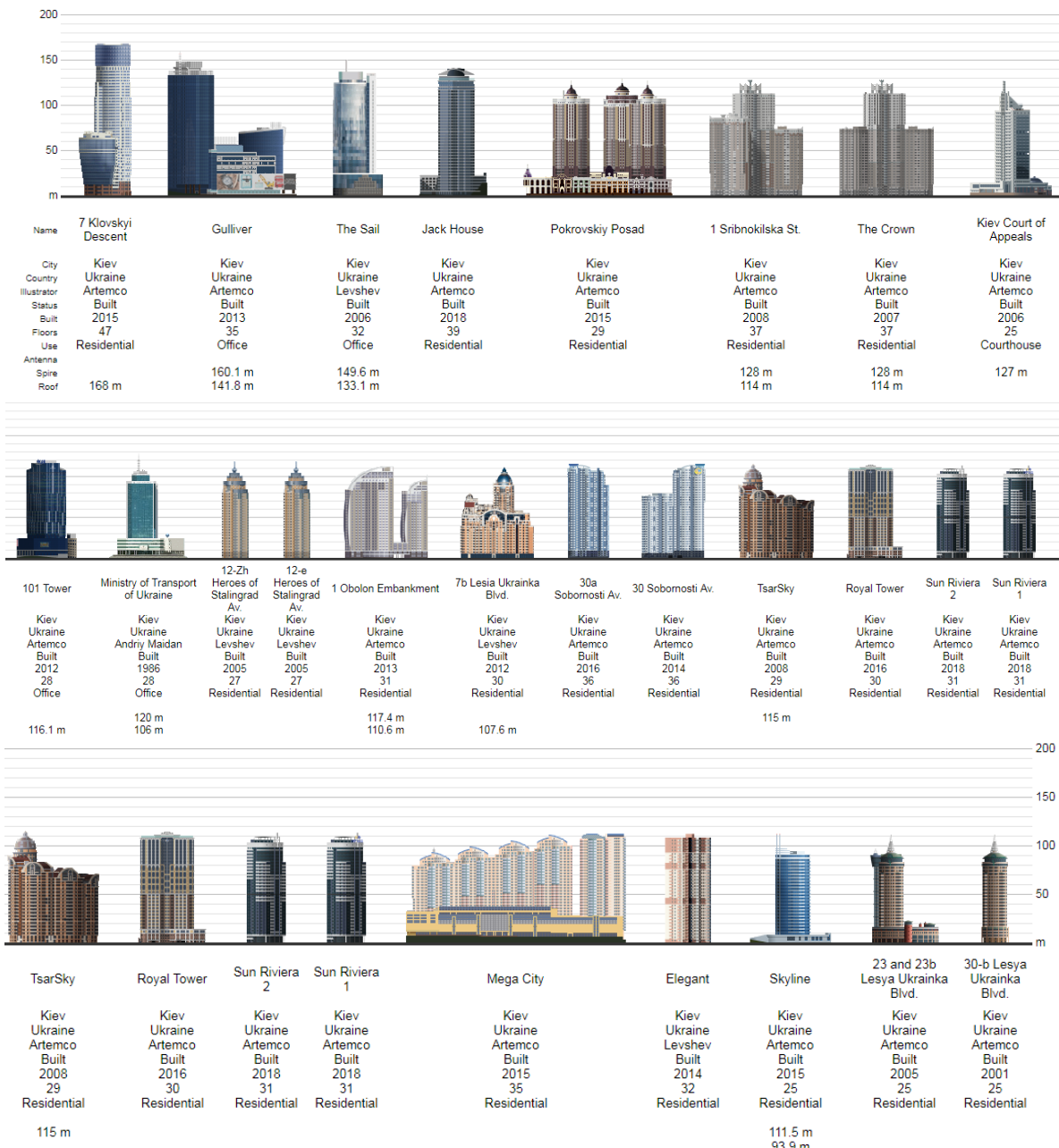


Рисунок 1.6 – Висотні будівлі в м. Київ [19]

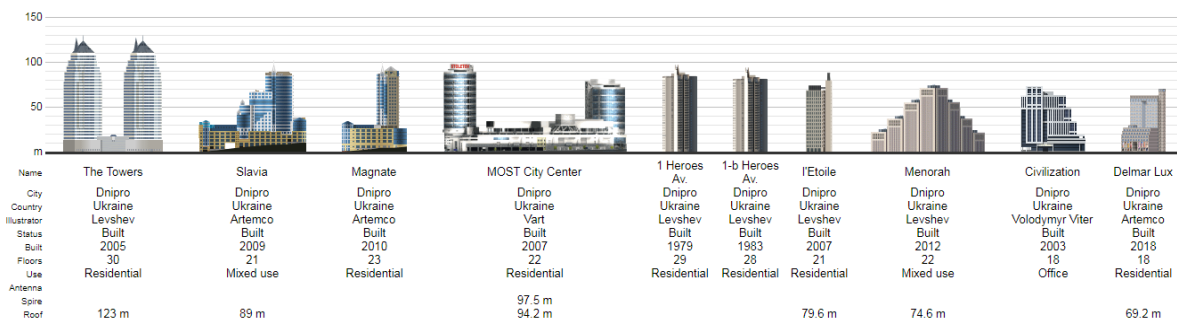


Рисунок 1.7 – Висотні будівлі в м. Дніпро [18]

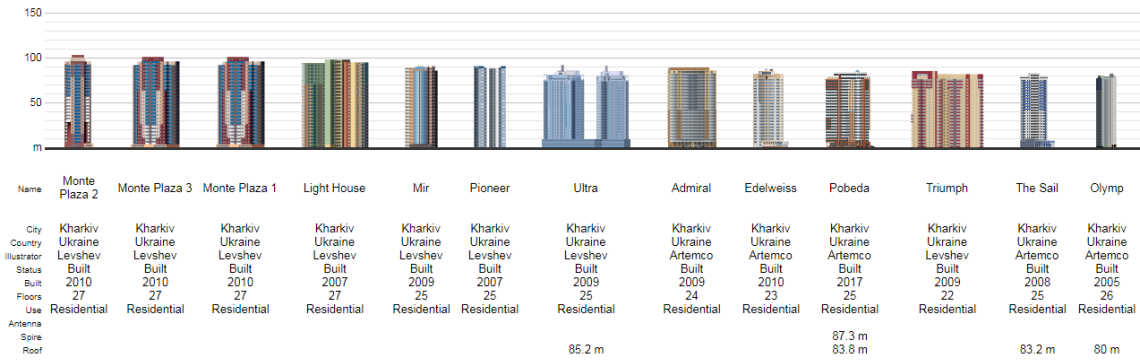


Рисунок 1.8 – Висотні будівлі в м. Харків [20]



Рисунок 1.9 – Висотні будівлі в м. Одеса [21]

Аналіз світового досвіду спорудження висотних будівель дозволив виокремити основні принципи висотного будівництва:

- необхідність підземного поверху для розміщення бойлерних, силових установок і інженерного обладнання;
- відведення першого поверху під розміщення приміщень банків, магазинів тощо, яким необхідні великий простір та легкий доступ із вулиці;
- другий поверх повинен мати не менше простору і світла, ніж перший поверх;
- між другим та верхніми поверхами розміщуються офісні приміщення, які можуть відрізнятися за плануванням одне від одного;
- найвищий поверх є технічним поверхом;
- дотримання біоекологічного стилю та енергоефективності, а саме: раціональне використання ресурсів, природна вентиляція та природне освітлення, застосування інтелектуальних систем управління висотною будівлею і регулюючих фасадних систем, відновлюваних систем енергії (сонячні батареї, повітряні двигуни тощо), сучасний вертикальний транспорт.

Згідно з даними Ради з висотних будівель і міського середовища (СТВУН), вартість будівництва  $1 \text{ м}^2$  загальної площі висотної будівлі значно перевищує вартість будівництва  $1 \text{ м}^2$  загальної площі мало- та

багатоповерхових будівель. На вартість будівництва висотної будівлі справляє вплив її місце розташування, а також функціональне призначення. Найбільша питома вага у вартості висотного будівництва належить вартості спорудження надземної частини будівлі, фасадів та інженерних систем.

Дослідники виділяють **три фактори**, що здійснюють вплив на процес будівництва висотних будівель, а саме:

- економічні (вартість землі та вартість спорудження будівель);
- екологічні (будівництво та експлуатація будівлі не завдають шкоди навколишньому середовищу);
- соціальна та культурна привабливість ВБ, які нерідко стають орієнтирами та/або пам'яткою конкретної місцевості.

**До переваг ВБ можна віднести:**

- досягнення якісного ступеня розвитку будівництва;
- висока економічна результативність (цьому сприяє висока вартість землі);
- створення додаткових робочих місць;
- експлуатація ВБ – достатньо вигідний бізнес.

**Але є і недоліки:**

- комерційні (значна вартість будівництва);
- експлуатаційні (одночасне заселення, постійні ремонти при великій кількості квартир).

На сьогоднішній день в світі найбільш впевнено тримає першість хмарочос Бурж Халіфа в Дубаї, який піднявся на запаморочливу висоту в 828 м. Це не тільки найвища споруда на планеті, вона вище всіх надвисоких споруд світу – телевеж, щогл і промислових труб. У будівлі, чиє будівництво було завершено в 2010 році, 163 поверхи, комплекс позиціонується як справжнє «місто в місті» зі своїми зеленими зонами, житловими приміщеннями, офісними і торговельними центрами.

Будівництво хмарочосу, який має незвичайну форму сталагміта, зайняло 6 років, його архітектором став американець Адріан Сміт (рис. 1.10).

Для української містобудівної практики найбільш цінним може бути європейський досвід висотного будівництва:

- послідовна концентрація виробничих сил на обмеженій кількості ділянок;
- підпорядкування проєктування міської забудови принципам інтегрованого урбанізму з комплексністю забудови і розміщенням транспортних мереж у декількох рівнях;
- забезпечення комплексності забудови за рахунок поєднання об'єктів різного функціонального призначення в будівлях, об'ємно-планувальні рішення яких найбільш гармонічно відповідають їх функції, що означає створення багатофункціональних висотних будівель, а також поєднання в комплексній забудові різноманітних будівель для різних функцій, тобто створення висотних будівель.



Рисунок 1.10 – Хмарочос Бурдж Халіфа в Дубаї

Таким чином, можна констатувати тенденцію подальшого розвитку висотного будівництва як у світі, так і в Україні.



## **Запитання до самоконтролю за темою 1**

1. Що ми розуміємо під «хмарочосами» та «висотними будівлями»?
2. Назвіть основні проблеми, які необхідно було вирішити для забезпечення можливості спорудження висотних будівель.
3. Сформулюйте сучасні тенденції розвитку висотного будівництва.
4. Назвіть основні проблеми, які найчастіше виникають при проектуванні та спорудженні висотних будівель в історичному середовищі міст України.
5. Які фактори здійснюють вплив на процес спорудження висотних будівель?

## **2. ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

### **2.1 Вибір об'ємно-планувальних рішень висотних будівель**

Як свідчить світовий містобудівний досвід, збільшення кількості міст, зростання співвідношення кількості сільського і міського населення на користь останнього, нестача вільних земельних ділянок під забудову та їх висока вартість обумовлюють зростання поверховості будівель, що споруджуються, та освоєння підземного простору.

Такі тенденції властиві і більшості міст України.

Створення оптимальної висотної будівлі є складним завданням унаслідок великої кількості взаємообумовлених параметрів проектування.

З позиції вирішення містобудівних завдань, розміщення висотних будівель можливе в:

- центральних частинах міст із щільною забудовою, що обумовлене високою вартістю земельних ділянок;
- околичних зонах міст із малоцінною ветхою забудовою, яка підлягає знесенню, або територіях застарілих промислових підприємств, що дозволяє формувати індивідуальний виразний вигляд нових фрагментів міського середовища.

На вибір об'ємно-планувальних рішень висотних будівель здійснюють вплив їх висота та форма, а також такі фактори:

- часткова втрата робочих площ висотних будівель через розміщення в їх об'ємі горизонтальних несучих конструкцій, які займають простір окремих поверхів;
- витрати 20-30 % будівельного об'єму висотної будівлі на розміщення вертикального транспорту та його обслуговування (ліфтові холи, ліфтові шахти, машинні відділення тощо);
- влаштування технічних поверхів для розміщення інженерного обладнання (насосних станцій, зональних елементів внутрішнього

теплопостачання, вентиляційних систем, елементів господарсько-питного і пожежного водопостачання тощо);

– влаштування горизонтальних пожежних відсіків для тимчасового перебування людей.

## 2.2 Конструктивні рішення висотних будівель

Конструктивні рішення повинні забезпечити термін служби висотного будинку не менше 150 років із урахуванням належного експлуатаційного обслуговування та можливого відновлення ресурсу за допомогою капітальних ремонтів.

Основоположними завданнями при розробленні конструктивного рішення висотної будівлі є вибір конструктивної системи і матеріалу несучих конструкцій, разом із вирішенням окремих конструктивних елементів, що забезпечують стійкість, надійність та безпечність експлуатації висотних будівель.

**Висотні будівлі мають специфіку, яка суттєво відрізняється від традиційних будівель підвищеної поверховості. До основних особливостей висотних будівель належать:**

- значні навантаження на несучі конструкції та основи;
- високе, іноді критичне значення горизонтальних (в першу чергу вітрових) навантажень;
- проблеми нерівномірності навантажень;
- підвищена значимість впливу природних (сейсмічність, температура та інші) та техногенних факторів (вібрації, аварії, пожежі, локальні руйнування) на безпеку будівлі в період будівництва та експлуатації;
- значна насиченість складними інженерними системами;
- підвищені вимоги пожежної та інших видів безпеки.

При проєктуванні та будівництві висотних будівель особливе значення має забезпечення надійності основ та конструкцій підземних частин.

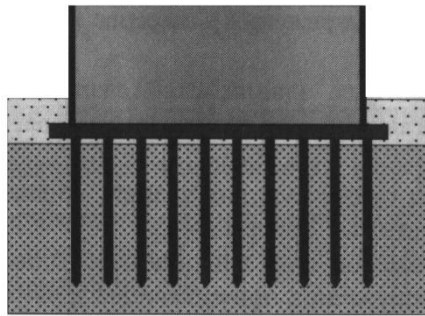
Глибина закладання фундаментів складає 15-25 м, а в окремих випадках – 50 м. У сучасному висотному будівництві застосовуються три типи фундаментів: пальові, плитні та пальово-плитні (рис. 2.1).

Конструктивна система повинна забезпечити міцність і стійкість несучих конструкцій та елементів висотного будинку під дією розрахункових навантажень і впливів, а також опір прогресуючому обваленню при виникненні надзвичайних ситуацій.

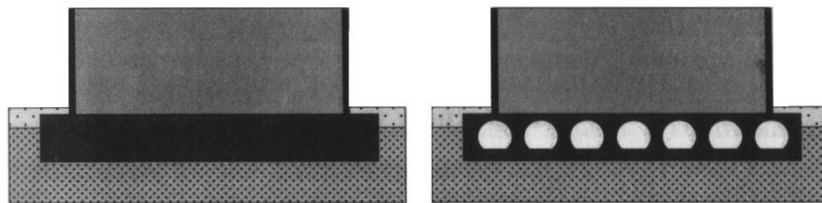
При цьому витрати на влаштування перекриття не залежать від поверховості висотної будівлі, а витрати на вертикальні несучі конструкції зростають лінійно, при цьому ріст вартості заходів щодо забезпечення належної жорсткості має нелінійний (різко зростаючий) характер.

Серед конструктивних систем надземних частин висотних будівель вирізняють: рамно-в'язеву, каркасну з діафрагмами жорсткості, безкаркасну з перехресними несучими стінами, стовбурну, коробчасту (оболонкову), стовбурно-коробчасту («труба в трубі» або «труба в фермі») [2].

а) пальові



б) плитні



в) пальово-плитні

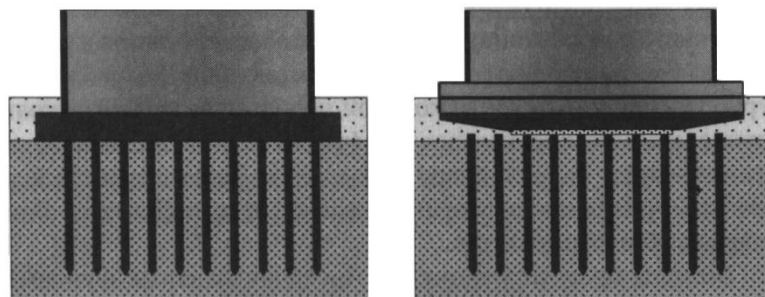


Рисунок 2.1 – Типи фундаментів в сучасному висотному будівництві

Вибір конкретної конструктивної системи залежить від багатьох факторів, основними з яких є: висота будівлі, її функціональне призначення, умови будівництва (сейсмічність, ґрунтові особливості, атмосферні і вітрові впливи), архітектурно-планувальні вимоги.

Рамно-в'язева конструктивна система зазвичай застосовується при спорудженні відносно невеликих будівель [12].

Збільшення поверховості та ускладнення конструкцій рамних вузлів для сприйняття зростаючих горизонтальних навантажень обумовлює перехід до в'язевого каркасу з наскрізними розкісними сталевими вертикальними діафрагмами жорсткості або з суцільними залізобетонними стінами-діафрагмами жорсткості – каркасна система з діафрагмами жорсткості.

Безкаркасна з перехресними несучими стінами система в висотному будівництві застосовується досить рідко, через обмеження свободи планування внутрішнього простору, переважно для житлових будівель і готелів, оскільки об'ємно-планувальні рішення будівель цього функціонального призначення узгоджуються з вимогами конструктивної системи.

Стовбурна конструктивна система в якості основної несучої конструкції будівлі, що сприймає навантаження і впливи, містить вертикальний просторовий стрижень – стовбур жорсткості (ядро жорсткості) на всю висоту будівлі. В стовбурі жорсткості висотної будівлі, який розташовується в її центральній частині, розміщується сходово-ліфтовий вузол, а конструкція безпосередньо самого стовбура жорсткості виконується з монолітного залізобетону, жорстких сталевих конструкцій або їх комбінації. Відповідно до європейських норм, відстань від зовнішніх стін до ядра жорсткості за умовами природної освітленості не повинна перевищувати 8 м.

Найбільше розповсюдження в будівництві висотних будівель висотою до 60 поверхів різного функціонального призначення одержала каркасно-стовбурна система, з розташуванням каркасу по зовнішньому контуру будівлі. Спільні горизонтальні переміщення каркасу і стовбуру забезпечують горизонтальні аутригери-ростверки, розташовані через 18-20 поверхів [8, 12, 15].

Несучі конструкції стовбурних будівель переважно залізобетонні збірні і монолітні. Переріз стін монолітного стовбура залежно від поверховості змінюється від 40-100 см у нижніх поверхах до 20-30 см – у верхніх поверхах [8, 12, 15].

Проте в будівлях висотою понад 200 м каркасно-стовбурна система, через обмежені в плані розміри сходово-ліфтових вузлів, обумовлює більш концентровані навантаження на основу і не може забезпечити необхідної жорсткості, в зв'язку з чим використовують коробчасту (оболонкову) конструктивну систему, в якій потрібна згинальна жорсткість забезпечується зовнішньою оболонкою будівлі [8, 12, 15].

Оболонкова конструктивна система відрізняється максимальною жорсткістю в порівнянні з наведеними вище системами, оскільки несучі конструкції розташовані по зовнішньому контуру.

Основній оболонковій системі відповідають дві комбінованих – оболонково-стовбурна («труба в трубі») та оболонково-діафрагмова («пучок труб»). Як в оболонковій системі, так і в оболонково-стовбурній в центрі плану розташовують стовбур із розміщеними в його просторі ліфтовими шахтами та холами. Різниця між цими варіантами полягає в передбаченому проектом розподілі горизонтального навантаження: тільки на оболонку (при цьому стовбур працює тільки на вертикальні навантаження від перекриття) або на оболонку і стовбур. В останньому варіанті збільшується маса конструкцій перекриття в зв'язку з їх включенням в роботу на горизонтальні впливи.

При подальшому збільшенні висоти будівлі жорсткість розглянутих конструкцій оболонок може бути недостатньою. Засобом підвищення жорсткості може бути перехід від оболонкової до оболонково-діафрагмової конструкції («пучка труб»). Проте ці системи не дозволяють застосовувати

пластичні вирішення фасадів і потребують частого розташування несучих стійок по периметру будівлі (рис. 2.2).

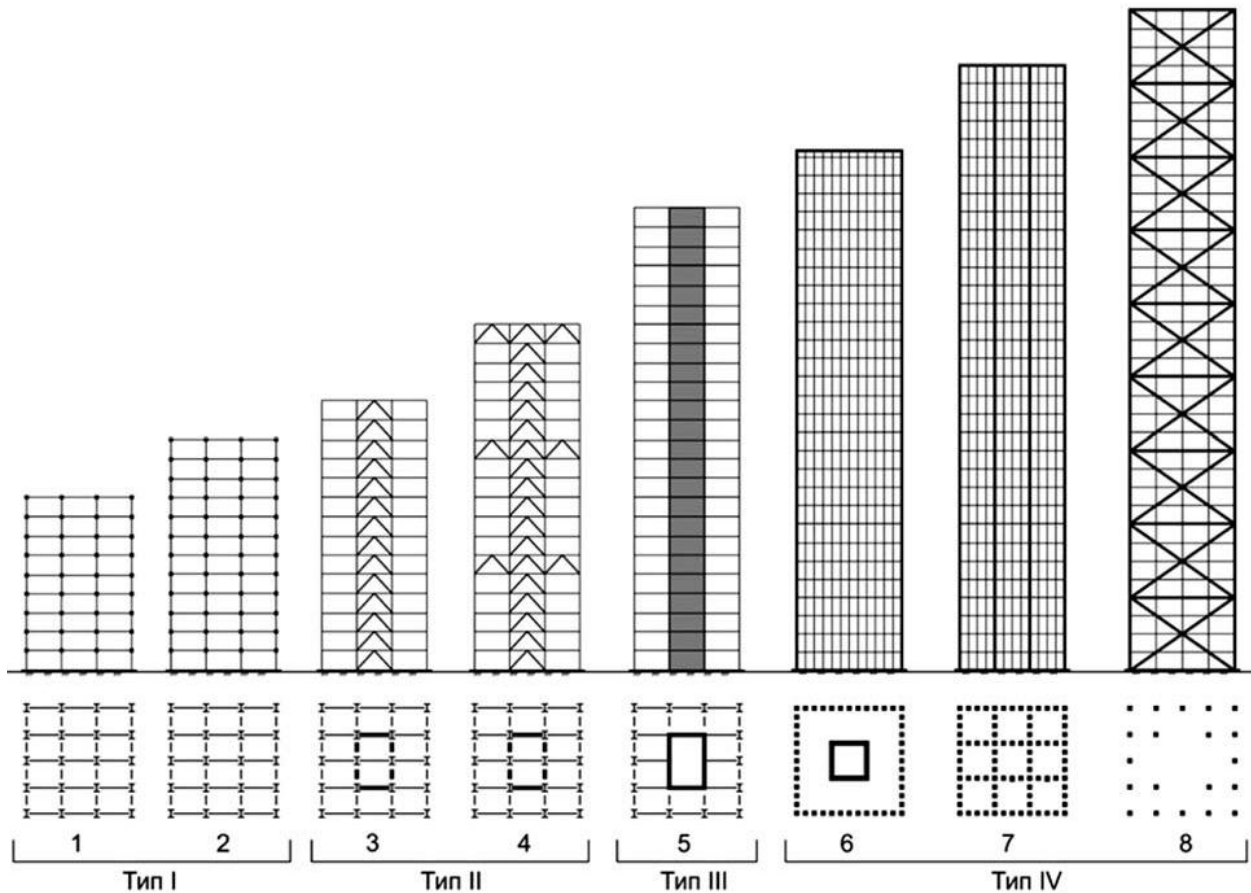


Рисунок 2.2 – Основні конструктивні системи будівель різної висоти:  
 1 – рамна, із напівжорсткими вузлами; 2 – рамна, із жорсткими вузлами; 3 – в'язева, із вертикальним стовбуром; 4 – в'язева, із вертикальним стовбуром і аутригерами; 5 – в'язева, із ядром жорсткості; 6 – у вигляді зовнішньої рамної труби, ядра жорсткості та в'язевих ригелів «труба в трубі»; 7 – у вигляді зблокованих рамних труб; 8 – у вигляді зовнішньої ферми [2]

Від правильного вибору конструктивної системи висотної будівлі в значній мірі залежать витрати матеріалів на несучі конструкції та вартість будівництва.

Підвищення опірності висотної будівлі вітровим навантаженням можна досягнути при використанні раціональної форми. Досвід експлуатації висотних будівель показав, що найбільш доцільною щодо впливу вітру є кругла в плані форма будівлі. Дещо поступається їй еліптична (овальна) форма, а потім квадратна.

У вертикальних несучих залізобетонних конструкціях (колонах, стінах та ядрах жорсткості) слід застосовувати важкі бетони класу за міцністю на стиск не менше С25/30, а в перекриттях – бетони класу за міцністю на стиск не менше С20/25. Використання в вертикальних елементах бетонів класу більше С50/60

дозволяється за умови експериментальних досліджень у відповідності з ДБН В.1.2-5:2007 [2, 8].

Збірно-монолітні конструкції можуть бути застосовані для влаштування перекриттів і стін із використанням збірних елементів в якості залишеної опалубки або як частини несучої конструкції.

Сталезалізобетонні несучі конструкції, які виготовляються з бетону і сталевих гарячекатаних та зварних елементів (двотаврів, швелерів, труб, кутових елементів), застосовуються, в основному, для колон із обмеженою площею поперечного перерізу та високими навантаженнями, коли їх несуча здатність при застосуванні арматури недостатня.

В окремих випадках сталезалізобетонні несучі конструкції можуть бути застосовані для влаштування стін, ядер жорсткості та плит перекриттів.

Несучі конструкції висотних будівель спочатку виконували переважно зі сталі. І сьогодні в окремих будівлях висотою понад 300 м для несучих елементів застосовують сталеві конструкції. Разом із тим сталеві конструкції потребують обов'язкового надійного захисту від пожеж, оскільки при температурі 300°C міцність сталі різко знижується.

Збільшити несучу здатність колон при обмеженні розмірів їх поперечного перерізу можна за рахунок застосування сталебетону. Внутрішні стіни, в тому числі сходово-ліфтових вузлів, виконують, як правило, з залізобетону або обетонованих сталевих конструкцій, що диктується міркуваннями пожежної безпеки.

В останні роки несучі конструкції висотних будівель виконують переважно з залізобетону, оскільки цей матеріал володіє більшою вогнестійкістю та є дешевшим, а його характеристики наближаються до міцності сталі.

Монолітний бетон є гарним конструкційним матеріалом, розширенню області застосування якого в висотному будівництві сприяє освоєння нових технологій, створення і використання сучасних опалубних систем, систем комплексної механізації технологічних процесів приготування, доставки, подачі та укладання бетонної суміші, застосування прискорених методів твердіння при цілорічному виробництві робіт.

## **Запитання до самоконтролю за темою 2**

1. Які фактори впливають на вибір об'ємно-планувальних рішень висотних будівель?
2. Чим висотні будівлі відрізняються від традиційних будівель підвищеної поверховості?
3. Які вимоги висуваються до конструктивної системи висотних будівель?
4. Систематизуйте типи конструктивних систем висотних будівель.
5. Назвіть типи фундаментів, які можуть застосовуватись для висотних будівель.

### 3. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СПОРУДЖЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

#### 3.1 Особливості організаційно-технологічних процесів спорудження висотних будівель

При організаційно-технологічному проектуванні спорудження висотних будівель потрібно враховувати досвід зарубіжних девелоперів щодо впровадження технологій і техніки (високий рівень механізації, чітка організаційна структура, налагоджені зв'язки з суміжними фірмами, проте і перевищення проектної вартості робіт та термінів їх виконання) і місцеві умови (наявний парк техніки, кваліфікованість кадрів, рівень розвитку будівельної індустрії тощо).

Основу процесу спорудження монолітних висотних будівель складає комплекс технологічних і організаційних заходів, спрямованих на оптимізацію тривалості виробництва робіт, скорочення трудомісткості робіт і забезпечення належної якості конструкцій.

Спорудження висотних будівель складається зі здійснення відомих технологічних процесів із улаштування або монтажу конструкцій будівлі: фундаментів, стін, колон та інших. Однак особливості цих конструкцій і фактор значної висоти, на якій виконуються роботи, визначає низку відмінностей в технології виконання робіт, що виявляються в появі нових або удосконаленні існуючих засобів механізації, видів робіт, технологічної документації.

Якщо на ці проблеми подивитись із точки зору вартості робіт, можна побудувати відповідні графіки залежностей (рис. 3.1).

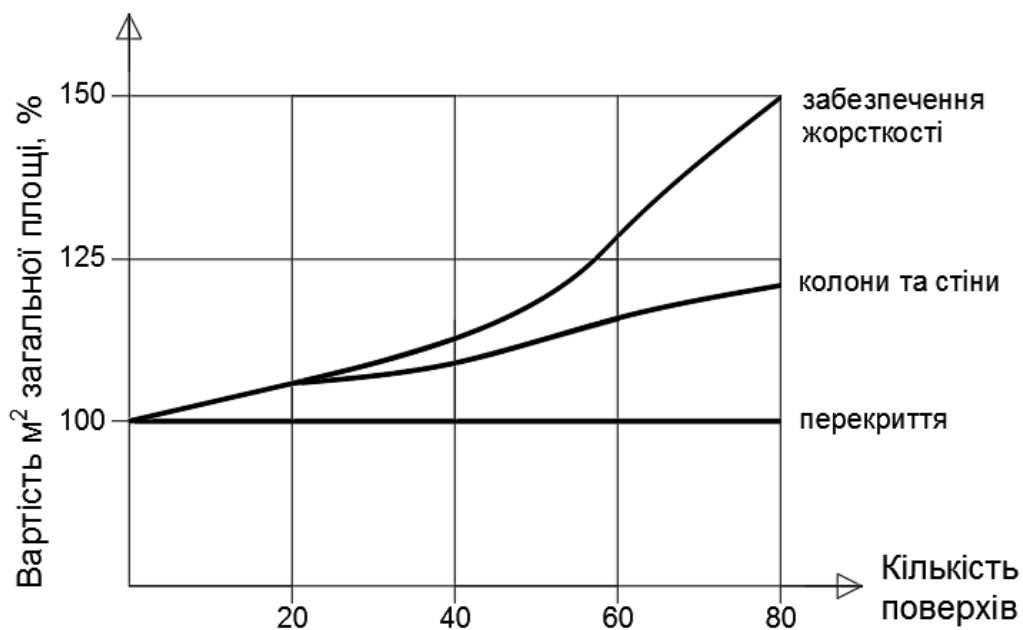


Рисунок 3.1 – Зростання вартості витрат на забезпечення необхідної просторової жорсткості будівлі [8]

Слід зауважити, що специфіка внутрішніх опоряджувальних робіт дозволяє не розглядати їх в плані технологічних відмінностей від звичайного будівництва, оскільки «висотність» у їх виконанні обмежена висотою окремого поверху (дорожчає тільки доставка матеріалів та робітників до робочого місця).

Монтажні операції самі по собі також практично не відрізняються від звичайних.

Найбільш очевидні відмінності висотного будівництва розглядаються з позицій машин та механізмів, що застосовуються, та забезпечення безпеки робіт на висоті.

Для спорудження висотних будівель необхідні декілька категорій техніки, обладнання і матеріалів, а саме: підйомні крани різних типів, високоміцні марки бетонів і конструкційної сталі, опалубки різних типів і призначень, бетононасоси і роздавальні стріли.

Будівництво висотної частини будівлі включає етапи спорудження каркасу, системи перекриттів та сходово-ліфтового вузла з розміщенням приставного або самопідйомного крану та розподільної стріли бетононасосу. На значній висоті необхідне улаштування вітрозахисного огородження, яке розробляє і встановлює підрядна організація (рис. 3.2).

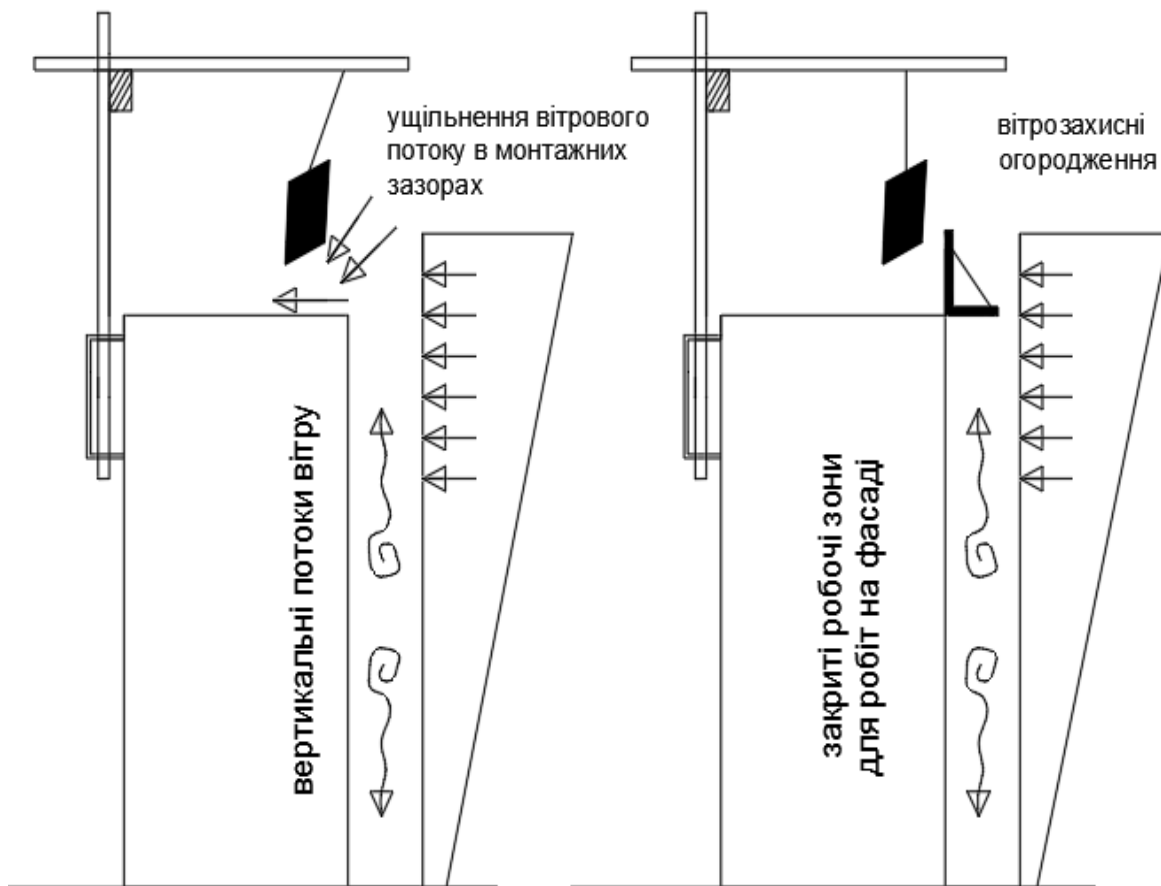


Рисунок 3.2 – Улаштування вітрозахисного огородження [15]



Типовий поверх висотної частини поділяється на три технологічні захватки.

Першою захваткою слугують вертикальні елементи ліфтової частини, що будуються самостійним технологічним потоком, як правило, в щитових або самопідйомних опалубках із випередженням на 2-3 поверхи. Друга і третя захватки включають роботи зі спорудження колон, балок, перекриттів тощо. Для створення ритмічних потоків підбір складу бригад здійснюється з умови рівної тривалості з урахуванням технологічних перерв на набір міцності бетоном.

При виборі раціонального варіанту спорудження монолітних висотних будинків слід виходити з таких передумов:

- бетонування конструкцій в опалубці різних типів (самопідйомній або підйомно-переставній);
- кріплення елементів опалубки до раніше забетонованих конструкцій здійснюється з урахуванням міцності бетону до моменту передачі на нього навантажень від застосовуваних кріплень;
- поєднання бетонування з виробництвом інших видів робіт на нижчих перекриттях на одній захватці виконується тільки за спеціально розробленими графіками (заходами), що враховують безпечне виконання робіт.

### **3.2 Опалубні системи та технології бетонних робіт при спорудженні висотних будівель**

У світовій практиці, зважаючи на суттєве зростання поверховості висотних будівель, в останні роки намітилася тенденція до використання високоміцних бетонів. З конструктивної точки зору, клас матеріалу залежить від діючих навантажень по висоті будівлі.

Вимоги до бетону як конструкційного матеріалу для висотного будівництва стають особливо жорсткими. Тому доцільним є застосування сучасних технологій модифікації монолітного бетону, що забезпечують необхідну морозо-, вогне-, ударостійкість і довговічність при агресивних впливах.

Важливою особливістю є безперервне виробництво бетону в великих кількостях і подача його на великі відстані, як по горизонталі, так і по вертикалі, без зміни реологічних властивостей. Всі технологічні переділи, починаючи від приготування бетонної суміші до її укладання, необхідно ретельно контролювати. Застосовують, в основному, дві технологічні схеми доставки бетонної суміші:

- в автобетонозмішувачах від централізованого бетонного вузла;
- з автоматизованого бетонного вузла, що забезпечує приготування модифікованих сумішей прямо на об'єкті.

Другий варіант кращий, оскільки дозволяє оперативно управляти процесом коригування складу бетонної суміші і зводить до мінімуму зміну її реологічних властивостей у часі – від початку приготування до укладання в опалубку.

Будівництво сучасних висотних будівель пов'язано з застосуванням потужних бетононасосних установок (автобетононасосів і стаціонарних бетононасосів). Автобетононасоси з розподільною стрілою, в основному, подають бетонну суміш при спорудженні підземної частини і перших поверхів споруд. Стаціонарний бетононасос із переналагоджуваним бетоноводом забезпечує її безперерйне надходження на всю висоту будівлі. Розподіл і подача суміші в конструкції здійснюються гідравлічною розподільною стрілою, яка монтується на технологічній захватці на раніше побудованих монолітних конструкціях. Баштовим кранам приділяється роль допоміжного засобу для доставки бетонної суміші в баддях на висоту будівлі.

Режим твердіння бетону призначається залежно від конкретних умов виробництва робіт, особливостей конструкцій, що споруджуються, необхідної розпалубної міцності, темпів будівництва тощо.

Підвищені вимоги пред'являють і до арматурних робіт. Як правило, зварювання арматури для висотних будівель неприпустиме. Для стику арматури застосовують з'єднувальні муфти або технологію її в'язки в будівельних умовах, наприклад, із використанням спеціального ручного пістолета.

Подачу бетонної суміші до місця укладання необхідно проводити бетононасосними установками (рис. 3.3).

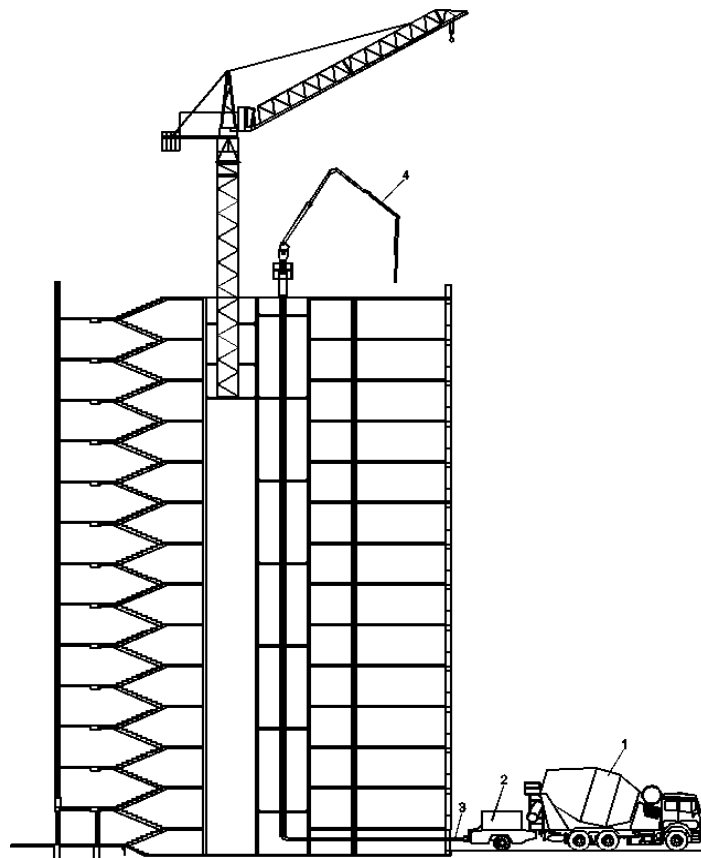


Рисунок 3.3 – Схема подачі бетонної суміші бетононасосом:  
1 – автобетонозмішувач; 2 – бетононасос; 3 – бетоновод; 4 – автономна розподільна стріла

Технічні характеристики бетононасосних установок провідних виробників представлені в табл. 3.1-3.9 [16].

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики бетонозмішувальних вузлів LIEBHERR (Німеччина)

Марка	Максимальна виробність, м <sup>3</sup> /год	Об'єм змішувача, л
Compactmix 0.5	30	500
Compactmix 1.0	60	1000
Easymix 1.0	40	1000
Mobilmix 2.25	100	2250
Mobilmix 3.33	150	3330
Betonmix 1.0	60	1000
Betonmix 1.5	75	1500
Betonmix 2.25	100	2250
Betonmix 3.0	120	3000
Betonmix 4.5	210	4500
Betonmix 6.0	260	6000

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики бетонозмішувальних вузлів STETTER (Німеччина)

Марка	Максимальна виробність, м <sup>3</sup> /год	Об'єм змішувача, л
CP 30	30	500/750
CP 60	56	1500/1000
CP 90	80	2250/1500
CP 110	94	3000/2000
CP 120	108	3750/2500
CP 130	120	4500/3000
H 1 K	60	1500/1000
H 1,25 K	70	1875/1250
H 1,5 K	80	2250/1500
H 2 M	95	3000/2000
H 2,5 M	110	3750/2500
H 3 M	125	4500/3000
M 0,5	32	750/500
M 1	56	1500/1000
M 2	94	3000/2000

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики бетонозмішувальних вузлів SPECO (Південна Корея)

Марка	Максимальна виробність, м <sup>3</sup> /год	Об'єм змішувача, л
JS 500	25	800
JS 750	35	1200
JS 1000	50	1600
JS 1500	75	2400
JS 2000	100	3200
JS 3000	150	4800
JS 4000	200	6400
JW 250	12	400
JW 350	14	560
JW 500	25	800
JW 1000	50	1600
JZC 350	11	350

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики стаціонарних бетононасосів PUTZMEISTER (Німеччина)

Тип насосу	Виробність, м <sup>3</sup> /год	Максимальний тиск подачі, МПа	Максимальна висота/дальність подачі, м
BSA 1407 D	71/47	7,1/10,6	100/250
BSA 1408 E	79/53	7,1/10,6	100/250
BSA 1409 D	94	10,6	100/250
BSA 2109 H-D	95/57	9,1/15,2	130/350
BSA 2109 H-E	85/51	9,1/15,2	130/350
BSA 2110 HP-D	102/70	15,0/22,0	180/400
BSA 14000 HP-D	102/70	15,0/22,0	350/1000
BSA 14000 HP-E	95/65	15,0/22,0	350/1000

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики стаціонарних бетононасосів SCHWING (Німеччина)

Марка бетононасоса	Приводна потужність, кВт		Виробність, м <sup>3</sup> /год		Максимальний тиск бетонної суміші, МПа	
	D	E	K	s	K	S
1	2	3	4	5	6	7
BP 2000 HDR-20	111	75/90	51	87	10,0	5,6
	132	110/132	51	87	10,0	5,6
BP 4000 HDR-18HP	167/200		48	83	15,4	9,1
		132/160	45	77	15,4	9,1

Заверш. табл. 3.5

1	2	3	4	5	6	7
BP 4000 HDR-20	167/200		59	102	10,9	6,5
		132/160	55	95	10,9	6,5
BP 8000 HDR-18HP	2×132	2×132	55	87	20,1	12,9
	2×167	2×167	68	107	16,3	10,4
BP 2000 HD-20	111	75/90	48	81	10,0	5,6
BP 4000 HD-20	132/167	110/132	56	90	11,0	6,5

Примітка: D – дизельний привід; E – електричний привід; k – привід з боку поршня; s – привід з боку штанги.

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики стаціонарних бетононасосів CIFA (Італія)

Модель	Виробність, м <sup>3</sup> /год	Максимальний тиск на бетон, МПа	Висота/ дальність подачі, м	Потужність двигуна, дизель/ електро, кВт
PC-307	30	7,0	120/500	37/30
PC-506	52	5,7	100/400	65/55
PC-309	34	9,1	160/650	65/55
PC-607	65	7,2	120/500	82/75
PC-411	43	11,2	180/800	82/75
PC-709	70	9,4	160/670	118/110
PC-415	46	15,0	220/100	118/110
PC-707	65	7,3	20/500	82/175
PC-907	87	7,3	120/500	118/110
PC-612	56	11,6	180/800	118/110

Таблиця 3.7 – Технічні характеристики стаціонарних бетононасосів MECVO (Італія)

Модель	Виробність, м <sup>3</sup> /год	Максимальний тиск на бетон, МПа	Висота/ дальність подачі, м	Потужність двигуна, кВт
P4.65AP	60	7,0	100/300	90
P6.90	90	7,0	125/350	110
P7.120	120	8,0	135/400	132
P7.150	145	8,0	145/420	150

Таблиця 3.8 – Технічні характеристики стаціонарних бетононасосів SANY (КНР)

Модель	Виробність, м <sup>3</sup> /год	Максимальний тиск на бетон, МПа	Висота/ дальність подачі, м	Потужність двигуна, кВт
НВТ 50С-1413 ІІІ	40–65	8,8–13,0	200/700	75
НВТ 60С- 1816D ІІІ	45–75	10,0–16,0	250/850	161
НВТ 80С- 1818D ІІІ	50–85	10,0–18,0	320/1000	181
НВТ 120С- 2120D ІІІ	75–120	13,0–21,0	380/1350	261
НВТ 90СН- 2122D ІІІ	60–90	14,0–22,0	420/1750	181×2=362

Таблиця 3.9 – Технічні характеристики стаціонарних бетононасосів серії НВТ-S (Z, D) (HONGA CONSTRUCTION MACHINE CO, LTD, КНР)

Модель насоса	Виробність, м <sup>3</sup> /год	Тиск на виході, МПа	Максимальна висота/ дальність подачі, м
НВТ 40S1410-55	33,5	10,0	175/800
НВТ 50S1410-75	36,5	10,0	175/800
НВТ 50S1413-75	37,0	13,0	230/1000
НВТ 60S1413-90	40,0	13,0	230/1000
НВТ 60S1416-110	40,0	16,5	280/1200
НВТ 60S1816-110	43,0	16,0	280/1200
НВТ 80S1813-110	51,4	13,0	230/1000
НВТ 60S1413-112R	37,0	13,0	230/1000
НВТ 60S1816-161R	44,0	16,0	280/1200
НВТ 80S1813-161R	71,0	13,0	230/1000
НВТ 80S2118-161R	53,4	18,0	320/1400
НВТ 100S2116-161R	61,0	15,68	280/1200
НВТ 30Z10007-45	36	7,0	120/580
НВТ 40Z1407-55	49	7,0	120/580
НВТ 50Z1407-55	53	7,0	120/580
НВТ 60Z1407-75	69	7,0	120/580
НВТ 60Z1407-112	69	7,0	120/580
НВТ 40D1206-55	24,0	6,0	100/500
НВТ 40D1506-55	35,0	6,36	100/500
НВТ 60D1506-75	40,0	6,36	100/500

Система «кран-баддя» зазвичай використовується як резервний варіант.

Для розподілу перекачуваної суміші використовуються автономні переставні розподільні стріли і переносні механічні стріли.

Технічні характеристики розподільних стріл провідних виробників представлені в табл. 3.10-3.12 [16].

Таблиця 3.10 – Технічні характеристики розподільних стріл фірм ELBA/SCHEELE, PUTZMEISTER, SCHWING (Німеччина)

Модель	Дальність/ висота подачі, м	Кут повороту, град	Діаметр бетоноводу, мм	Загальна маса з ходовим механізмом, кг
<b>ELBA/SCHEELE</b>				
M 17-20	16,8/20,3	360°	125	14 000
MS 19/22	18,8/22,3	390°	125	14 500
M 21/25	20,8/24,7	360°	125	16 000
M 24/28	24,1/27,7	390°	125	22 000
M 27/31	27,0/30,6	390°	125	22 000
M 28/32-125	28,0/31,7	360°	125	24 200
M 33/36	32,3/36,0	360°	125	30 000
M 40/44-125	40,1/43,6	360°	125	35 000
<b>PUTZMEISTER</b>				
M 24	20,0/23,6	370°	100/125	16 000
M 26	22,0/25,5	370°	100/125	17 000
M 28	24,0/27,6	390°	100/125	17 000
M 31	27,4/30,8	370°	125	22 000
M 32	27,9/31,6	370°	100/125	22 000
M 32/4	28,0/31,6	370°	100/125	22 000
M 38	34,1/37,6	365°	125	30 000
M 38/4	33,9/37,9	65°	125	30 000
M 43	38,6/42,6	365°	100/125	30 000
M 45	40,6/44,6	365°	125	30 000
M 50	46,1/49,7	365°	125	38 000
M 53	49,1/52,7	365°	112/125	38 000
M 60	55,9/59,9	365°	125	46 000
<b>SCHWING</b>				
KVM 21/18	17,55/20,8	400°	125	14 000
KVM 23/20	19,45/22,7	400°	125	16 000
KVM 25/22	21,50/25,1	370°	125	16 000
KVM 28/24	24,0/27,7	370°	125	19 000
KVM 31/27	27,05/30,75	370°	125	22 000
KVM 32/28	31,62/28,0	370°	125	22 000
KVM 36/32	32,1/35,8	400°	125	27 000
KVM 42/38	38,05/41,65	400°	125	35 000

Таблиця 3.11 – Технічні характеристики розподільних стріл серії HG (КНР)

Модель	Обслуговуваний радіус, м	Робоча висота, м	Кут повороту стріли, град	Маса пристрою, кг
HG 10	10	5,2	360°	1750
HG 12	12	5	360°	1500

Таблиця 3.12 – Технічні характеристики маніпулятора RV 10 (RV 13) фірми PUTZMEISTER (Німеччина)

Найменування показника	Значення показника
Максимальний виліт стріли, м	9,98 (12,67)
Площа перекриття робочого майданчика, м <sup>2</sup>	320 (450)
Маса, кг	1620 (2560)

При розробленні проекту виробництва робіт зазначають способи подачі, розподілу, укладання і ущільнення суміші, легкоукладальність бетонної суміші, товщину і напрямок шарів, що укладаються, допустиму тривалість перекриття шарів, необхідну інтенсивність подачі бетонної суміші, потребу в опалубці, механізмах і робочих.

При виконанні бетонних робіт із застосуванням самоущільнюваних бетонних сумішей особлива увага приділяється:

- впливу вібрації на розшарування бетонної суміші;
- швидкості укладання бетонної суміші;
- технології укладання бетонних сумішей з технологічними перервами і впливу перерв на якість бетону;
- контролю за розшаруванням бетонної суміші;
- технології укладання бетонної суміші бетононасосом або за допомогою бадді, лотка;
- технології витримування й догляду за бетоном.

Зростаючі обсяги монолітного будівництва спричинили стрімкий розвиток опалубних систем.

Таким чином, опалубка – невід’ємний елемент інжинірингу в монолітному домобудуванні.

Опалубна система включає безпосередньо опалубку та супроводжуючі елементи, що забезпечують її жорсткість та стійкість, несучу раму, ребра жорсткості, а також скріплювальні та підтримувальні конструкції.

Опалубка дає можливість забезпечити потоковість будівельного виробництва.

Терміни спорудження конструкцій та їх якість в більшості випадків визначаються опалубкою, яка має відповідати вимогам, що до неї пред’являються за конструктивною міцністю, надійністю та довготривалістю, а



також точністю виготовлення. Ефективність опалубки визначається можливістю її швидкої видозміни у відповідності зі споруджуваним об'єктом, легкістю та простотою збирання.

Об'єм комплекту опалубки для спорудження монолітних залізобетонних конструкцій об'єкта, що будується, визначається з максимального об'єму комплекту для однотипних вертикальних конструкцій в межах однієї захватки та сумарного об'єму комплекту опалубки вертикальних конструкцій, що мають різні геометричні конфігурації і розміри. Таким чином, для підвищення ефективності спорудження монолітних ВБ велике значення має вибір конструкції опалубки, оптимізація її комплекту для об'єкта, збільшення оборотності опалубки.

Специфіка спорудження ВБ передбачає використання додаткових технічних засобів, що забезпечує безпеку та прийнятні кліматичні умови зовнішніх будівельних робіт: вітрові огородження і захисні укриття.

Світовими лідерами з виробництва опалубних систем є фірми DOKA та PERI.

Вартість опалубних систем формують: призначення, якість, оборотність, країна-виробник, конструктивні особливості.

В залежності від виробника та комплектації, 1 м<sup>2</sup> конструкції опалубки коштує 60-150 € [8].

Для вибору оптимального комплекту опалубки треба враховувати:

- терміни спорудження монолітного каркасу;
- технічні характеристики вантажопідйомних механізмів;
- кількість робочих змін на добу;
- інтенсивність бетонування в зміну (м<sup>3</sup>/зміну);
- розміри захваток;
- кількість захваток;
- об'єм бетону вертикальних конструкцій на одній захватці;
- об'єм бетону горизонтальних конструкцій на одній захватці;
- кількість робочих в одній зміні;
- черговість робіт на захватках;
- сезонність будівельних робіт.

Для спорудження висотних будівель обирають два комплекти опалубних конструкцій систем:

- комплект для спорудження вертикальних конструкцій – діафрагм жорсткості, колон;
- комплект для горизонтальних конструкцій – балки, перекриття.

Для ефективного використання комплекту опалубки та правильної організації робіт велике значення має правильний вибір черги робіт на захватках.

В середньому об'єм вертикальних залізобетонних конструкцій у висотному будівництві складає 40-45 %, а горизонтальних – 50-60 % від загального об'єму монолітних залізобетонних конструкцій.

Сучасні опалубні системи можна класифікувати за різними категоріями:

- за матеріалами: сталеві, алюмінієві, дерев'яні та пластикові;

- за оборотністю: неінвентарна та інвентарна;
- за розмірами: крупнопанельна та дрібно-штучна;
- за конструктивними особливостями: рамна та балкова;
- за способом установлення: стаціонарна, самопідйомна гідравлічна, підйомно-переставна та інші.

Опалубні системи і опалубні технології визначають темпи будівництва і трудомісткість операцій на бетонних роботах. Слід враховувати, що на висоті більше 100 м через вітри і тумани крани не завжди можуть повноцінно працювати. За цих умов найбільш доцільними є самопіднімальні на гідравлічному приводі опалубні системи. Для будівництва будинків висотою від 20 до 30 поверхів розроблені опалубні технології спорудження монолітного каркасу із застосуванням традиційних опалубних систем. Вони, однак, не можуть забезпечувати темпів будівництва, що перевищують 3-4 поверхи на місяць, і вимагають розроблення спеціальних технологій з опалубних робіт і забезпечення безпечних умов праці.

В Україні практикують використання традиційних опалубних технологій спорудження монолітного каркасу.

Ефективність переставної опалубки, конструкція якої дає можливість безпечно переміщати весь блок краном, полягає в зниженні трудомісткості опалубних робіт, збільшенні темпів та якості будівництва.

Самопідйомні опалубки в комплексі вирішують питання опалубки і механічної розпалубки конструкцій, механічного переміщення опалубки по висоті, забезпечення безпечних умов виробництва робіт і максимального захисту від вітру. Опалубка носить індивідуальний характер, проєктується і виготовляється під конкретний об'єкт. Для особливо складних висотних будівель розробляють спеціальні проєкти з ув'язкою переміщення по висоті опалубки, гідравлічної розподільної стріли і індивідуальних кранів, що розміщуються на новому каркасі.

При спорудженні висотних будинків необхідно вибирати найбільш раціональні комплекти і типи опалубки. Опалубка і опалубна технологія повинні забезпечувати цикли бетонування не більше 5-8 діб на спорудження монолітних конструкцій поверху.

Вибір типу опалубки проводять за такими критеріями складності монолітних конструкцій висотного будинку:

- уніфікованість перерізу вертикальних конструкцій;
- зміна по висоті товщини несучих стін;
- зміщення осі стіни по висоті будинку;
- зміни висот по поверхах;
- наявність похилих монолітних стін;
- відмінність конструктивних рішень каркасу по поверхах висотного будинку;
- швидкість спорудження будівлі;
- можливості і завантаження вантажопідіймальних кранів і підйомників;
- поверховість.

З урахуванням цих критеріїв доцільно застосовувати спеціальні опалубні системи (табл. 3.13) [16]:

- самопіднімальні опалубки і опалубні платформи для будівель висотою понад 25 поверхів;
- підйомно-переставні опалубні системи для будівель висотою до 25 поверхів;
- направлені підйомно-переставні опалубні системи для будівель висотою 15-40 поверхів.

Таблиця 3.13 – Характеристики спеціальних опалубних систем

Тип опалубки	Країна-виробник	Опис
1	2	3
Підйомно-переставна опалубна система		
Опалубка К	Австрія	Підйомно-переставна опалубка зі складних риштувань в комплекті з будь-якою стіною опалубкою. Опалубка дозволяє бетонувати ділянки стін висотою до 3 м
150 F		Система призначена для вертикальних ділянок стін висотою до 3 м. Допускає швидкий монтаж і безпечне кріплення анкерами на будь-якій висоті. В комплекті робочі риштування шириною 1,65 м із можливістю зворотнього ходу опалубок на 70 см
MF 240		Опалубка дозволяє споруджувати будівлі з змінюваними по захватках кутами нахилу і нахиленими стінами. Для споруд із вертикальними стінами дозволяє бетонувати ділянки висотою до 6 м
Xclimb 60		Опалубка застосовується в якості системи з переміщенням краном або ж в якості саморухомої системи. Використовуються захисні щити
SKK 180	Німеччина	Підйомно-переставна опалубка із складних риштувань у комплекті з будь-якою стіною опалубкою. Опалубка призначена для ділянок стін висотою до 3 м
CS 240L (H)		Опалубку можна застосовувати до споруд із змінюваними по захватках кутами нахилу і похилими стінами. В комплекті робочі риштування з можливістю зворотнього ходу опалубок на 80 см. Для споруд із вертикальними стінами допускає бетонувати ділянки висотою до 6 м

Заверш. табл. 3.13

1	2	3
KGF 240		Система застосовувана до споруд із вертикальними стінами. Допускає швидкий монтаж і безпечне кріплення анкерами на будь-якій висоті. В комплекті є робочі риштування
Самопідйомна опалубна система		
SKE 50	Австрія	Включає систему риштувань для одночасної роботи на декількох рівнях. Вантажопідйомність 5 т на кожній консолі
SKE 100		
CS 240L (H)	Німеччина	Включає систему риштувань для одночасної роботи на декількох рівнях. Вантажопідйомність 10 т на кожній консолі
RCS C (P)		
Самопідйомна опалубна платформа		
Платформа SCP	Австрія	Саморухома підйомно-переставна опалубна і робоча платформа для ядер жорсткості висотних будівель
Платформа SCF	Німеччина	
Платформа ACS		

Вибір опалубки також визначається типорозмірами бетонуваних конструкцій та способом виробництва бетонних робіт.

Для спорудження прямокутних колон застосовують віялову опалубку колон. При перерізі колон понад 900 мм × 900 мм застосовують щитову опалубку з установкою тяжів. Круглі і овальні колони споруджуються в опалубці круглих колон, що складається з двох сегментів, які з'єднуються спеціальними гвинтовими замками, або в віяловій опалубці зі спеціальними вкладишами (рис. 3.4) [16].

Для монолітних стін застосовують рамну каркасну опалубку зі щитами висотою на поверх або опалубку на основі дерев'яних балок. В якості добірних елементів можуть застосовуватися щити менших розмірів.

Монолітні перекриття споруджують в опалубці на основі телескопічних стійок або опорних веж.

Для спорудження перекриття доцільно застосовувати опалубку з падаючою головкою телескопічної стійки, формотворчим елементом якої є полегшений опалубний щит.

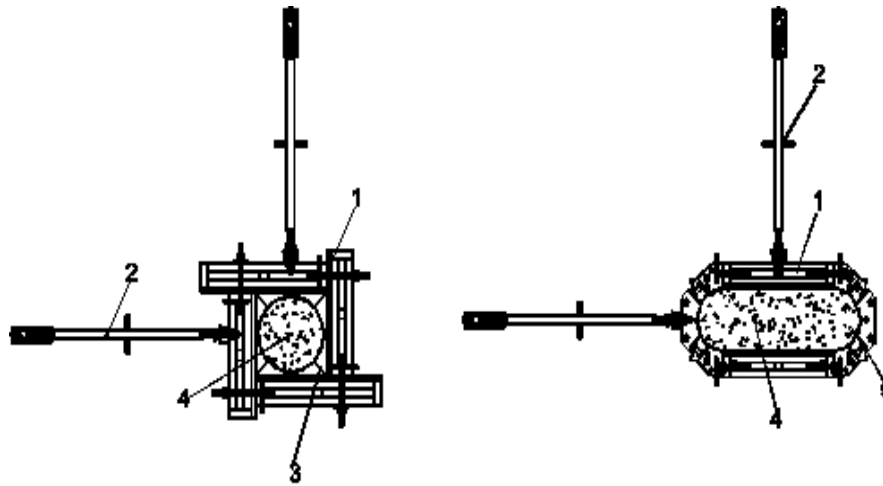


Рисунок 3.4 – Схеми опалублення круглих і овальних колон:  
 1 – щити віялової опалубки колон; 2 – підкіс; 3 – індивідуальний вкладиш; 4 – монолітна колона; 5 – сегмент опалубки круглих колон

Цей тип опалубки перекриття дозволяє економити площу поверху, зайняту під складання опалубки, що актуально при спорудженні висотних будівель (рис. 3.5) [16].

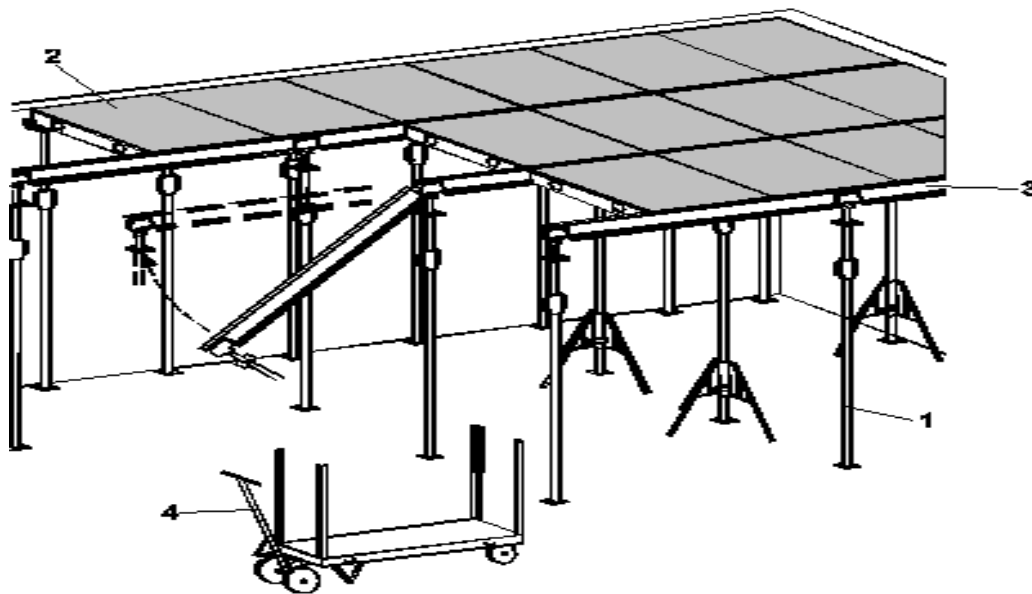


Рисунок 3.5 – Схема опалубки перекриття на основі телескопічних стійок з падаючими голівками:

1 – телескопічна стійка з падаючою голівкою; 2 – щит опалубки перекриття; 3 – поздовжня балка; 4 – візок для транспортування щитів опалубки перекриття

Опалубку-стіл застосовують для спорудження монолітних перекриття висотних будівель із пристроями для викочування столів на край перекриття.

Для спорудження ядер жорсткості висотних будівель, у якості яких виступають ліфтові блоки, застосовують спеціальну опалубку. Опалубка

монолітних ліфтових шахт має допускати розпалубку замкнутих внутрішніх ділянок стіни і мати робочий майданчик всередині шахти.

Основна область застосування підйомно-переставної опалубки – спорудження ядра жорсткості висотного будинку і монолітних зовнішніх стін. Опалубка дозволяє вести роботи на великій площі. Спільне переміщення підйомно-переставних риштувань та опалубки в єдиному блоці дає змогу уникнути проміжного складування опалубки при переході з захватки на захватку по висоті.

Підйомно-переставна опалубка включає такі основні елементи (рис. 3.6) [16]:

- внутрішні опалубні панелі;
- зовнішні опалубні панелі;
- навісні риштування для бетонування;
- робочі риштування;
- нижні риштування.

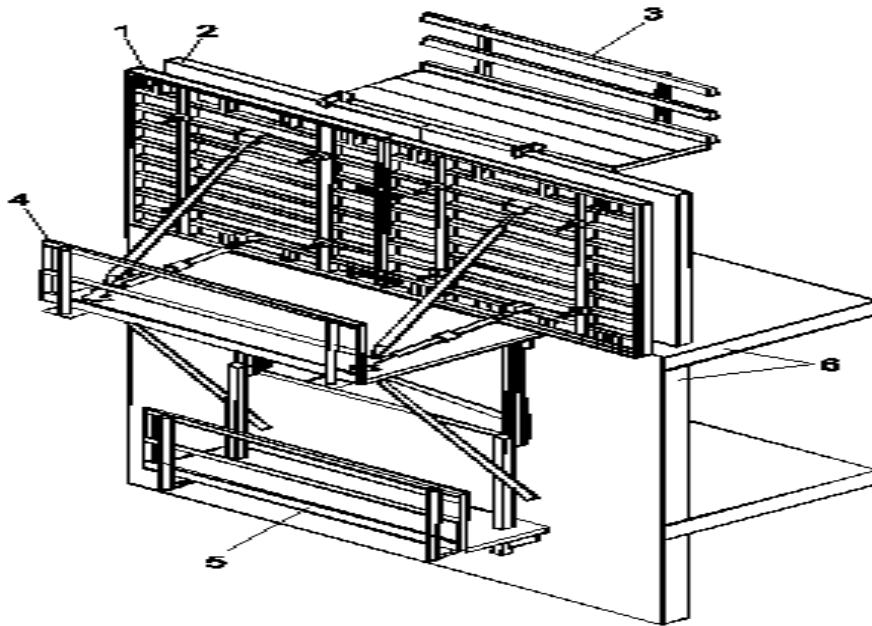


Рисунок 3.6 – Схема влаштування підйомно-переставної опалубки зовнішніх стін:

1 – зовнішня опалубна панель; 2 – внутрішня опалубна панель; 3 – навісні риштування; 4 – робочі риштування; 5 – нижні риштування; 6 – монолітні конструкції

В комплекті підйомно-переставної опалубки використовується будь-яка інвентарна опалубна система, призначена для спорудження монолітних стін.

Переміщення опалубки на іншу захватку здійснюють за допомогою вантажопідіймального крана (рис. 3.7) [16].

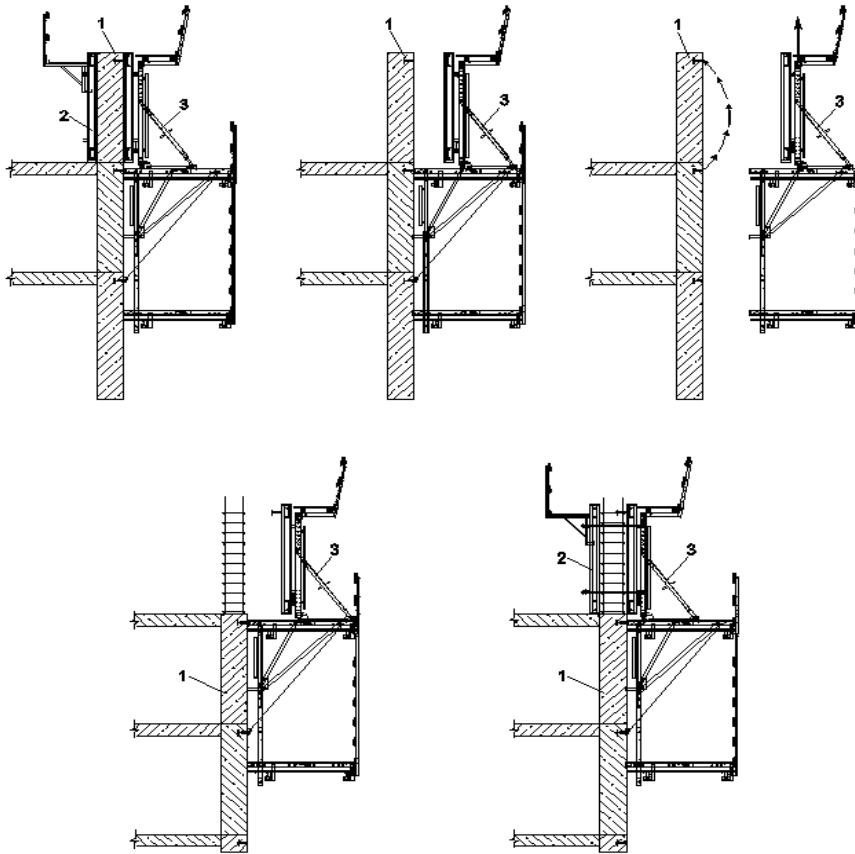


Рисунок 3.7 – Схема переміщення підйомно-переставної опалубки на наступну захватку:  
1 – монолітні конструкції; 2 – внутрішня опалубна панель; 3 – зовнішня опалубна панель

Анкерні елементи опалубки повинні забезпечувати надійне кріплення підйомно-переставної опалубки до забетонованої конструкції.

При спорудженні ядра жорсткості застосовують підйомно-переставну опалубку в комплекті з внутрішнім блоком опалубки шахти ліфта і з шахтними риштуваннями. Опалубна система повинна включати такі основні елементи (рис. 3.8) [16]:

- Г-подібні внутрішні блоки зі щитів опалубки;
- роз'ємні внутрішні кути;
- зовнішні опалубні панелі;
- робочий майданчик опалубки шахти ліфта з самофіксуючими упорами;
- навісні риштування для бетонування;
- робочі риштування;
- нижні риштування;
- дверні отворотворювачі.

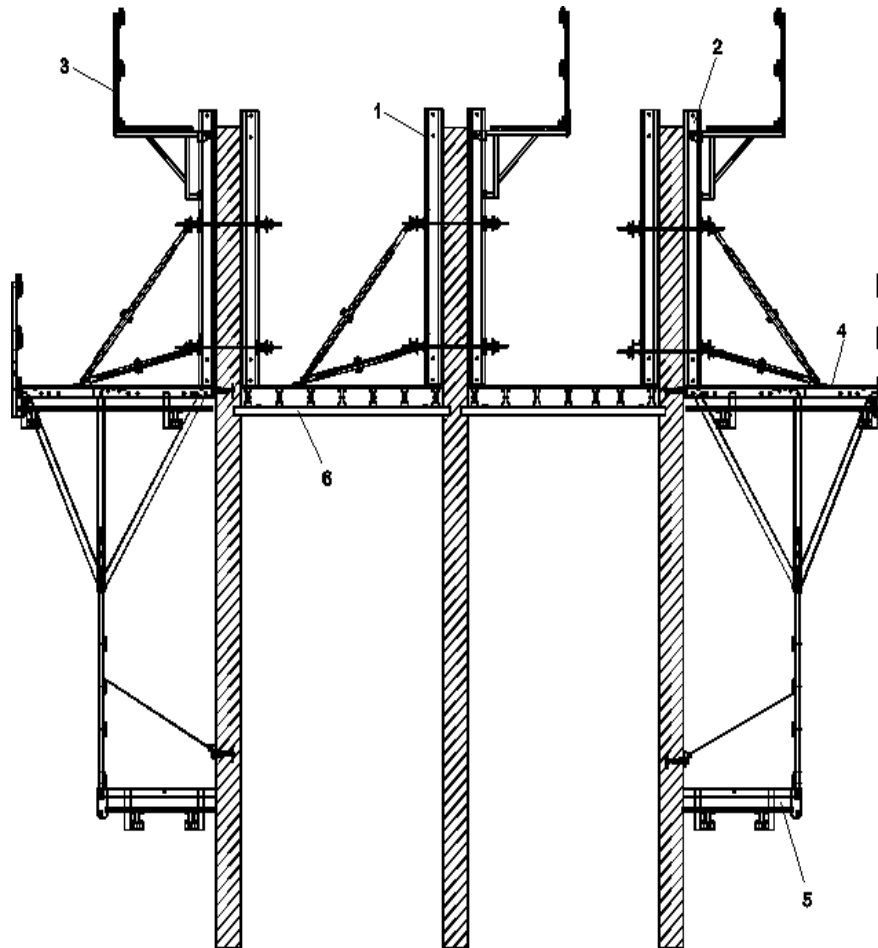


Рисунок 3.8 – Схема влаштування підйомно-переставної опалубки ліфтового блока:

1 – внутрішні блоки зі щитів опалубки; 2 – зовнішня опалубна панель; 3 – навісні риштування для бетонування; 4 – робочі риштування; 5 – нижні риштування; 6 – робочий майданчик шахти ліфта з самофіксуючими упорами

Застосування підйомно-переставної опалубки ліфтового блоку забезпечує спорудження ядра жорсткості з випередженням спорудження каркасу на кілька поверхів.

Для спорудження монолітних конструкцій застосовують підйомно-переставну опалубку, переміщувану вертикально по напрямних балках, що дозволяє вести безпечний монтаж при гранично допустимих швидкостях вітру на висоті за рахунок анкерного кріплення до будівлі направляючих балок із переміщенням по них опалубного блоку (рис. 3.9) [16].

Переміщення опалубки на іншу захватку по висоті відбувається по напрямних балках за допомогою вантажопідйомного крана.

При будівництві висотних будівель застосовують напрямні балки з захисними огороженнями та пересувними риштуваннями. Установка захисної огорожі по контуру фронту робіт повинна забезпечувати безпеку працюючих від несприятливих атмосферних впливів.



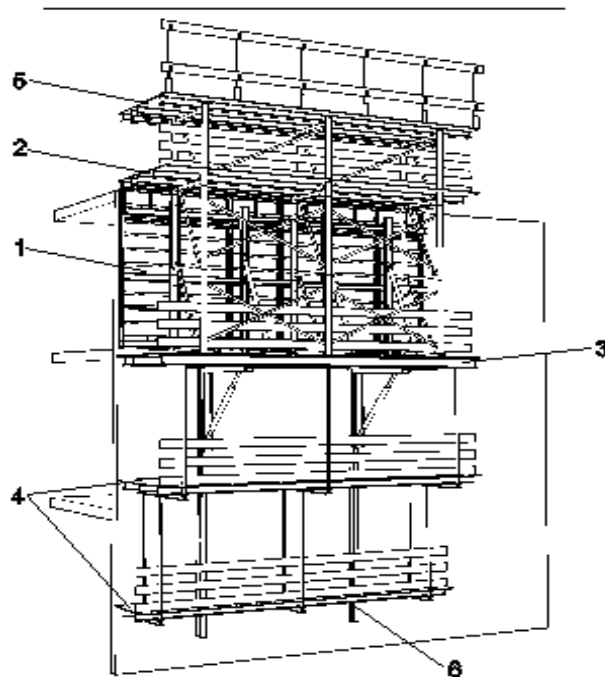
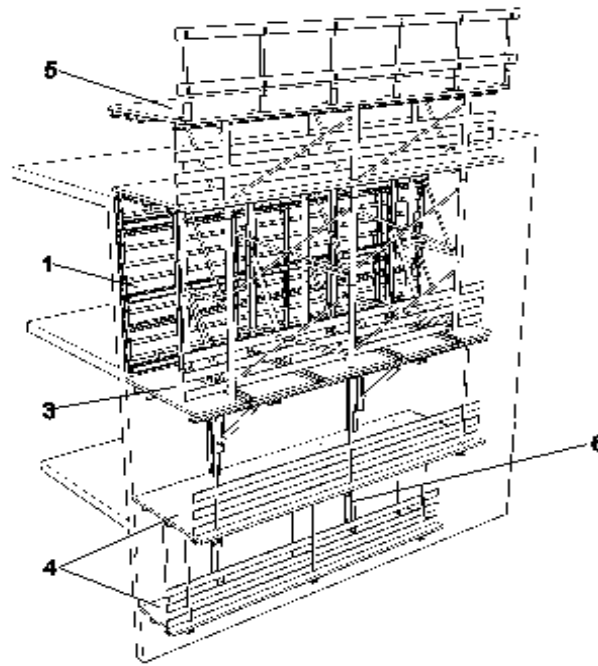


Рисунок 3.9 – Схема влаштування підйомно-переставної опалубки зовнішніх стін з переміщенням її по направляючих балках:

1 – зовнішня опалубна панель; 2 – навісні риштування для бетонування; 3 – робочі риштування; 4 – нижні риштування; 5 – риштування для армування; 6 – направляючі балки

Самопідйомна опалубка пересувається вгору за рахунок гідравлічного приводу незалежно від роботи вантажопідйомального крана і характеризується

максимальною безпекою протягом усього робочого циклу за рахунок закритих із усіх боків робочих риштувань (рис. 3.10) [16].

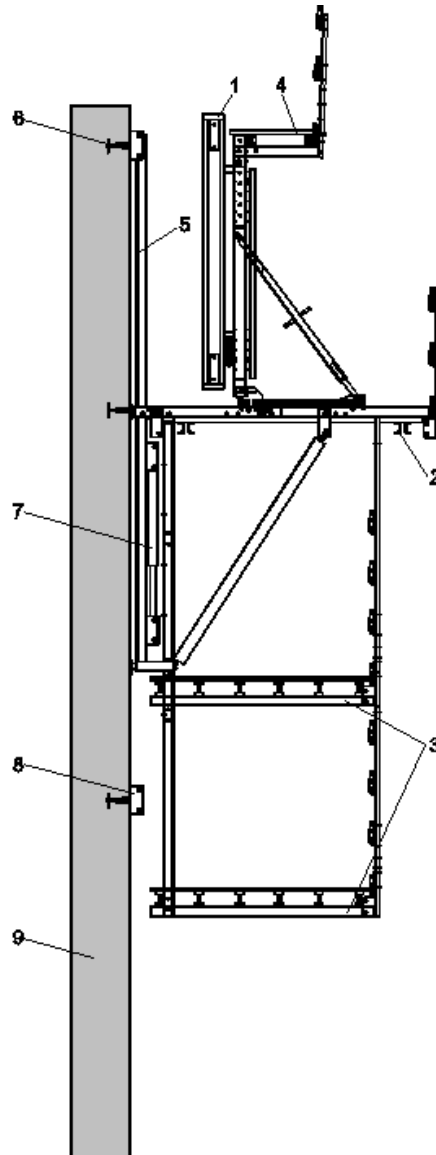


Рисунок 3.10 – Схема самопідйомної опалубки:

1 – зовнішня опалубна панель; 2 – робочі риштування; 3 – нижні риштування; 4 – риштування для бетонування; 5 – напрямні балки; 6 – анкер; 7 – гідравлічний домкрат; 8 – навісний башмак із гравітаційним механізмом; 9 – монолітна стіна

Основна область застосування самопідйомної опалубки – спорудження ядра жорсткості і зовнішніх стін.

Самопідйомна опалубна система включає такі основні елементи:

- внутрішні і зовнішні панелі опалубки стін;
- навісні риштування для бетонування;
- робочі і нижні риштування (тільки для опалубки ліфтового блоку і зовнішніх стін);

- робочий майданчик із самофіксуючими упорами (для опалубки ліфтового блоку);
- дверні отвороутворювачі (для опалубки ліфтового блоку);
- віконні отвороутворювачі (для опалубки зовнішніх стін);
- гідравлічну підйомну систему;
- напрямні балки і анкерні механізми;
- рихтувальний пересувний вузол.

Для спорудження ядра жорсткості висотної будівлі застосовують самохідну опалубну платформу, яка об'єднує опалубку, робочі майданчики та майданчики для складування. Повністю закрита опалубна платформа повинна забезпечувати виконання робіт при несприятливій погоді і максимальну безпеку праці робочих.

Саморушна платформа застосовується для спорудження ядра жорсткості (шахти ліфтів, сходові клітини) з випередженням спорудження решти каркаса. Опалубна система може використовуватися для стін і перекриттів для досягнення максимальної швидкості будівництва.

Для зниження адгезії опалубки до бетону, зменшення розпалубних зусиль і усунення дефектів лицьової поверхні бетону при розпалубці застосовують змащення або антиадгезійні полімерні покриття.

Для прискореного спорудження монолітних каркасів застосовують технологію ранньої розпалубки монолітних конструкцій, основною складовою якої є застосування страхувальних елементів опалубки для підтримування монолітних конструкцій перекриття до набору бетоном проектної міцності.

Для прискорення спорудження висотних будівель із монолітними перекриттями застосовують каскадну технологію, при якій після бетонування перекриття і набору бетоном мінімальної міцності, відповідно до проекту, приступають до монтажу опалубки верхнього перекриття. Після набору нижчерозташованим перекриттям розпалубної міцності приступають до бетонування вищерозміщеного. При цьому опалубка під нижчерозташованим перекриттям не знімається.

### **Запитання до самоконтролю за темою 3**

1. Назвіть особливості організаційно-технологічних процесів спорудження висотних будівель.
2. Яка залежність між вартістю елементів каркасу висотних будівель та конструктивними заходами для забезпечення необхідної просторової жорсткості?
3. Опишіть можливий розподіл типового поверху висотної будівлі на захватки.
4. Які опалубні системи застосовуються при спорудженні висотних будівель?
5. Що треба врахувати при виборі оптимального комплекту опалубки?
6. За якими категоріями можна класифікувати сучасні опалубні системи?

7. За якими критеріями складності монолітних конструкцій здійснюють вибір типу опалубки?

#### **4. ФОРМУВАННЯ ФАКТОРНОГО ПРОСТОРУ, ВРАХОВУВАНОВОГО ПРИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЄКТУВАННІ БУДІВНИЦТВА ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

##### **4.1 Вплив невизначеностей на процеси спорудження висотних будівель**

Відсутність науково обґрунтованих теоретико-методологічних принципів і практичних рекомендацій щодо прогнозування тривалості спорудження висотних будівель та вартості готової будівельної продукції на основі багатокритерійної оцінки проєктів висотного будівництва з урахуванням містобудівних, архітектурно-планувальних, конструктивних і організаційно-технологічних факторів створює суттєву невизначеність у техніко-економічній оцінці проєктних рішень.

Швидке і різке ускладнення будівельних технологічних процесів, збільшення кількості складових елементів організаційних структур, ускладнення управлінських рішень зумовлюють необхідність застосування системного підходу до управління складними системами, до яких можна віднести і систему організації та управління процесом висотного будівництва.

Слід зазначити, що практично при проведенні будь-якого системно-аналітичного дослідження доводиться стикатися з двома видами невизначеностей: фундаментальною і утилітарною.

Розглянемо вплив фундаментальної невизначеності на досліджувані процеси спорудження висотних будівель.

При розгляді, систематизації та врахуванні впливу різних факторів на результати спорудження висотних будинків необхідно (бажано) визначити кількісну оцінку впливу прийнятих до розгляду факторів на кінцевий результат.

У такому випадку бажано врахувати вплив фундаментальної невизначеності при оцінюванні основних факторів і параметрів процесу.

Фундаментальна невизначеність пов'язана з тим, що для будь-якого впливу характерний поріг дії, нижче якого ефект речовинної, енергетичної та інформаційної дії не проявляється. Виявляється фундаментальна невизначеність у тому, що вимірювання значень двох і більше параметрів досліджуваної системи з точністю, що перевищує певний рівень, неможливе. Це означає, що чим точніше вимірюється один параметр, тим більша похибка виникає при вимірюванні іншого взаємопов'язаного параметра.

На практиці фундаментальна невизначеність обумовлює необхідність виявлення, вивчення і врахування всіх інваріант досліджуваної системи, тобто тих її параметрів, величини яких не залежать від вибору простору, системи координат тощо.

При завданні основних параметрів об'єкта висотного будівництва і визначенні та врахуванні, у тому числі кількісному, факторів, що впливають на весь інвестиційний процес, інвестору, замовнику слід мати на увазі, що фундаментальну невизначеність не можна ліквідувати, її можна врахувати. Так, при розрахунку вартості проекту спорудження висотного будинку слід мати на увазі, що внаслідок невизначеності стану ринку будівельних матеріалів, трудових ресурсів, ринку фінансових послуг (кредитів) похибка такого розрахунку може скласти 15-20 % і, як правило, у бік збільшення. Спроби зменшити цю похибку призводять лише до того, що зростають похибки визначення інших параметрів проекту. Це може бути термін будівництва об'єкту, потреба в трудових ресурсах тощо. Також необхідно врахувати, що на кожному етапі процесу дослідження, а також реалізації проекту параметр може ставати фактором. Так, на стадії постановки задач проєктувальникам висота будівлі, площа забудови, основні будівельні матеріали є параметрами об'єкта. З точки зору спорудження об'єкту, перераховані параметри переходять у категорію факторів, що впливають на прийняття як проєктних, так і організаційно-технологічних рішень.

Утилітарна невизначеність являє собою відсутність, неповноту, недостатність у особи, що приймає рішення, даних про конкретні характеристики досліджуваної системи та її середовища.

Утилітарна невизначеність є ситуативною: вона може мати місце на одних етапах досліджень і бути відсутньою на інших.

Залежно від характеру поінформованості особи, що приймає рішення, розрізняють такі види утилітарної невизначеності:

- ймовірнісна невизначеність, яка полягає у знанні тільки розподілу ймовірності можливих значень деяких характеристик системи, але не її конкретного значення;

- інтервальна невизначеність, яка полягає у знанні не конкретного значення характеристики системи, а множини її можливих значень у деякому обмеженому інтервалі;

- нечітка невизначеність, яка полягає у знанні тільки ступеня належності значення характеристики системи до якоїсь величини або діапазону величин.

З позиції характеру впливу на невизначеність суб'єкта, що здійснює дослідження, розрізняють такі види утилітарної невизначеності:

- об'єктивна невизначеність, тобто неповна інформованість про характеристики системи, що впливають на прийняття рішення, яку дослідник може врахувати, але якої він не може позбутися;

- суб'єктивна невизначеність, тобто неповна інформованість про характеристики системи, що впливають на прийняття рішення, яка виникає внаслідок специфічності сприйняття дослідником об'єкта дослідження.

В залежності від способу представлення параметрів, що впливають на прийняття рішення, розрізняють такі види утилітарної невизначеності:

- параметричну невизначеність, пов'язану з часовими, енергетичними, інформаційними, вартісними та іншими параметрами досліджуваної системи;
- ігрову невизначеність, що виникає внаслідок неповної поінформованості про задуми, наміри та дії сторін у досліджуваній системі;
- структурну невизначеність, що стосується зв'язків, взаємодій і відносин як всередині досліджуваної системи, так і з її зовнішнім середовищем.

З метою врахування або зняття утилітарної невизначеності можливе застосування таких способів:

- ігнорування існування невизначеності;
- вибір найбільш суттєвих видів невизначеностей з використанням методу експертних оцінок;
- проведення експериментів, у ході яких перевіряється якість рішень, в результаті чого здійснюють модернізацію досліджуваної системи.

Таким чином, розуміння та врахування можливих невизначеностей при проведенні системно-аналітичних досліджень дозволить суттєво підвищити їх ефективність.

#### **4.2 Фактори, що впливають на вибір інженерних рішень спорудження висотних будівель**

Створення оптимального висотного будівництва є складним завданням унаслідок великої кількості взаємообумовлених параметрів проєктування (рис. 4.1).

З позиції вирішення містобудівних завдань, розміщення висотних будівель можливе в:

- центральних частинах міст із щільною забудовою, що обумовлене високою вартістю земельних ділянок;
- околичних зонах міст із малоцінною ветхою забудовою, яка підлягає знесенню, або територіях застарілих промислових підприємств, що дозволяє формувати індивідуальний виразний вигляд нових фрагментів міського середовища.

При виборі земельної ділянки для будівництва висотної будівлі необхідно враховувати:

- візуально-ландшафтне розташування висотного будинку із урахуванням об'ємно-просторового сприйняття його в цьому районі забудови та на прилеглих територіях;
- можливість виникнення геологічного ризику та змін геологічного середовища, інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов під впливом очікуваних навантажень від висотного будинку на ділянці будівництва і прилеглий території;
- вплив нового будівництва на технічний стан конструкцій та інженерних мереж існуючих будинків і споруд та об'єктів благоустрою, розташованих на прилеглий території;



Рисунок 4.1 – Параметри проектування висотної будівлі

- перевізну спроможність міської транспортної інфраструктури та потужності інженерної інфраструктури з урахуванням додаткових навантажень від висотного будинку;
- рівень інсоляції та природного освітлення для висотного будинку і навколишньої забудови;
- очікувані рівні звуків та звукового тиску;
- забезпеченість населення озеленими територіями загального користування та об'єктами громадського призначення в межах запроєктованих функціонально-планувальних утворень на територіях, що прилягають до ділянки будівництва висотного будинку;
- мікрокліматичні показники навколишнього повітряного середовища, концентрацію забруднюючих речовин, рівень зовнішнього шуму та вібрації;
- вплив аеродинамічних показників у зоні висотного будівництва (швидкість і напрямок вітрових потоків, зони турбулентності, вітровий підпір,

розріджені зони тощо) на функціонування систем вентиляції і опалення існуючих будинків, відведення продуктів згоряння газу, особливо в будинках, обладнаних автономними проточними водонагрівачами (колонками, котлами тощо);

– взаємовплив висотного будинку і повітряних транспортних суден у районах розташування аеропортів і аеродромів, об'єктів наземної інфраструктури, радіотехнічних засобів управління повітряним рухом, радіонавігацією, посадкою, зв'язком та метеозабезпеченням, у тому числі з урахуванням взаємовпливу авіаційного шуму на висотний будинок та висотного будинку на маневрування повітряних суден на приаеродромних територіях.

На вибір об'ємно-планувальних рішень висотних будівель здійснюють вплив їх висота та форма, а також такі фактори:

– часткова втрата робочих площ висотних будівель через розміщення в їх об'ємі горизонтальних несучих конструкцій (ростверків, консолей), які займають простір окремих поверхів;

– витрати 20-30 % будівельного об'єму висотної будівлі на розміщення вертикального транспорту та його обслуговування (ліфтові холи, ліфтові шахти, машинні відділення тощо);

– влаштування технічних поверхів для розміщення інженерного обладнання (насосних станцій, зональних елементів внутрішнього теплопостачання, вентиляційних систем, елементів господарчо-питного і пожежного водопостачання тощо);

– влаштування горизонтальних пожежних відсіків для тимчасового перебування людей.

Конструктивні рішення повинні забезпечити термін служби висотного будинку не менше 150 років із урахуванням належного експлуатаційного обслуговування та можливого відновлення ресурсу за допомогою капітальних ремонтів.

Основоположними завданнями при розробленні конструктивного рішення висотної будівлі є вибір конструктивної системи і матеріалу несучих конструкцій, разом із вирішенням окремих конструктивних елементів, що забезпечують стійкість, надійність та безпечність експлуатації висотних будівель

Конструктивна система повинна забезпечити міцність і стійкість несучих конструкцій та елементів висотного будинку під дією розрахункових навантажень та впливів, а також опір прогресуючому обваленню при виникненні надзвичайних ситуацій.

Вибір конкретної конструктивної системи залежить від багатьох факторів, основними з яких є висота будівлі, її функціональне призначення, умови будівництва (сейсмічність, ґрунтові особливості, атмосферні і вітрові впливи), архітектурно-планувальні вимоги.



## Запитання до самоконтролю за темою 4

1. Які невизначеності здійснюють вплив на процеси спорудження висотних будівель?
2. Які фактори впливають на вибір інженерних рішень спорудження висотних будівель?
3. Що треба враховувати при виборі земельної ділянки для спорудження висотної будівлі?
4. Які фактори впливають на вибір об'ємно-планувальних рішень висотних будівель?
5. Від яких факторів залежить вибір конструктивної системи висотних будівель?

## **5. СИСТЕМАТИЗАЦІЯ І КЛАСИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ФАКТОРІВ, ЯКІ ЗДІЙСНЮЮТЬ ВПЛИВ НА ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ БУДІВНИЦТВА ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

### **5.1 Визначення параметрів та факторів, які здійснюють вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень будівництва висотних будівель**

Висотні житлові і громадські будинки відносяться до об'єктів підвищеного рівня відповідальності, відповідно до них висуваються і більш високі вимоги щодо їх якості, а саме: забезпечення якості проектування та виконання будівельних робіт, виготовлення та спорудження конструкцій, застосування нових виробів та матеріалів, забезпечення стійкості та безпеки висотного будинку і навколишньої забудови та інфраструктури, які знаходяться в зоні впливу нового будівництва, своєчасне врахування можливих кліматичних і техногенних впливів та інших надзвичайних ситуацій у процесі будівництва та експлуатації.

Процес висотного будівництва має стохастичний характер, що обумовлено особливостями будівельного виробництва в умовах ущільненої міської забудови, а також умовами ризику та невизначеності зовнішнього середовища, і відповідно існує об'єктивна потреба забезпечення більшої надійності та керованості проектних та організаційно-технологічних рішень, що ухвалюються.

Якісна підготовка та оцінювання проектів на ранніх етапах проектування дозволяє нейтралізувати або принаймні мінімізувати відхилення в подальшому в процесі реалізації інвестиційно-будівельного проекту, оскільки вони спричиняють негативні наслідки, такі як збільшення тривалості та зростання вартості будівництва.

Отже, необхідне дослідження зв'язків і закономірностей, що виникають у процесі управління ресурсами при проектуванні та реалізації проектів спорудження висотних будівель.

Для вирішення цього завдання потрібно систематизувати та формалізувати параметри і фактори, які здійснюють визначальний вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень проектів будівництва висотних будівель.

Основними чинниками, що визначають специфічні особливості висотних будівель та мають бути враховані при їх проектуванні, є такі:

– соціально-функціональні фактори, що визначають параметри внутрішнього простору висотних об'єктів: соціально-демографічні умови (стан здоров'я населення та рівень його працездатності, рівень народжуваності та міцність сімейних відносин, структура позаробочого часу і частка його нераціональних витрат на домашню працю, форми і ступінь розвитку дозвілля, рівень кваліфікації робітників і соціальної активності молоді, підлітків, пенсіонерів), які визначають форми житлових і нежитлових приміщень, виходячи з особливостей образу життя окремих соціальних груп – учнів, працюючих і непрацюючих, та розмір таких приміщень, виходячи з побутових особливостей та образу життя певних вікових груп населення – дітей, пенсіонерів; національно-етнографічні умови (етнічні процеси, традиційні особливості образу життя народу, сім'ї, окремої людини, менталітет), які відбиваються на особливостях планування житлових і нежитлових приміщень, видах забудови та її естетичній організації;

– архітектурні фактори, що впливають на зовнішній простір об'єктів та характеризують навколишнє середовище: природно-кліматичні умови (клімат: температурний та вологісний режим, вітровий режим, інсоляція, природна освітленість, сезонні відмінності в погоді; ландшафт: рельєф місцевості і рослинність; інженерно-геологічні умови: тип ґрунту, наявність ґрунтових вод, ступінь просядковості та інше); містобудівні умови (місце розташування і розміри земельної ділянки; умови зорового сприйняття окремої будівлі або комплексу; морфологічні особливості навколишньої забудови (геометрія планів, поверховість, щільність забудови); архітектурно-художні особливості навколишньої забудови; функціональна структура навколишньої забудови); соціально-культурні умови (архітектурно-будівельні традиції, соціально-економічні вимоги);

– інженерно-конструктивні фактори, що мають вирішальне значення при формуванні матеріальної оболонки будівель та безпосередньо пов'язані з процесом будівництва: конструктивні системи, методи спорудження будівель, інженерне обладнання будівель, будівельні матеріали.

Аналіз проектів будівництва висотних будівель дозволив встановити, що до основних визначальних факторів, які напевно здійснюють вплив на тривалість виробництва робіт та вартість будівельної продукції, належать такі: функціональне призначення будівлі, висота будівлі, конструктивна система і

застосовувані будівельні матеріали та вироби, форма будівлі, клас енергоефективності будівлі, будівельний об'єм і загальна площа будівлі.

Окрім того, процес спорудження нового достатньо великого об'єкту залежить від характеристик існуючої забудови території і складності інвестиційно-будівельного проекту.

## 5.2 Визначення складності інвестиційно-будівельного проекту

Складність інвестиційно-будівельного проекту виявляється при розробленні проектно-кошторисної документації (фаза розроблення проекту), при виробництві будівельних робіт (фаза реалізації проекту), а також при управлінні проектом (протягом усього життєвого циклу).

Розглянемо більш детально перші дві фази.

Складність розроблення проектно-кошторисної документації є комплексним чинником, який поєднує в собі такі три складові:

- складність висотної будівлі як об'єкта проектування;
- складність розміщення висотного об'єкта в умовах ущільненої міської забудови;
- складність процесу проектування, обумовленого вимогами замовника проектно-кошторисної документації до складу цієї документації та організації проектування.

Визначення значення фактора складності висотної будівлі як об'єкта проектування ( $C_{\text{вб}}$ ) здійснюється за допомогою методу експертних оцінок таким чином:

- визначаються ознаки складності проектування висотної будівлі ( $a_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ), притаманні конкретному об'єкту (рис. 5.1);
- здійснюється кількісна оцінка кожної ознаки складності проектування висотної будівлі (значення змінюються в межах від 0 до 1 залежно від сили впливу на результативну ознаку);
- розраховується узагальнене значення фактору складності висотної будівлі як об'єкта проектування:

$$C_{\text{вб}} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}. \quad (5.1)$$

Головна проблема порівняння варіантів проектних рішень розміщення висотних будівель на деякій обмеженій території полягає в тому, що функціональне призначення кожного з таких об'єктів індивідуальне та неспівставне з призначенням іншого об'єкта. Проте кожен із таких об'єктів характеризується геометричними та іншими параметрами: розміри в плані, загальна площа забудови тощо.

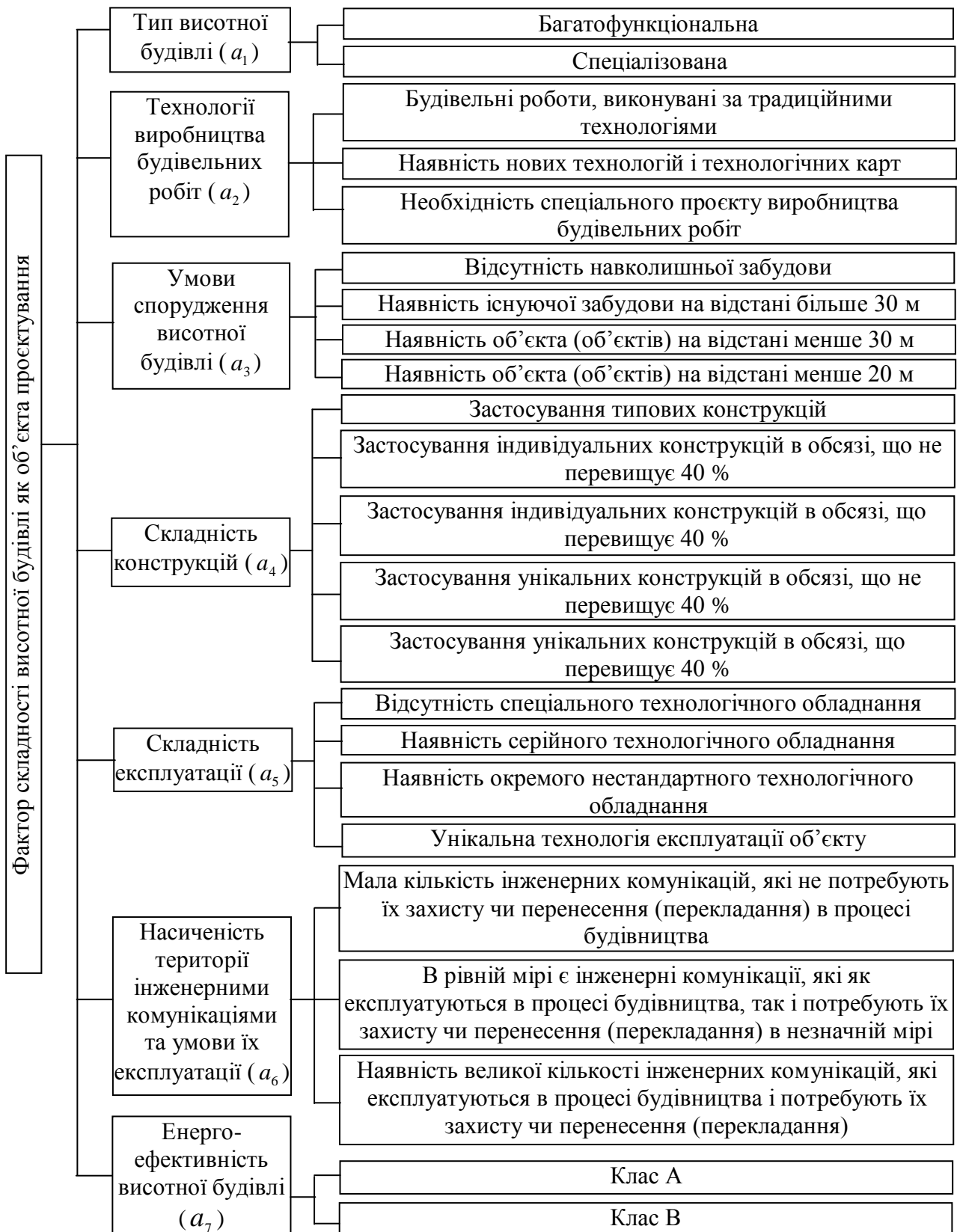


Рисунок 5.1 – Ознаки складності висотної будівлі як об'єкта проектування

Таким чином, площа забудови висотної будівлі не повинна перевищувати вільну площу міських територій:

$$S_{\text{вб}} \leq S_{\text{в}}, \quad (5.2)$$

де  $S_{\text{вб}}$  – площа забудови висотної будівлі, яку необхідно розмістити на вільних міських територіях;

$S_{\text{в}}$  – вільна площа міських територій, яка потенційно може бути використана для нової висотної забудови.

Отже, складність розміщення висотної будівлі можна розглядати як ймовірність наявності вільних площ в множині районів міста, що дозволяє розмістити такий об'єкт.

Фактор складності розміщення висотної будівлі в умовах ущільненої міської забудови ( $C_{\text{розм}}$ ) можна визначити за такою формулою:

$$C_{\text{розм}} = \frac{S_{\text{вб}}}{S_{\text{в}}}. \quad (5.3)$$

Очевидно, що чим більше площа забудови висотної будівлі, тим вище складність його розміщення.

Складність процесу проектування, обумовленого вимогами замовника проектно-кошторисної документації до складу цієї документації та організації проектування, полягає в такому:

- необхідність багатоваріантного ітераційного проектування з аналізом ефективності варіантів за критеріями, обумовленими цілями інвестиційно-будівельного проекту спорудження висотної будівлі;

- підсилення контактів з підрядними організаціями, що полягають не лише в погодженні готової проектно-кошторисної документації, а й у процесі її розроблення;

- скорочення термінів розроблення проектно-кошторисної документації та участь проектувальника в процесі реалізації інвестиційно-будівельного проекту спорудження висотної будівлі, проте не лише у вигляді звичайного авторського нагляду, а й шляхом оперативного коригування проектних рішень у випадку виникнення об'єктивної необхідності.

Зазначені вимоги об'єктивно ускладнюють процес проектування, що призводить до підвищення трудомісткості процесу і його вартості.

Кількісна оцінка значення фактору складності процесу проектування, обумовленого вимогами замовника проектно-кошторисної документації ( $C_{\text{пр}}$ ) виконується за допомогою методу експертних оцінок.

Таким чином, фактор складності розроблення проектно-кошторисної документації ( $C_{\text{нкд}}$ ) визначається за такою формулою:

$$C_{\text{нкд}} = C_{\text{вб}} \cdot k_1 + C_{\text{розм}} \cdot k_2 + C_{\text{пр}} \cdot k_3, \quad (5.4)$$

де  $k_1$  – коефіцієнт вагомості внеску складової  $C_{\text{вб}}$  в узагальнене значення фактора  $C_{\text{нкд}}$ ;

$k_2$  – коефіцієнт вагомості внеску складової  $C_{розм}$  в узагальнене значення фактора  $C_{нkd}$ ;

$k_3$  – коефіцієнт вагомості внеску складової  $C_{пр}$  в узагальнене значення фактора  $C_{нkd}$ .

Значення коефіцієнтів  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  визначаються за допомогою методу експертних оцінок. При цьому  $k_1 + k_2 + k_3 = 1$ .

Оскільки саме фаза реалізації інвестиційно-будівельного проекту потребує найбільшого обсягу інвестицій, а складнощі, пов'язані з виробництвом будівельних робіт, здійснюють суттєвий вплив на техніко-економічні показники, доцільно при обґрунтуванні тривалості виробництва робіт та вартості будівельної продукції враховувати фактор складності виробництва будівельних робіт при спорудженні висотної будівлі.

Фактор складності виробництва будівельних робіт при спорудженні висотної будівлі ( $C_{б.мр}$ ) розраховується за допомогою методу експертних оцінок таким чином:

– визначаються ознаки складності виробництва будівельних робіт при спорудженні висотної будівлі ( $b_j$ ,  $j = \overline{1, m}$ ), притаманні конкретному об'єкту (рис. 5.2);

– здійснюється кількісна оцінка кожної ознаки складності виробництва будівельних робіт при спорудженні висотної будівлі (значення змінюються в межах від 0 до 1 залежно від сили впливу на результативну ознаку);

– розраховується узагальнене значення фактору складності виробництва будівельних робіт при спорудженні висотної будівлі:

$$C_{б.мр} = \frac{\sum_{j=1}^m b_j}{m} \quad (5.5)$$

### Запитання до самоконтролю за темою 5

1. Охарактеризуйте основні чинники, що визначають специфічні особливості висотних будівель.

2. Назвіть ознаки складності висотної будівлі як об'єкта проектування.

3. Сформулюйте ознаки складності виробництва будівельних робіт при спорудженні висотних будівель.

4. У чому полягає складність управління проектами спорудження висотних будівель?

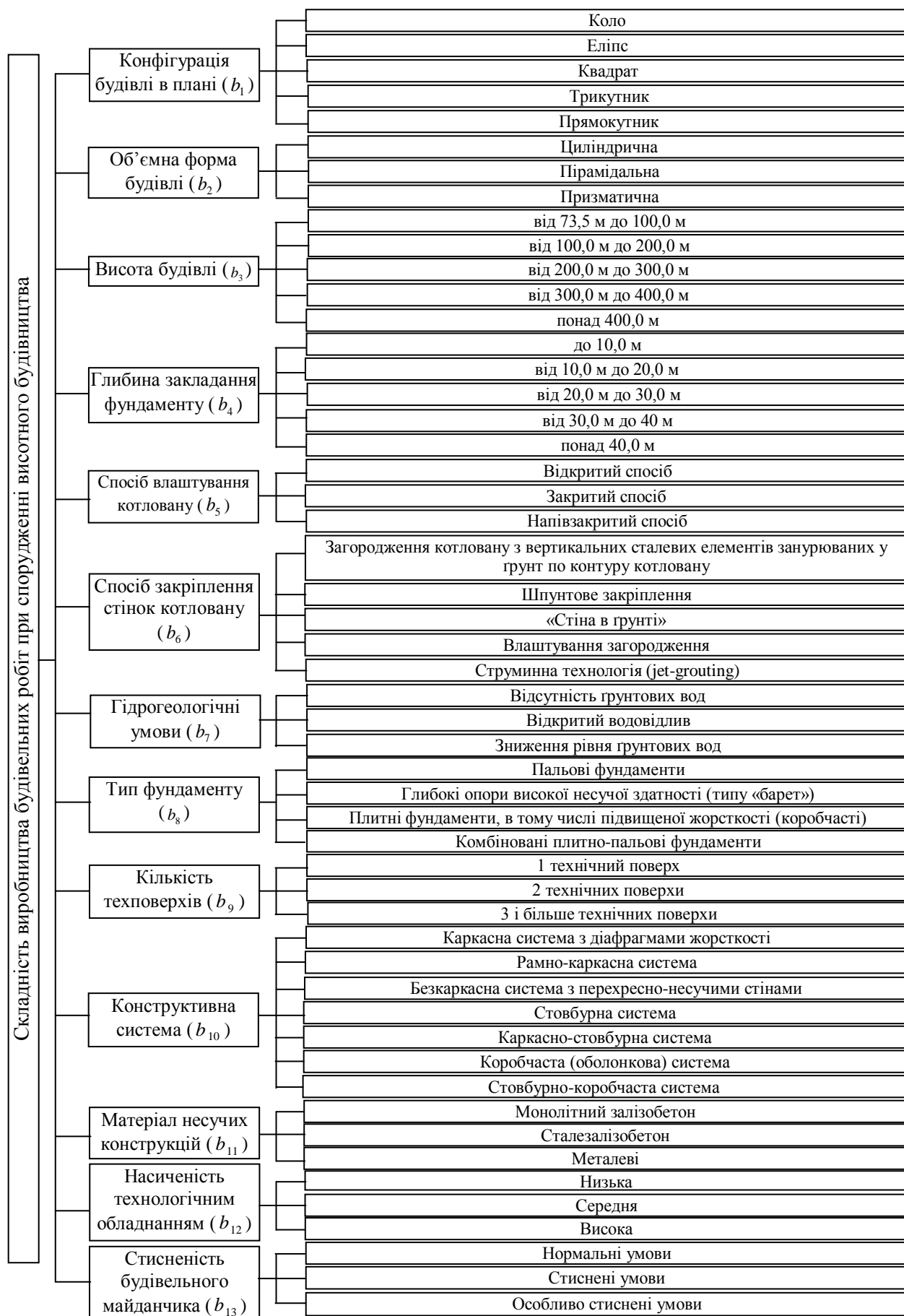


Рисунок 5.2 – Ознаки складності виробництва будівельних робіт при спорудженні висотної будівлі

## **6. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ВИСОТНИХ ОБ'ЄКТІВ**

### **6.1 Вибір земельної ділянки під будівництво висотної будівлі в умовах ущільненої забудови**

Забудова територій здійснюється шляхом розміщення об'єктів будівництва. У своїй діяльності під час проєктування і будівництва об'єктів учасники будівельного процесу зобов'язані дотримуватися чинних будівельних норм та законів України.

За законодавством України, право на забудову земельної ділянки реалізується її власником або користувачем за умови використання земельної ділянки відповідно до вимог містобудівної документації та урахуванням вимог чинних нормативних документів.

Земельну ділянку під будівництво забудовник може отримати в оренду із земель державної або комунальної власності, або право оренди земельної ділянки на земельних торгах у системі PROZORRO. Це призвело до:

- визначення реальної ринкової вартості земельної ділянки, або реальної орендної плати за земельні ділянки;
- розширення кола учасників, завдяки відкритій інформації щодо аукціону;
- відкриття для всієї України ринку оренди землі;
- покращення бізнес-клімату для компаній.

Відповідно до Закону України «Про внесення змін до Земельного кодексу України щодо порядку проведення земельних торгів у формі аукціону» № 5077-VI від 5 липня 2012 року, в Україні склалася практика проведення земельних аукціонів, а не конкурсів, що цілком можна пояснити з економічної точки зору. Надходження від аукціону дають можливість поповнювати прибуткову частину відповідних бюджетів. Особливий інтерес викликають земельні аукціони в містах, оскільки на них виставляються інвестиційно привабливі земельні ділянки, призначені для забудови з метою здійснення підприємницької діяльності. Такі ділянки потенційно розраховані на досить солідних інвесторів, здатних власними силами будувати об'єкти. Можливість придбати земельну ділянку на аукціоні призводить до заощадження часу в наслідок тривалого оформлення права на землю іншим способом. Крім того, придбання земельної ділянки на аукціоні за своєю природою є первинним придбанням. Передбачається, що виставлена на аукціон земельна ділянка «чиста» від будь-яких майнових прав третіх осіб на ділянку: вона не передана в користування, в тому числі в оренду, єдиним власником є держава або територіальна громада в залежності від правового статусу такої ділянки. Кваліфікація покупки земельної ділянки на аукціоні в якості первинного придбання значно знижує ризик того, що її законність буде оскаржена через відсутність так званої історії земельної ділянки, що включає деякий ланцюжок осіб, у яких є будь-які права на цю земельну ділянку.



Повідомлення про проведення земельного аукціону публікується в засобах масової інформації не пізніше, ніж за 30 днів до запланованої дати проведення аукціону. Земельну ділянку (або права оренди на неї) можна виставити на аукціон за наявності мінімум двох претендентів на об'єкт продажу. Якщо бажаючих менше двох, торги визнаються такими, що не відбулися.

В день проведення земельного аукціону проводиться реєстрація учасників. Незареєстровані особи до торгів не допускаються. Аукціон починається з оголошення ліцитатора про правила проведення торгів і штрафні санкції.

Під час аукціону ведеться протокол, куди заноситься назва лота, початкова ціна, пропозиції учасників аукціону та результат торгів (остаточна ціна продажу, реквізити переможця).

Після закінчення торгів по черговому лоту ліцитатор оголошує його продаж, називає місцезнаходження земельної ділянки, ціну продажу, аукціонний номер переможця торгів і викликає переможця для підписання протоколу. Учасник торгів, який відмовився від підписання протоколу аукціону, позбавляється права на подальшу участь в аукціоні. За рішенням ліцитатора торги по цьому об'єкту можуть бути поновлені в день проведення наступного аукціону.

Після підписання протоколу переможцю торгів видається виписка з протоколу аукціону, яка є підставою для оплати земельної ділянки (або права на її оренду) за ціною, запропонованою переможцем.

Таким чином, з моменту внесення змін до земельного законодавства в частині продажу земельних ділянок або прав користування ними (оренда, суперфіцій, емфітевзис) на конкурентних засадах, аукціони з наростаючим темпом набувають популярності, так як являються єдиним способом придбання вільної земельної ділянки (або прав на її оренду) комунальної власності з метою будівництва об'єкта комерційного призначення.

Проектування та будівництво об'єктів здійснюється власниками або користувачами земельних ділянок у такому порядку:

- отримання замовником або проєктувальником вихідних даних;
- розроблення проєктної документації та проведення її експертизи у залежності від категорії складності об'єкту;
- затвердження проєктної документації;
- виконання підготовчих та будівельних робіт;
- прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів;
- реєстрація права власності на об'єкт містобудування.

Виникає питання: що таке містобудівна документація?

Згідно з Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності» № 3038-VI від 17 лютого 2011 року, генеральний план населеного пункту – містобудівна документація, що визначає принципові вирішення розвитку, планування, забудови та іншого використання території міста.

Генеральний план населеного пункту є основним видом містобудівної документації на місцевому рівні, призначеної для обґрунтування довгострокової стратегії планування та забудови території населеного пункту.

На підставі затвердженого генерального плану населеного пункту розробляється план земельно-господарського устрою, а також план соціально-економічного розвитку міста.

Генеральний план міста розробляється та затверджується в інтересах територіальної громади з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів.

План зонування території проєктується на основі генерального плану як окремий документ із метою визначення умов та обмежень використання території для містобудівних потреб у межах визначених зон.

План зонування території розробляється з метою створення сприятливих умов для життєдіяльності людини, забезпечення захисту територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, запобігання надмірній концентрації населення і об'єктів виробництва, зниження рівня забруднення навколишнього природного середовища, охорони та використання територій з особливим статусом, у тому числі ландшафтів, об'єктів історико-культурної спадщини, а також земель сільськогосподарського призначення і лісів та підлягає стратегічній екологічній оцінці.

План зонування території встановлює функціональне призначення, вимоги до забудови окремих територій (функціональних зон) населеного пункту, їх ландшафтної організації.

Також існує такий вид містобудівної документації, як детальний план території. Це документація, що визначає планувальну організацію та розвиток території, у межах населеного пункту уточнює положення генерального плану.

Детальний план розробляється з метою визначення планувальної організації і функціонального призначення, просторової композиції і параметрів забудови та ландшафтної організації кварталу, мікрорайону, іншої частини території міста, призначених для комплексної забудови чи реконструкції, та підлягає стратегічній екологічній оцінці.

Відповідно до статі 21 «Громадське обговорення щодо врахування громадських інтересів» Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності», громадському обговоренню підлягають розроблені в установленому порядку проєкти містобудівної документації на місцевому рівні, а саме: генеральні плани населених пунктів, плани зонування територій, детальні плани територій.

Замовники містобудівної документації зобов'язані забезпечити:

- оприлюднення прийнятих рішень щодо розроблення містобудівної документації на місцевому рівні з прогнозованими правовими, економічними наслідками та наслідками для довкілля, у тому числі для здоров'я населення;
- оприлюднення проєктів містобудівної документації на місцевому рівні, пояснювальної записки, розділу «Оцінка впливу на навколишнє середовище» або звіту про стратегічну екологічну оцінку на своїх офіційних вебсайтах, а також вільний доступ до такої інформації громадськості;

- реєстрацію, розгляд та врахування пропозицій громадськості до проєктів містобудівної документації на місцевому рівні;
- проведення громадських слухань щодо проєктів містобудівної документації на місцевому рівні;
- узгодження спірних питань між громадськістю і замовниками містобудівної документації на місцевому рівні через погоджувальну комісію;
- оприлюднення результатів розгляду пропозицій громадськості до проєктів містобудівної документації на місцевому рівні;
- замовлення, розробка та затвердження проєктно-кошторисної документації.

## **6.2 Розроблення організаційно-технологічної документації на будівництво висотних будівель**

Існуючий досвід проєктування та спорудження висотних будівель вказує на необхідність більш детального опрацювання організаційно-технологічних рішень. Враховуючи фактор значної висоти та виконання робіт в умовах ущільненої забудови, склад організаційно-технологічної документації на висотні об'єкти повинен включати:

- проєкт організації будівництва на підготовчий період;
- проєкт організації будівництва на основний період;
- проєкт виконання робіт на підготовчий період в цілому на об'єкт;
- проєкт виконання робіт на основний період в цілому на об'єкт.

Проєкти виконання робіт за окремими видами робіт, а саме:

- проєкт виконання робіт із водопониження;
- проєкт виконання робіт на розбирання існуючих будівель;
- проєкт виконання робіт на прокладання зовнішніх інженерних мереж;
- проєкт виконання пальових робіт;
- проєкт виконання робіт зі спорудження підземної частини будівлі;
- проєкт виконання робіт на спорудження несучих конструкцій надземної частини будівлі та інш.

Розділ «Організація будівництва» у складі проєктно-кошторисної документації висотної будівлі розробляється згідно з ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

До складу розділу «Організація будівництва» включаються:

- загальні положення;
- організаційно-технологічні схеми спорудження висотних будинків;
- календарні плани будівництва;
- будівельні генеральні плани;
- відомості обсягів основних будівельних, монтажних і спеціальних робіт;
- відомості потреби в будівельних конструкціях, виробках, матеріалах і устаткуванні;
- відомості потреби в будівельниках за основними категоріями.

Для складних об'єктів, де вперше застосовується нова технологія виробництва, яка не має аналогів, унікальне технологічне устаткування, а також для споруд, будівництво яких передбачається у складних геологічних умовах, до складу проєкту організації будівництва рекомендується додатково розробляти:

- комплексний укрупнений сітьовий графік, який відбиває взаємозв'язок між усіма учасниками будівництва та в якому визначено тривалість основних етапів підготовки робочої документації будівництва об'єкта, склад і терміни виконання робіт підготовчого періоду, черговість будівництва окремих будівель і споруд, термін поставок технологічного устаткування;

- вказівки щодо складу, черговості і термінів проведення необхідних дослідних робіт, випробувань і режимних спостережень для забезпечення якості та надійності конструкцій, будівель і споруд, що будуються.

Організаційно-технологічні схеми будівництва висотних будівель включають:

- просторове розчленування висотного будинку на яруси по вертикалі та на захватки по горизонталі;

- технологічну послідовність виконання робіт на захватках по ярусах;

- характеристику основних методів спорудження висотного будинку.

Вихідними даними для розроблення організаційно-технологічних схем є:

- проєктні рішення висотного будинку;

- організаційно-технологічні рішення при будівництві подібних висотних об'єктів та дані щодо їх реалізації;

- відомості щодо матеріально-технічної бази організацій, які будуть брати участь у будівництві;

- дані щодо кращих зразків будівельної техніки (вітчизняної та зарубіжної).

При розробленні організаційно-технологічних схем необхідно застосовувати найбільш ефективні методи та технологічні засоби спорудження висотних будинків із урахуванням переваг потокового методу будівництва.

При спорудженні висотного будинку організується комплексний потік на весь комплекс будівельних робіт, який включає влаштування інженерних комунікацій та основи, спорудження підземної і наземної частини висотного будинку, благоустрій і озеленення.

Комплексний потік складається із групи організаційно пов'язаних, спеціалізованих і локальних потоків, об'єднаних загальною метою спорудження висотного будинку як кінцевої продукції.

У складі кожного комплексного потоку визначається інтенсивність провідного спеціалізованого потоку та його тривалість.

Таким потоком для висотного будинку, як правило, є бетонування каркасу для монолітних будинків та монтаж конструкцій для збірно-монолітних будинків.

У процесі складання комплексного графіка доцільно окремо визначати строки проєктних робіт, організаційно-технологічні заходи, виготовлення та постачання на об'єкт конструкцій і технологічного обладнання, виконання

будівельних робіт та строки можливого введення в експлуатацію окремих частин висотного будинку.

### Запитання до самоконтролю за темою 6

1. Опишіть загальний порядок проектування та будівництва, що діє в Україні.
2. Що таке містобудівна документація?
3. Назвіть склад організаційно-технологічної документації на висотні об'єкти.
4. З чого складаються організаційно-технологічні схеми будівництва висотних будівель?

## 7. ЗАСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА БУДІВЕЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

Баштові крани доцільні при спорудженні будівель не вище 50-80 м [8, 15]. При більшій висоті співвідношення основних параметрів крана (вантажопідйомність, маса вантажу, що підіймається, безпека і вартість робіт) стає неоптимальним. Для ведення робіт на висоті до 60-130 м використовують приставні крани, які прикріплюються до побудованих конструкцій спорудженої будівлі. При цьому зазвичай конструкції на висоті до 60 м споруджуються за допомогою баштового крана, на висоті до 130 м – приставного, оптимальність використання якого на цій позначці і вичерпується. Для будівництва споруд більшої висоти необхідні самопідйомні крани, які не мають обмежень по висоті підйому вантажу. Монтажні крани такого типу кріпляться до ядра жорсткості будівлі і забезпечують виробництво робіт на ярусі висотою від 30 м до 40 м (рис. 7.1) [8, 15].

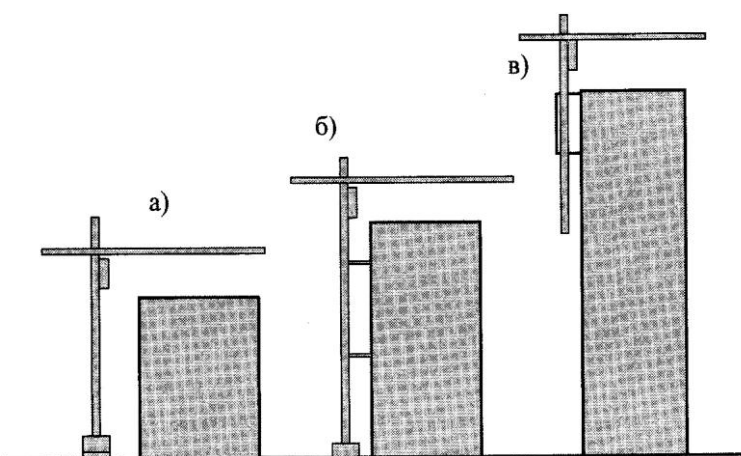


Рисунок 7.1 – Типи кранів, які використовуються для висотного будівництва:  
 а) баштові крани для будівель висотою до 50-80 м; б) приставні крани для будівель висотою до 130 м; в) самопідйомні крани для будівель висотою понад 130 м

Після закінчення робіт самопідйомні крани, як правило, демонтують і по частинах опускають вниз за допомогою лебідок. Однак за кордоном їх нерідко консервують і залишають на покрівлі з метою подальшого використання, наприклад, при поточному чи капітальному ремонті будівлі.

При висотному будівництві до традиційної проблеми підйому дрібних вантажів на стадії опоряджувальних робіт додається питання безпечного підйому робітників. Для цих цілей використовують спеціальні вантажопасажирські підйомники вантажопідйомністю до 3 т і місткістю до 20 осіб. Кількість і тип підйомників залежать від конфігурації будівлі і вимог щодо організації робіт на об'єкті. Підйомники встановлюють після спорудження 5–10 поверхів надземної частини.

Порівняно самостійними технічними елементами є засоби забезпечення робіт із улаштування огорожувальних конструкцій зовнішніх стін або опорядження фасаду. При висоті будівлі понад 75 м для безпечного ведення робіт на фасадах застосовують спеціальні фасадні платформи.

Серйозний вплив на безпеку монтажних робіт на висоті здійснює постійне вітрове навантаження. Проведені дослідження свідчать, що на висоті більше 50 м на бічній поверхні будівлі, що будується, виникають локальні, випадково спрямовані вертикальні вітрові потоки, а в рівні верхнього обрізу будівлі – локальні горизонтальні вітрові потоки значної сили. Вони істотно ускладнюють монтаж елементів великої площі (опалубні панелі тощо) і здійснюють негативний фізіологічний вплив на робітників. У зимовий час ситуація ускладнюється низькими температурами повітря. Тому безпека і прийнятні кліматичні умови ведення зовнішніх будівельних робіт забезпечуються за допомогою додаткових технічних засобів – вітрових огорожень і захисного укриття.

Для забезпечення швидкісного і безпечного будівництва висотних будинків застосовують спеціальне підйомно-транспортне обладнання: вантажопідйомні крани, вантажні та вантажопасажирські підйомники. Потреба в основних механізмах визначається в проєкті виробництва робіт у відповідності з термінами виконання робіт на підставі календарного плану будівництва об'єкта.

Вантажопідйомні крани забезпечують роботу з бетонування конструкцій, подачу опалубки і арматури. Подачу бетонної суміші здійснюють бетононасосами і бетонорозподільними стрілами. Подачу інших вантажів та інструментів здійснюють вантажними та вантажопасажирськими підйомниками. Для зменшення числа вантажопідйомних кранів слід використовувати самопідйомну або підйомно-переставну опалубку, що значно скорочує витрати кранового часу.

При виборі вантажопідйомних пристроїв слід враховувати:

- об'ємно-планувальні і конструктивні рішення споруджуваного об'єкта;
- методи організації будівництва;

- способи спорудження монолітного каркасу будівлі, монтажу збірних конструкцій та внутрішніх інженерних систем;
- техніко-економічні характеристики вантажопідйомних пристроїв;
- масу поданих пакетів арматури або арматурних каркасів, елементів опалубки і спосіб подачі бетонної суміші в конструкції;
- наявність зон обмеження робіт на об'єкті.

Вибір типу підйомника проводиться залежно від вантажопідйомності, висоти підйому, швидкості підйому і опускання, а також від розмірів вантажонесучого пристрою (кліть, кабіна, вантажна платформа). Кількість підйомників визначається об'ємом і масою вантажів, що подаються, а також чисельністю робочих. Технічні характеристики підйомників провідних виробників наведені в табл. 7.1-7.4 [16].

Таблиця 7.1 – Технічні характеристики вантажопасажирських підйомників SCANCLIMBER (ПІ)

Модель	SC 2032	SC 1837	SC 1532	SC 1432
Робоча висота вантажопасажирського підйомника, м	300	300	300	200
Вантажопідйомність, кг	2000	1800	1500	1400
Швидкість підйому, м/хв	36	36	36	36
Кількість і потужність електродвигунів, кВт	2×11	2×11	2×9,3	2×9,2

Таблиця 7.2 – Технічні характеристики вантажопасажирських підйомників Safi (Італія)

Модель	Zenith AS 20/36	Zenith AS 15/36	Zenith AS 13/36	Vision AS 2000	Vision AS 1300	Scaf AS	Junior AS	Gamma AS	Delta AS
Робоча висота вантажопасажирського підйомника, м	200	200	200	200	200	180	100	100	100
Вантажопідйомність, кг	4000	3000	2600	4000	2600	1000	500	700	700
Швидкість підйому, м/хв	38	34	38	34	34	30	20	24	24
Кількість і потужність електродвигунів, кВт	3×7,5	2×9,2	2×7,5	3×7,5	2×7,5	2×5,5	1×4	1×5,5	1×5,5

Таблиця 7.3 – Технічні характеристики вантажопасажирських підйомників SC і SCD (HARBIN DONGJIAN MACHINERY MANUFACTURING, КНР)

Найменування показника	SC 200	SC 100/100	SCD 200	SCD 200/200	SC 200×200G
Вантажопідйомність, кг	1000	1000×2	1000	1000×2	1000×2
Максимальна кількість пасажирів	12	12×2	25	25×2	12×2
Швидкість підйому, м/хв	33	33	33	33	0-96
Кількість і потужність електродвигунів, кВт	3×11	2×2×11	2×11	2×2×11	2×3×15
Максимальна висота підйому, м	250	250	250	250	250
Маса противаги, кг	-	-	1200	1200×2	2000×2

Таблиця 7.4 – Технічні характеристики вантажопасажирського підйомника PEGA (Чехія)

Найменування показника	2837 TD VFC HS	2840 TD VFC HS	3240 TD VFC HS
Вантажопідйомність, кг	2800	2800	3200
Швидкість підйому (спуску), м/хв	0–100	0–100	0–100
Висота підйому, м	0–420	0–420	0–420
Потужність, що споживається, кВт	45–75	45–90	132
Маса системи, кг	7900	7300	8300

### Запитання до самоконтролю за темою 7

1. Назвіть типи кранів, які використовуються для висотного будівництва.
2. Обґрунтуйте граничні висоти застосування відповідних кранів.
3. Які інші механізми застосовуються у висотному будівництві?



## **8. ЗАГАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЧНА ПОСЛІДОВНІСТЬ ВЗАЄМОДІЇ УЧАСНИКІВ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

### **8.1 Взаємодія учасників інвестиційно-будівельного процесу при спорудженні висотних будівель**

Висотні будівлі за обсягами будівельних робіт, за своїми об'ємно-планувальними і конструктивними рішеннями, насиченістю інженерним обладнанням та обсягом фінансування, без усіляких сумнівів, можна віднести до складних проєктів. Такому проєкту притаманна низка властивостей, про які варто пам'ятати, оскільки це допомагає методично правильно організувати роботу з його реалізації:

- проєкт виникає, існує та розвивається в певному оточенні, що має назву зовнішнього середовища;
- склад проєкта не завжди залишається незмінним у процесі його реалізації;
- проєкт, як і будь-яка система, може бути поділений на елементи, при цьому між елементами, що виділені, повинні визначатися і підтримуватися певні зв'язки.

Реалізація проєкту, особливо такого масштабного, як спорудження висотної будівлі, потребує тривалого часу. Проміжок часу між моментом появи проєкту і моментом його завершення називається **проєктним циклом**.

Учасниками інвестиційно-будівельного процесу можна вважати:

- замовника (інвестора);
- проєктну організацію (генерального проєктувальника);
- генеральну підрядну організацію (в тому числі субпідрядні будівельні та спеціалізовані організації);
- органи державної влади та місцевого самоврядування.

Для прийняття остаточного рішення щодо спорудження висотної будівлі важливе місце посідають передінвестиційні дослідження. Згідно з даними Всесвітнього банку, витрати на передінвестиційні дослідження складають (від вартості проєкту):

- формування інвестиційного задуму проєкту (інвестиційні пропозиції) – 0,2-1 %;
- дослідження інвестиційних можливостей (обґрунтування інвестицій, коротке ТЕО) – 0,25-1,5 %;
- ТЕО будівництва (для крупних проєктів) – 0,2-1,0 % проєкту.

Для успішної реалізації проєкту спорудження висотної будівлі суттєве значення мають містобудівні умови та обмеження, які повинні враховувати існуючу містобудівну ситуацію, що склалася навколо проєкту, який розглядається. Для їх отримання необхідно звернутись до відповідних державних органів або до відповідних органів місцевого самоврядування.

Документи, що подаються для отримання містобудівних умов та обмежень:

- заява встановленої форми;
- засвідчена у встановленому порядку копія документа на право власності на земельну ділянку (або право користування);
- ситуаційний план (у довільній формі);
- викопіювання з топографо-геодезичного плану М 1:2000;
- кадастрова довідка з містобудівного кадастру (у разі наявності);
- витяг із земельного кадастру;
- фотофіксація земельної ділянки;
- містобудівний розрахунок із техніко-економічними показниками запланованого об'єкта будівництва.

## **8.2 Організація роботи щодо узгодження проєкту та отримання дозвільної документації на будівництво висотних будівель**

Проєктна документація на будівництво об'єктів розробляється з урахуванням вимог законодавства, містобудівної документації, вихідних даних, ДБН, державних стандартів і правил, затверджується замовником.

Також необхідно отримати відповідні технічні умови на будівництво.

Технічні умови – комплекс умов та вимог до інженерного забезпечення об'єкта будівництва, які повинні відповідати його розрахунковим параметрам, зокрема щодо водо-, тепло-, енерго- й газопостачання, каналізації, зовнішнього освітлення, відведення стічних вод, пожежної безпеки (залежно від мереж, до яких здійснюється підключення).

Склад та зміст проєктної документації на будівництво регламентується ДБН А.2.2-3:2014, що встановлюють склад та зміст проєктної документації на нове будівництво, реконструкцію, капітальний ремонт та технічне переоснащення будинків, будівель, споруд будь-якого призначення, їх комплексів або їх частин, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури.

Проєкти будівництва об'єктів, що належать до найвищої категорії складності, підлягають обов'язковій експертизі щодо дотримання вимог до санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, екології, охорони праці, енергозбереження, пожежної, техногенної, ядерної і радіаційної безпеки, міцності, надійності, довговічності будівель, їх експлуатаційної безпеки та інженерного забезпечення.

Для об'єктів, що споруджуються із залученням бюджетних коштів, коштів державних і комунальних підприємств, установ та організацій, проводиться також експертиза кошторисної частини проєкту будівництва.

Містобудівні умови та обмеження забудови земельної ділянки – документ, що містить комплекс планувальних та архітектурних вимог до проєктування й будівництва об'єкта щодо поверховості та щільності забудови земельної ділянки, відступів будинків і споруд від червоних ліній, меж земельної ділянки, її благоустрою та озеленення, інші вимоги до об'єктів будівництва, встановлені законодавством та містобудівною документацією.

Вихідні дані надаються структурними підрозділами з питань містобудування та архітектури органів місцевого самоврядування.

Відповідно до частини 1 статті 31 Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності», проєктна документація на будівництво об'єктів розробляється у порядку, встановленому центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері містобудування, з урахуванням вимог містобудівної документації та вихідних даних і дотриманням вимог законодавства, будівельних норм, державних стандартів і правил та затверджується замовником.

Відповідно до Порядку затвердження проєктів будівництва і проведення їх експертизи, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 11.05.2011 року № 560, перед схваленням та затвердженням проєктів будівництва у випадках, визначених статтею 31 Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності», проводиться експертиза проєктів будівництва.

Так, відповідно до частини 4 статті 31 Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності», у редакції Закону № 1817, обов'язковій експертизі підлягають проєкти будівництва об'єктів, які:

– за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, щодо додержання нормативів із питань санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, екології, охорони праці, енергозбереження, пожежної, техногенної, ядерної та радіаційної безпеки, міцності, надійності, довговічності будинків і споруд, їх експлуатаційної безпеки та інженерного забезпечення, у тому числі щодо додержання нормативів із питань створення безперешкодного життєвого середовища для осіб з обмеженими фізичними можливостями та інших маломобільних груп населення;

– споруджуються на територіях із складними інженерно-геологічними та техногенними умовами – в частині міцності, надійності та довговічності будинків і споруд;

– споруджуються з залученням бюджетних коштів, коштів державних і комунальних підприємств, установ та організацій, а також кредитів, наданих під державні гарантії, якщо їх кошторисна вартість перевищує 300 тисяч гривень, щодо кошторисної частини проєктної документації.

Згідно з п. 6 Порядку затвердження проєктів будівництва і проведення їх експертизи, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 11 травня 2011 року № 560, експертиза є завершальним етапом розроблення проєктів будівництва, тобто здійснюється до затвердження проєкту.

### **Запитання до самоконтролю за темою 8**

1. Назвіть учасників інвестиційно-будівельного процесу.
2. Що розуміється під «проєктним циклом»?

3. Які документи подаються для отримання містобудівних умов і обмежень?

4. Що таке технічні умови на будівництво?

## **9. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

### **9.1 Методологічні принципи обґрунтування організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель в умовах ущільненої міської забудови**

Формування, оцінювання, обґрунтування та вибір організаційно-технологічних рішень (ОТР) спорудження висотних будівель в умовах ущільненої міської забудови при значній кількості альтернативних архітектурних, об'ємно-планувальних і конструктивних рішень є складною науково-прикладною проблемою.

Основними методологічними принципами організаційно-технологічного проектування спорудження висотних будівель є такі:

– комплексний підхід до виявлення та аналізу факторів, що здійснюють суттєвий вплив на техніко-економічні показники проектів висотного будівництва;

– системний підхід до формування, оцінювання, обґрунтування та вибору раціональних варіантів проектних і організаційно-технологічних рішень із спорудження висотних будівель.

При організаційно-технологічному проектуванні та обґрунтуванні основних показників ефективності організаційно-технологічних рішень із спорудження висотних будівель в умовах ущільненої міської забудови (тривалості, вартості) розглядається множина взаємопов'язаних визначальних організаційно-технологічних, управлінських та інших факторів і параметрів.

Комплексний підхід передбачає врахування множини визначальних взаємопов'язаних організаційно-технологічних, управлінських та інших факторів, які прямо або опосередковано здійснюють вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень із проектування висотного будівництва.

Отже, процес організаційно-технологічного проектування спорудження висотних будівель можна розглядати як систему, що складається з взаємопов'язаних підсистем розроблення проектних рішень об'єкта та організаційно-технологічних рішень щодо їх реалізації. Деталізація процесу обґрунтування організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель представлена на рис. 9.1.



Рисунок 9.1 – Модель системи обґрунтування організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель

В зв'язку зі складністю системи спорудження висотних будівель, її відкритістю та постійним розвитком, модель системи організації та управління процесом висотного будівництва не завжди може бути достатньо просто описана і оптимізована методами вирішення багатокритерійних задач.

Складнощі виникають при приведенні різновимірних факторів до безрозмірної форми, обґрунтуванні критеріїв ефективності, побудові цільової функції, а також визначенні системи обмежень.

Системний підхід – це вивчення досліджуваного об'єкта як єдиного цілого з позицій системного аналізу. Системний аналіз означає врахування всіх взаємозв'язків, вивчення окремих структурних частин, виявлення ролі кожної з них в загальному процесі функціонування системи і навпаки, виявлення впливу системи в цілому на окремі її елементи.

З позицій системного підходу, проєкт спорудження висотних будівель в умовах ущільненої міської забудови може розглядатися як процес переходу з вихідного стану (незадоволені потреби) в кінцевий (задоволені потреби) з урахуванням певних обмежень та можливостей ресурсного забезпечення.

Застосування системного підходу дозволяє розробляти науково обґрунтовані варіанти вирішення поставлених завдань, визначати доцільність і ефективність цих варіантів, що є основою для обґрунтування та вибору раціональних організаційно-технологічних рішень із спорудження висотних будівель.

Процес системного аналізу являє собою послідовність наступних п'яти етапів.

**На першому** етапі об'єкт дослідження представляється як певна система, для чого спочатку виділяють окремі частини об'єкту, що можуть розглядатися як елементи системи. Система може мати декілька рівнів, тобто кожен із елементів першого рівня може розглядатися як самостійна система (підсистема). На цьому етапі повинна бути сформульована мета розвитку системи, задачі, які вона вирішує, зв'язок із іншими системами, взаємозв'язки між окремими елементами, функціонування кожного елемента та системи в цілому.

**Другий** етап передбачає здійснення відбору показників, які спроможні дати найбільш повну і якісну оцінку всім елементам, внутрішнім і зовнішнім взаємозв'язкам, а також умовам, в яких функціонує система.

**На третьому** етапі розробляється загальна структурно-логічна схема досліджуваної системи, яка графічно представляється у вигляді блочного рисунку, де кожному елементу відповідає певний блок. Окремі блоки пов'язані між собою стрілками, які показують наявність і напрямок внутрішніх і зовнішніх зв'язків системи. Відібрані на другому етапі показники розподіляються за елементами і зв'язками системи, уточнюється їх перелік.

**Четвертий** етап визначається побудовою у загальному вигляді економіко-математичної моделі системи. Модель досліджуваної системи являє собою спрощене представлення реальних процесів, створюване з метою їх вивчення та можливого подальшого вдосконалення. Модель дозволяє: отримати інформацію про досліджувані процеси; розрахувати характеристики

об'єкта дослідження, тобто аналізувати і проектувати їх; отримати інформацію, необхідну для управління модельованим процесом.

До моделі висувають дві основні вимоги: вона має бути досить простою і достатньо адекватною. При побудові математичної моделі спочатку описують всі елементи, підсистеми та зв'язки за допомогою набору параметрів. Потім встановлюють кількісні та функціональні зв'язки між виділеними показниками. На етапі дослідження моделі виявляють закономірності в досліджуваній системі та виконують їх порівняння з бажаними. У випадку неспівпадіння проводиться аналіз можливості зміни структури і параметрів моделі для одержання бажаних результатів. При цьому на основі якісного аналізу визначаються математичні форми всіх рівнянь системи. На цьому етапі за допомогою різних методів повинні бути визначені коефіцієнти всіх рівнянь, функції мети та параметри обмежень.

На **п'ятому** етапі шляхом заміни окремих параметрів економіко-математичної моделі, що характеризують ті або інші фактори, визначають значення функції. Ці показники дозволяють оцінити вплив факторів на величину результативних показників.

Застосування системного підходу забезпечує цілеспрямованість дослідження; методологічно обґрунтовану схему пошуку резервів підвищення ефективності процесу висотного будівництва; об'єктивну оцінку результатів; обґрунтованість, точність аналізу та його висновків, а одержана економіко-математична модель може багаторазово використовуватись і бути надійним засобом обґрунтування організаційно-технологічних рішень.

## **9.2 Аналіз організаційно-технологічних рішень при спорудженні висотних будівель**

Для дослідження системи організаційно-технологічного проектування спорудження висотних будівель необхідне накопичення статистичного матеріалу, який характеризує окремі елементи і систему в цілому.

При розробленні та обґрунтуванні організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель необхідно враховувати:

- умови і обмеження щодо проекту та вимог до результатів проекту і способів їх досягнення, на підставі яких здійснюється розроблення та обґрунтування концепції проекту ( $X_1, X_2, \dots, X_m$ );
- зовнішні впливи та потенційні ризики ( $V_1, V_2, \dots, V_k$ );
- можливі коригуючі впливи щодо зміни етапів або їх суміщення, зміни тривалості та (або) вартості етапів, зміни постачальників, зміни джерел інвестицій та (або) динаміки інвестицій ( $W_1, W_2, \dots, W_l$ );
- множину альтернативних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель, що задовольняють обмеженням щодо проекту, та показники їх ефективності ( $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ ) (рис. 9.2).



Рисунок 9.2 – Схема об'єкта дослідження

Зовнішні впливи на систему формування, оцінювання, обґрунтування і вибору організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель можуть виявлятися у вигляді вимог законодавчих актів і нормативно-правових документів (зокрема щодо забезпечення міцності і стійкості несучих конструкцій та елементів висотного будинку під дією розрахункових навантажень та впливів, а також опір прогресуючому обваленню:

- при виникненні надзвичайних ситуацій;
- санітарно-епідеміологічної та екологічної безпеки;
- пожежної безпеки;
- інсоляції будинків і приміщень;
- запобіжних заходів щодо захисту систем опалення, вентиляції і кондиціонування існуючих будинків, що знаходяться в зоні впливу висотного будинку;
- захисту від шуму та вібрації;
- енергетичної ефективності будинку;
- ефективного сміттєвидалення;
- реалізації функцій життєзабезпечення та безпеки в області зв'язку, телекомунікацій та інформатизації;
- інфраструктури і щільності населення житлового кварталу з повним комплексом установ і підприємств місцевого значення;
- забезпечення безпечної експлуатації висотного будинку шляхом оснащення автоматизованою системою моніторингу і управління).

Умови і обмеження щодо проекту можуть проявлятися у вигляді вимог інвестора щодо рівня рентабельності проекту, даних про джерела інвестицій та їх динаміку, умови постачання ресурсів, зміни ринкової кон'юнктури тощо.

Коригуючі впливи можуть виявлятися в змінах етапності, можливих суміщеннях етапів, допустимих змінах тривалості етапів, допустимих змінах вартості етапів, динаміки інвестицій, джерел інвестицій, змінах постачальників.

Вихідні результати оцінюються з точки зору відповідності фактичного стану проекту запланованому щодо вартості та тривалості, відповідності одержаного результату проекту вимогам інвестора і нормативних документів.



Статистичною моделлю об'єкта дослідження є функція відгуку, що пов'язує параметр оптимізації  $Y_n$  зі змінними параметрами  $X_i$ , значення яких змінюються при проведенні дослідів. Незалежні змінні  $X_i$  називають факторами, координатний простір із координатами  $X_1, X_2, \dots, X_m$  – факторним простором, геометричне зображення функції відгуку в факторному просторі – поверхнею відгуку.

Отже, статистичну модель об'єкта дослідження можна записати у такому вигляді:

$$Y_n = f(X_i, V_j, W_p), \quad (9.1)$$

де  $X_i$  – сукупність вхідних контрольованих і керованих параметрів ( $i = 1, 2, \dots, m$ );

$V_p$  – сукупність можливих зовнішніх впливів і ризиків ( $p = 1, 2, \dots, k$ );

$W_j$  – сукупність коригуючих впливів ( $j = 1, 2, \dots, t$ ).

При побудові моделі такі співвідношення отримати досить складно. Тому вводяться обмеження, наприклад, вважається, що кожен із параметрів змінюється в певних межах, обмежених нижньою і верхньою межами. Вихід хоча б одного параметра за ці межі призводить до порушення нормального протікання процесу. Завдання полягає в тому, щоб при фіксованих параметрах  $W_j = const$  та  $V_p = const$  вибрати такі значення  $X_i$ , при яких вихідний результат об'єкта  $Y_n$  досягатиме оптимального (раціонального) значення.

При формалізації завдання вибору раціонального варіанта організаційно-технологічного рішення спорудження висотних будівель в якості основних критеріїв розглядаються тривалість і вартість. При цьому завдання вибору раціонального варіанту організаційно-технологічного рішення спорудження висотних будівель розглядається як багатоваріантне з урахуванням багатокритерійності.

В якості критеріїв ефективності організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель можна розглядати такі:

– визначення раціонального організаційно-технологічного рішення спорудження висотних будівель на основі мінімізації витрат ресурсів із досягненням заданого ефекту (мінімізації загальної вартості спорудження висотних будівель за умови, що загальна площа, яка буде одержана в результаті висотного будівництва, буде не менше заданої величини);

– досягнення максимуму ефекту за заданих витрат ресурсів (одержання максимуму загальної площі в результаті реалізації проекту спорудження висотних будівель за умови, що загальна вартість реалізації проекту буде не більше заданої величини).

Таким чином, результатом роботи системи формування, оцінювання, обґрунтування та вибору раціональних організаційно-технологічних рішень є варіанти тривалості і вартості спорудження висотних будівель, які можуть бути представлені таким чином:

$$T_i = f(X_1, X_2, \dots, X_m; V_1, V_2, \dots, V_k; W_1, W_2, \dots, W_t), \quad (9.2)$$

$$C_i = f(X_1, X_2, \dots, X_m; V_1, V_2, \dots, V_k; W_1, W_2, \dots, W_t), \quad (9.3)$$

де  $T_i$  – тривалість спорудження висотних будівель;

$C_i$  – вартість спорудження висотних будівель.

Вибір і обґрунтування раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель базується на припущенні про залежність прогнозованих тривалості та вартості від різних технологічних, технічних, організаційних, управлінських, часових і вартісних факторів, що здійснюють суттєвий вплив протягом повного життєвого циклу висотних об'єктів, та можливості зменшення їх негативного впливу в процесі проектування та виконання будівельних робіт.

Реалізація запропонованого методу потребує:

- систематизації і класифікації параметрів та факторів, які здійснюють суттєвий вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель;
- формалізації і кількісної оцінки систематизованих факторів;
- виявлення закономірностей впливу систематизованих факторів на показники ефективності організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель;
- автоматизації розрахунків щодо вибору раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель шляхом створення відповідних алгоритмів та прикладного програмного забезпечення.

### **Запитання до самоконтролю за темою 9**

1. Сформулюйте основні методологічні принципи організаційно-технологічного проектування спорудження висотних будівель.
2. Опишіть модель системи обґрунтування організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель.
3. Назвіть зовнішні впливи на систему формування, оцінювання, обґрунтування і вибору організаційно-технологічних рішень.
4. Які критерії ефективності організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель?

## **10. ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ СПОРУДЖЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

Основними у структурі технологічного проектування є:

- підготовчий розділ;
- вибір основних рішень із технології та організації виконання робіт;
- розроблення варіантів спорудження конструкцій;
- побудова графіків виконання робіт;

- складання будівельного генерального плану;
- розроблення технологічних карт;
- розроблення варіантів виконання монолітних робіт в екстремальних умовах;
- розроблення заходів із охорони праці;
- визначення техніко-економічних показників;
- складання пояснювальної записки.

Для кожного розділу визначаються: склад укрупнених операцій та дії виконавців, трудомісткість, собівартість, можливість механізації, автоматизації та створення нормативної бази.

Особливо вагомими є рішення, що пов'язані з якістю виконання будівельних робіт.

### **10.1 Технологічні процеси висотного будівництва**

Спорудження висотних будівель складається з відомих технологічних процесів, однак особливості цих конструкцій і фактор значної висоти визначають ряд відмінностей в технології виконання робіт.

Для спорудження конструкцій висотних будівель необхідні декілька категорій техніки, обладнання та матеріалів. Це крани різних типів, високоміцні марки бетонів та конструкційної сталі, опалубки різних типів, бетононасоси та розподільчі стріли.

Вимоги до бетону як конструкційного матеріалу для висотних будівель постійно зростають.

Без сучасних технологій модифікації монолітного бетону, що забезпечують необхідну морозо-, вогне-, ударостійкість та довговічність при агресивних впливах, у висотному будівництві не обійтись.

Застосовують два варіанти доставки бетону:

- автобетонозмішувачами від централізованого бетонного вузла;
- за допомогою автоматизованого бетонного вузла безпосередньо на будівельному майданчику.

Розподіл трудомісткості процесів можна представити так:

- |                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| – установка опалубки                | – 25 ÷ 35 %; |
| – армування                         | – 15 ÷ 25 %; |
| – укладання бетону та догляд за ним | – 20 ÷ 30 %; |
| – розпалубка                        | – 20 ÷ 30 %. |

На рис. 10.1 запропонована технологічна схема спорудження монолітних каркасних будівель.

Одними з найбільш трудомістких є арматурні роботи. З метою зниження трудомісткості та підвищення якості арматурних робіт використовуються уніфіковані арматурні заготовки. Для монтажу арматури застосовуються укрупнені арматурні каркаси, які збираються внизу на спеціальних місцях збирання арматурних каркасів; за рахунок цього зменшується кількість підйомів монтажного крану.

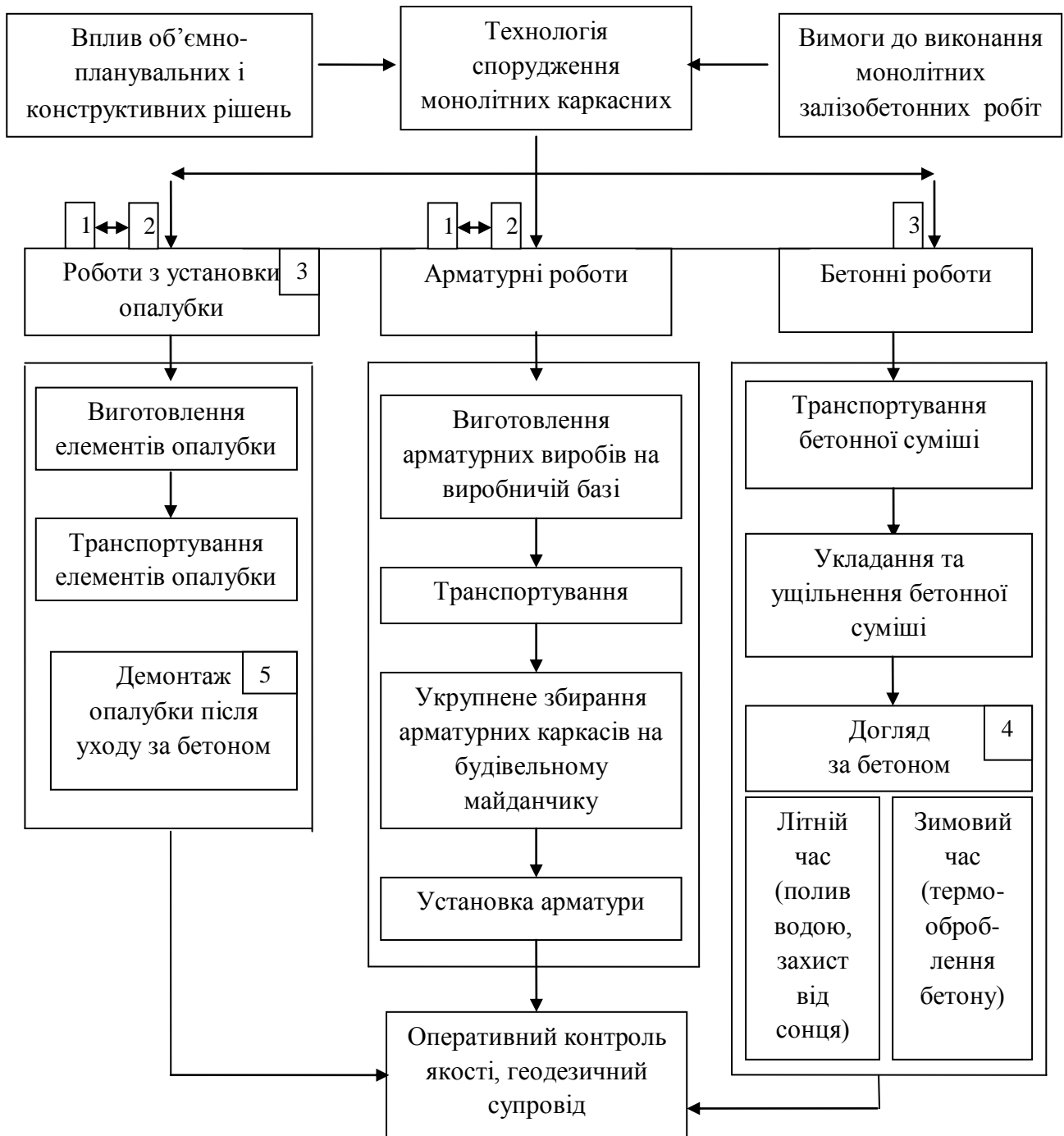


Рисунок 10.1 – Технологічна схема спорудження монолітних каркасних будівель

Основоположним при розробленні конструктивного рішення висотних будівель є вибір конструктивної системи та матеріалу несучих конструкцій, разом із вирішенням окремих конструктивних елементів, що забезпечують стійкість, надійність та безпеку експлуатації висотних будівель.

Проектування висотних будівель – це складний та відповідальний процес, на кожному об'єкті вирішуються нові проблеми та задачі. В першу чергу, це великі будівельні обсяги. Як наслідок – великий об'єм задач на всіх етапах проектування: розроблення конструктивної схеми та її аналіз, проведення

розрахунків, оцінювання результатів, конструювання елементів, розроблення проектної документації. Особливо важливим є розроблення та порівняння декількох варіантів проекту.

При аналізі варіантів здійснюється вибір рішення щодо матеріалу каркасу.

Традиційним матеріалом несучих конструкцій є залізобетон. Однак він має значну масу, великі габарити конструкцій та вимагає суттєвих енерговитрат та фінансових ресурсів на транспортування конструкції на будівельний майданчик та підйом їх в проектне положення.

Варіантне порівняння залізобетонних конструкцій з металевими показало значну перевагу останніх по вазі конструкцій, що зменшує навантаження на фундаменти і, як наслідок, зменшує собівартість будівництва.

Необхідно зробити аналіз за таким показником, як витрати металу та залізобетону, віднесені до 1 м<sup>2</sup> будівлі.

Однак порівняльна оцінка варіантів каркасу не може бути виконана лише за цим показником (витрата металу та залізобетону). Треба виконати порівняння за такими показниками:

- загальна вартість будівництва;
- терміни будівництва;
- якість архітектурно-планувальних рішень;
- величина максимальної горизонтальної деформації будівлі;
- витрати сталі на каркас;
- витрати арматурної сталі;
- об'єм залізобетону та ін.

Досвід проектування показує, що визначальними технологічними характеристиками, що впливають на вибір методу монтажу, є:

- будівельні габарити об'єкта та розміри території (будівельного майданчика), маса елементів будівлі та конструкцій, що монтуються;
- висота підйому, а також глибина опускання вантажу, глибина подачі конструкцій;
- загальна кількість елементів, що монтуються, та їх розподіл по висоті та масі, обсяги будівельних робіт, насиченість обладнанням та комунікаціями та ін.

Будівельний габарит об'єкта – це гранично припустимі його окреслення.

Спорудження надземної частини здійснюється з використанням відомих технологій та технічних засобів. У цей період на будівельному майданчику формується відносно постійний тривалий будівельний потік (люди, техніка, матеріали, документи).

Вертикальні огорожувальні конструкції (зовнішні стіни) влаштовуються або в циклі спорудження поверхів (монтаж стінових панелей), або у вигляді самостійного набору робіт, що відстає від робіт із улаштування несучих конструкцій будівлі.

В останньому випадку такі роботи здійснюються ярусами з відставанням від робіт зі спорудження конструкцій на 5 та більше поверхів.

При досягненні міцності перекриття над першим заглибленим поверхом у межах 70 % здійснюється монтаж самопідйомних (або приставних) кранів, розподільчої стріли бетононаосу та іншої вантажно-підйомної техніки, необхідної для організації безперервних технологічних процесів.

Ядро жорсткості споруджується з використанням щитових або самопідйомних опалубок. Процеси армування і бетонування ведуться окремими технологічними потоками шляхом розбиття на захватки з приблизно рівними обсягами робіт та їх трудомісткістю.

Розбивка на захватки дає можливість максимально поєднувати процеси спорудження вертикальних і горизонтальних елементів. При цьому інтенсивність їх улаштування не повинна перевищувати швидкість спорудження ядра жорсткості. Для зниження параметрів розпалубної міцності перекриття допускається улаштування розподільчих стійок на висоту до трьох поверхів.

В останнє десятиріччя широко розповсюджується спорудження висотних будівель із застосуванням трубобетонних конструкцій (наприклад, у Китаї).

Трубобетонні стрижневі конструкції є комплексними, що складаються з сталеві труби (незнімної опалубки) та бетонного ядра. Міцність ядра, що стиснене сталюю оболонкою як обіймою, підвищується в 1,2-1,3 рази в порівнянні з безоболонковим бетоном.

Швидкість спорудження ядра жорсткості не повинна відставати від інтенсивності робіт із улаштування вертикальних та горизонтальних конструкцій.

Аналіз та дослідження будівель зі сталевими каркасами, як в Україні, так і за кордоном, показує великий розкид показників та їх залежність від значної кількості обставин.

Таким чином, перевагами сталевих каркасів є:

- зменшення ваги будівлі і, як наслідок, зменшення навантаження на основу;
- спрощення прокладання комунікацій;
- можливість мати вільний простір, який необтяжений потужними колонами.

Основоположна особливість металевих каркасів – це універсальність внутрішнього простору як одного, так і декількох поверхів, що є важливою перевагою запропонованих на ринку нерухомості приміщень для оренди.

Сталеві конструкції дозволяють провести як демонтаж перекриття, підсилення колон, периметральних балок, так і відновлення їх проектних характеристик у майбутньому (за необхідності).

Щодо застосування металевих каркасів для висотних будівель необхідно відмітити деякі додаткові труднощі, що виникають при проектуванні та будівництві у порівнянні з «класичним» залізобетонним каркасом. Передусім, слід відмітити:

- тривалий підготовчий період та організаційні складнощі, які пов'язані з замовленням металу, виготовленням та його доставкою на об'єкт, що є під силу далеко не всім підрядним організаціям;

- потрібен вогнезахист всіх металевих конструкцій;
- спорудження висотних будівель потребує наявності певної специфічної номенклатури металовиробів;
- у зв'язку з «легкістю» будівлі виникає необхідність у більш прискіпливій її перевірці на дію пульсації вітрового навантаження для комфортного перебування людей на верхніх поверхах.

Аналізуючи наведені фактори, які впливають на вибір матеріалу для спорудження каркасу висотної будівлі, слід зазначити, що відповідний вибір здійснюється для кожної будівлі індивідуально, але при прийнятті остаточного рішення обов'язково беруться до уваги всі фактори, що перераховані вище.

## 10.2 Технологія спорудження висотних будівель методом «вверх-вниз»

Технологія спорудження висотних будинків методом «вверх-вниз» базується на одночасному суміщенні спорудження наземної і підземної частин висотного будинку вгору і вниз (рис. 10.2).

Ця технологія широко застосовується при спорудженні висотних будинків у стиснених умовах міської забудови та при улаштуванні глибоких котлованів і багаторівневого підземного паркінгу.

Технологія передбачає влаштування паль-колон, які після видалення ґрунту із міжпальового простору об'єднуються системою монолітних перекриттів між собою і з огорожувальною стіною котловану, починаючи з верхнього перекриття підземної частини будинку.

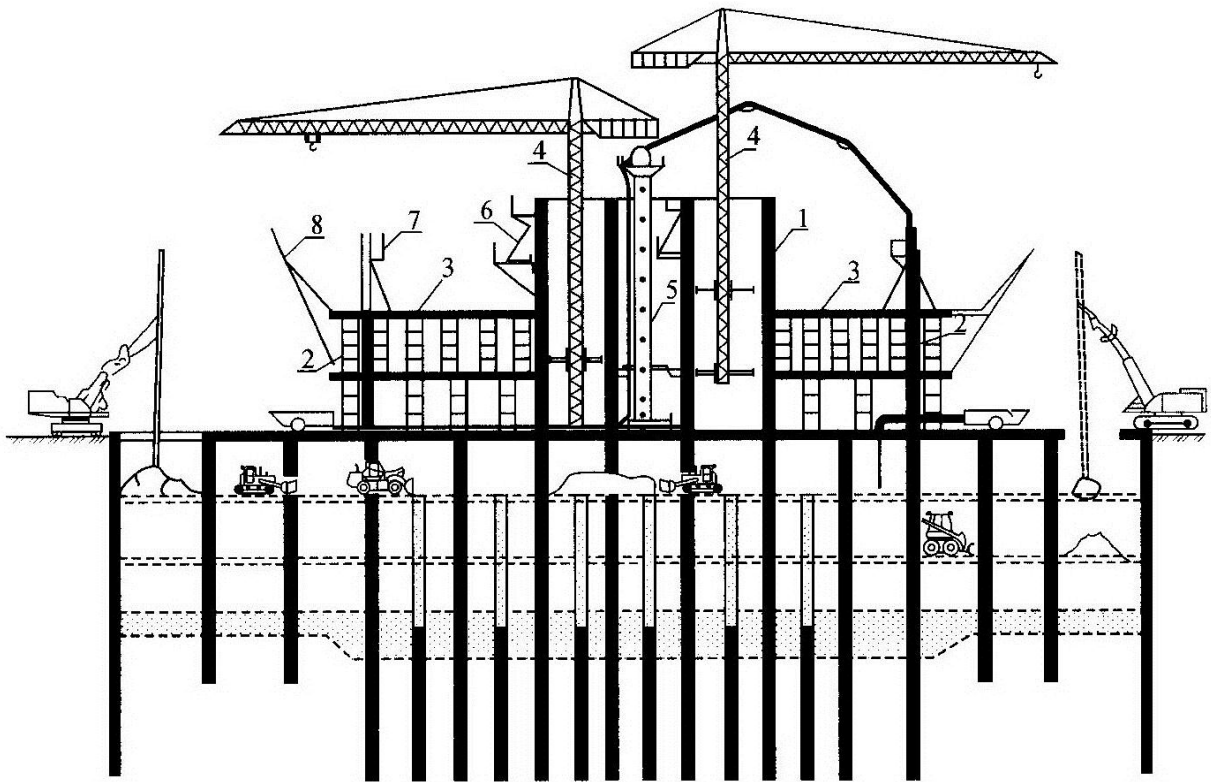


Рисунок 10.2 – Технологія спорудження висотних будівель методом «вверх-вниз»

Цей спосіб передбачає влаштування отворів у перекриттях на окремих ділянках для роботи землерийної техніки та для влаштування ядра жорсткості. При цьому периферійні палі-колони, які розташовані по контуру, об'єднуються монолітними перекриттями з зовнішньою огорожею котловану для забезпечення просторової жорсткості підземної частини. Влаштування ядер жорсткості здійснюється традиційним «відкритим» способом.

Одночасно із влаштуванням перекриттів підземної частини спорудження наземної частини монолітного каркаса здійснюється традиційним способом.

Враховуючи те, що тривалість влаштування підземної частини складає до 50 % від тривалості спорудження наземної частини будинку, суміщення цих процесів зменшує загальні строки спорудження всього об'єкта.

До основних переваг технології «вверх-вниз» слід віднести:

- відсутність ґрунтових анкерів для забезпечення стійкості огорожувальних стін котловану;
- можливість влаштування котлованів різної глибини та конфігурації;
- зменшення впливу на навколишню забудову та залежності від інженерно-геологічних умов.

До основних технологічних етапів нульового циклу технології «вверх-вниз» відносяться:

- влаштування огорожувальних стін із буронабивних паль методом «стіна в ґрунті» або їх комбінацій при криволінійній конфігурації підземної частини будинку;
- влаштування паль-колон (буронабивних паль);
- видалення ґрунту із міжпального простору;
- послідовне влаштування монолітних перекриттів із об'єднанням паль колон та влаштування технологічних отворів;
- влаштування фундаментної плити (ростверку).

Роботи зі спорудження наземної частини починаються після досягнення проектної міцності монолітного перекриття першого підземного поверху.

Технологічний регламент влаштування паль-колон передбачає точність буріння свердловин із відхиленням у межах 1/200 глибини та розташування в плані із допусками  $\pm 5$  см. Це досягається шляхом влаштування спеціальних форшахт і сучасного бурильного обладнання. Для монтажу армокаркасів застосовуються спеціальні кондуктори із гідравлічними домкратами, які забезпечують точність розміщення їх у плані і за глибиною.

Для унеможливлення переміщення верхньої частини армокаркасів від проектного положення їх фіксують до закладних деталей форшахти.

Монтаж армокаркасів виконується із застосуванням самохідних кранів із телескопічною стрілою.

Надійність стикових з'єднань контролюється ультразвуковим, електромагнітним або іншими неруйнівними методами та підтверджується актами випробувань.

При досягненні міцності бетону покриття першого підземного поверху в межах 70-80 % починається виконання земляних робіт. Технологія їх



виконання в стиснених умовах підземного простору передбачає розбивку площі перекриття кожного поверху на ділянки, кожна з яких має технологічний отвір для виїмки ґрунту за допомогою екскаватора із грейферним ковшем та телескопічною рукояттю із вертикальними вставками.

Ґрунт завантажується в автотранспорт і транспортується за межі будівельного майданчика. Для виїмки ґрунту за межами зони дії грейферного екскаватора використовуються комплекти машин на базі малогабаритного екскаватора, оснащеного бульдозерним ножем, навантажувачі та інша мінітехніка. За допомогою цих засобів механізації ґрунт переміщується в зону роботи екскаватора. Провідним процесом при цьому є екскавація ґрунту із завантаженням його в транспортні засоби.

Технологічний процес влаштування міжповерхового перекриття включає розроблення ґрунту, підготовку основи під монолітне перекриття, армування й укладання бетонної суміші. Особлива увага приділяється армуванню зон сполучення із колонами та вібраційному ущільненню бетонної суміші в процесі укладання бетону.

З'єднання арматурного каркасу з колонами здійснюється за допомогою комірців із опорними майданчиками.

Подавання та укладання бетонної суміші здійснюються бетононасосами, які розташовуються на перекритті першого підземного поверху, через технологічні отвори для бетоноводів. Для виконання робіт із спорудження перекриття розробляється технологічний регламент.

Ядра жорсткості підземної частини будинку влаштовуються методом нарощування із забезпеченням монолітності з'єднань із перекриттям. Для цього застосовується дрібнощитова опалубка з армуванням окремими стержнями.

Влаштування фундаментної плити включає технологічні процеси ущільнення основи, влаштування бетонної підготовки, горизонтальної гідроізоляції та армування.

Влаштування масивних фундаментних плит виконується методом похилого бетонування з подачею бетонної суміші бетононасосами із розгалуженою мережею бетоноводів та обов'язковим ущільненням глибинними вібраторами. Бетонування повинно здійснюватися безперервним способом за спеціально розробленим технологічним регламентом.

Технологічний регламент включає схему розміщення трубопровідного транспорту та установку термопар для контролю температури твердіння бетону. У залежності від температурних умов після закінчення бетонування поверхня бетонної плити теплоізолюється або зволожується.

При досягненні міцності перекриття над першим надземним поверхом не менше 70 % проектної міцності здійснюється монтаж самопідйомних кранів, розподільної стріли бетононасосу та іншого вантажопідйомного обладнання, яке необхідне для організації безперервного технологічного процесу.

Ядро жорсткості споруджується із застосуванням щитової або самопідйомної опалубки. Процеси армування і бетонування здійснюються окремими технологічними потоками шляхом розбивання на захватки із відповідними обсягами робіт та трудовитратами.

Для високоміцних бетонів класу В60 і вище розпалублення конструкцій здійснюється при досягненні бетоном не менше 30 % проектної міцності.

Спорудження вертикальних і горизонтальних конструкцій (колон і плит перекриття) здійснюється окремими технологічними потоками за допомогою спеціалізованих бригад робітників. Розбивка на захватки дозволяє суміщати процеси спорудження вертикальних і горизонтальних конструкцій із оптимальною продуктивністю. При цьому інтенсивність влаштування зазначених елементів не повинна перевищувати швидкості спорудження ядра жорсткості.

Для спорудження ядра жорсткості, вертикальних і горизонтальних конструкцій розробляється проект виконання робіт і технологічні регламенти, які включають послідовність робіт, тривалість циклів, технологічний і інструментальний контроль набирання міцності бетону, геодезичне забезпечення точності спорудження конструкцій та інші роботи.

### **Запитання до самоконтролю за темою 10**

1. Які основні елементи структури технологічного проектування спорудження висотних будівель?
2. Опишіть технологічну схему спорудження монолітних каркасних будівель.
3. За якими показниками здійснюється порівняльне оцінювання варіантів каркасу висотних будівель?
4. Які визначальні технологічні характеристики впливають на вибір методу монтажу елементів каркасу висотних будівель?
5. Опишіть технологію спорудження висотних будівель методом «вверх-вниз».

## **11. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ ПРОТЯГОМ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ**

### **11.1 Особливості підготовки та оформлення документації життєвого циклу висотних будівель**

Технологія планування життєвого циклу будівництва висотних будівель включає: підготовку передпроектної, проектної та будівельної документації по об'єкту.

Саму технологію можливо побудувати на модульному принципі композиції.

Сітьовий або календарний графіки із окремих елементів виступають як елементи підготовки окремих видів документації, проектних та будівельних робіт.

Стадія будівництва ділиться на: підготовчі роботи, роботи нульового циклу та роботи зі спорудження надземної частини висотної будівлі.

Ці роботи не слід розглядати як окремі модулі, на графіках вони вказують на взаємний зв'язок між документацією та будівельними роботами. Самі модулі слід розглянути окремо. При цьому слід зазначити, що тривалість груп робіт може не співпадати з простим підсумовуванням робіт всередині групи, оскільки в деяких випадках із причини варіантного зв'язку з іншими роботами може траплятися зміщення за календарем (дні).

Загальний перелік модулів може мати такий вигляд:

1) підготовка вихідних даних для проєктування, а саме:

- містобудівні умови та обмеження;
- технічні умови;
- завдання на проєктування;

2) визначення генпроєктувальника (тендер для бюджетних установ, державних та комунальних підприємств; конкурс або тендер (за бажанням) для приватних інвесторів);

3) проведення інженерно-геологічних та геодезичних вишукувань;

4) розроблення проєктної документації;

5) проведення експертизи проєкту;

6) визначення генерального підрядника (тендер для бюджетних та державних установ; конкурс або тендер (за бажанням) для приватних інвесторів);

7) отримання дозволів на будівництво;

8) будівництво та введення об'єкта в експлуатацію;

9) оформлення майнових прав.

Зв'язок між модулями здійснюється згідно з їх змістом та послідовністю, це треба врахувати при плануванні.

## 11.2 Методи та функції контролю якості будівельної продукції

Відомо, що проблема якості була і залишається однією з гострих проблем будівельного виробництва. Це обумовлено, по перше, тим, що виробник, користуючись високим попитом на будівельну продукцію, часто не забезпечує основні вимоги до її якості; по друге, недостатністю дієвих методів оцінювання і управління забезпеченням необхідної якості будівельної продукції. Зосереджуючи зусилля на збільшенні загальної площі будівлі та скороченні термінів і вартості будівництва, питання якості, на жаль, можуть стати другорядними для замовників будівництва. Це обумовлює необхідність на організаційному рівні забезпечити ефективну систему контролю якості при виконанні будівельних робіт.

Фактор значної висоти та найвищий клас відповідальності висотних будівель висувають більш жорсткі вимоги до забезпечення якості виконання будівельних робіт.

Розглянемо сутність термінів, що застосовуються.

**Продукція** – результат виробництва.

**Якість** – здатність продукції відповідати вимогам споживачів та своєму призначенню.

**Показник якості** – кількісна характеристика якості продукції.

**Рівень якості** дорівнює відношенню фактичних показників до базових.

Фактичні показники закладаються при проектуванні. Базові показники приведені в нормативних документах: ДСТУ, ДБН, технічних умовах продукції тощо. Щоб виготовити високоякісну продукцію необхідно, запланувати та формувати її якість на всіх етапах створення (рис. 11.1).

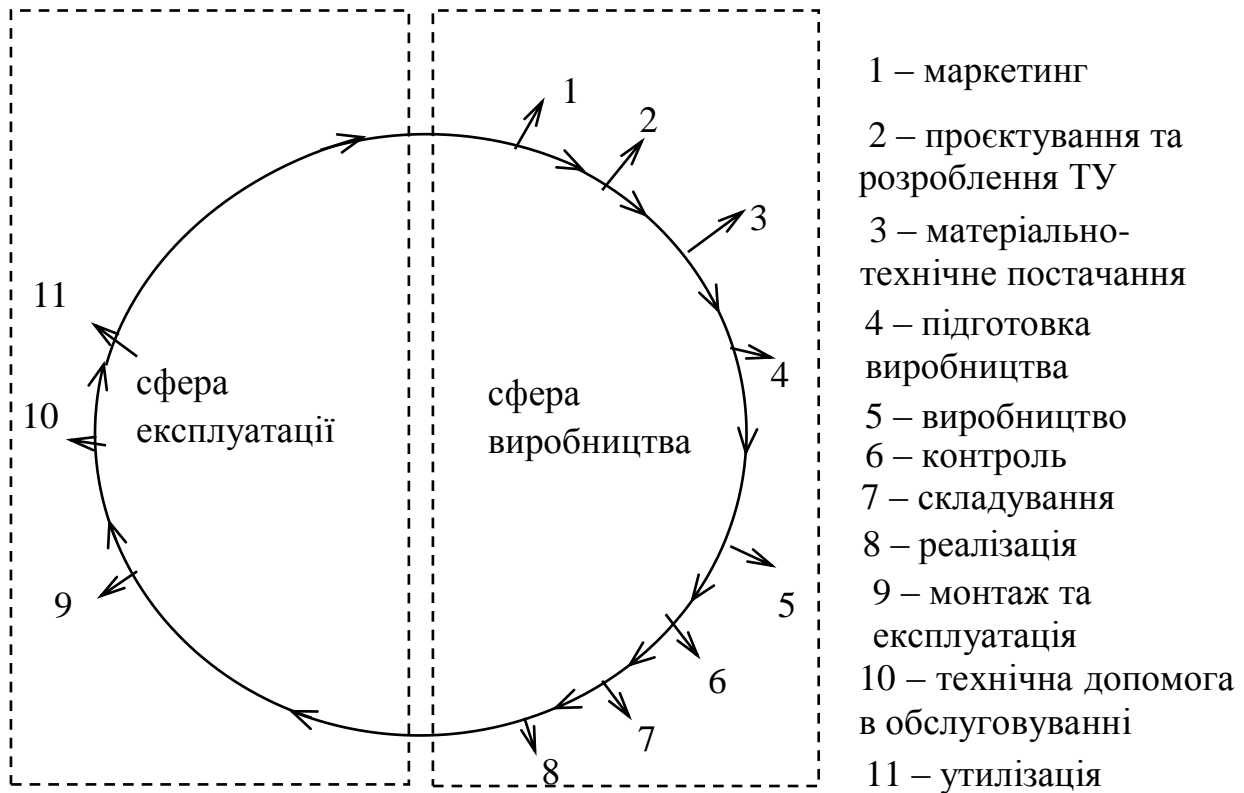


Рисунок 11.1 – «Петля якості» – міжнародна модель етапів формування якості продукції

Види і методи контролю якості можна класифікувати за інструментальною оснащеністю, місцем у технологічному процесі, обсягом вибірки, виконавцем (табл. 11.1).

Таблиця 11.1 – Види і методи контролю якості

За інструментальною оснащеністю	За місцем у технологічному процесі	За обсягом вибірки	За виконавцем
візуальний; інструментальний, у тому числі лабораторний; геодезичний; метрологічний	вхідний; операційний; вихідний	суцільний; вибірковий	самоконтроль: лінійний персонал; інспекція; ВТК; лабораторія

При будівництві відповідальність за організацію контролю якості покладається на службу контролю або на посадових осіб будівельної компанії (оформлюється відповідним наказом).

**Функції служби контролю:**

1. Вхідний контроль матеріалів та оформлення комплектувальної документації чи актів про брак для висування рекламаций постачальником;
2. Участь у перевірках технологічних процесів;
3. Контроль якості готової продукції та оформлення документації;
4. Контроль якості оснащення;
5. Розроблення заходів із підвищення якості.

При цьому якість будівельної продукції залежить від множини факторів.

Фактори, що впливають на якість кінцевої продукції (об'єкта в цілому), представлено на рис. 11.2.

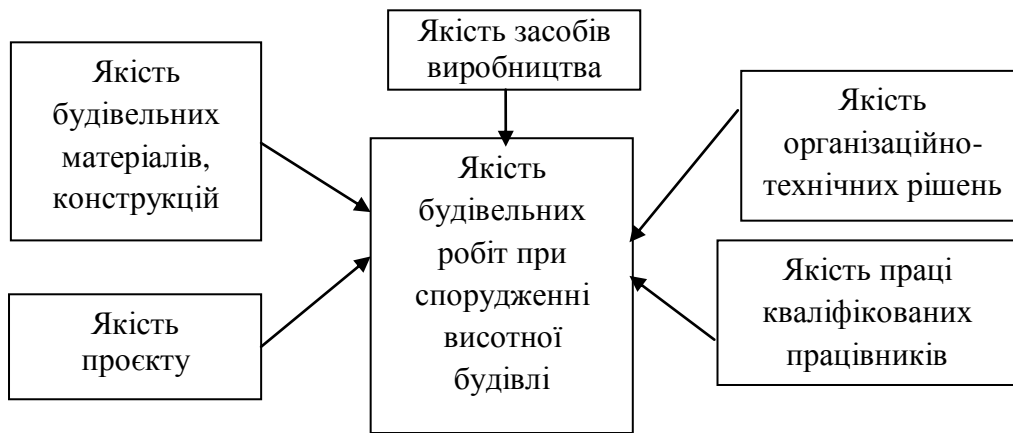


Рисунок 11.2 – Фактори, що впливають на якість кінцевої продукції

Сутність управління якістю наведено на рис. 11.3.

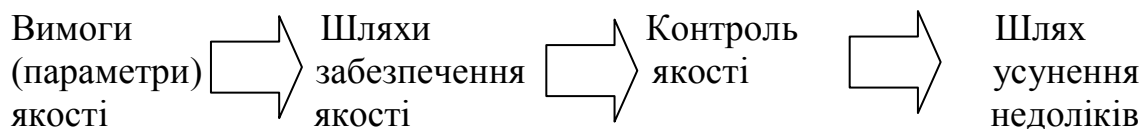


Рисунок 11.3 – Управління якістю

### 11.3 Геодезичне забезпечення спорудження висотних будівель як один із факторів контролю якості будівництва

Одним із важливих засобів управління якістю при спорудженні висотних будівель є геодезичне забезпечення. В теперішній час для прикладної геодезії характерний перехід від початкової форми контролю (з метою виявлення браку в будівництві та наступного його усунення) до вищої форми – регулювання та управління точністю геометричних параметрів у процесі спорудження будівельних конструкцій.

Висотні будівлі характеризуються підвищеними вимогами до точності монтажу конструкцій. Недотримання встановлених допусків та відхилень та накопичення похибок перешкоджає виконанню робіт, може призвести до зниження несучої здатності та стійкості окремих елементів та будівлі в цілому.

Основою точності спорудження будівлі є комплекс геодезичних розбивочних робіт, частина з яких відноситься до робіт підготовчого періоду, а частина – здійснюється безпосередньо в період спорудження будівлі, а саме:

- створення розбивочного геодезичного плану;
- перенесення по вертикалі основних розбивочних вісей на будівлю, розбивка на перекритті кожного поверху проміжних та допоміжних вісей;
- визначення монтажного горизонту на поверхах;
- складання виконавчої зйомки по кожному поверху.

У зв'язку із високою складністю висотного будівництва геодезичні роботи рекомендується виконувати спеціалізованими організаціями, які мають відповідні ліцензії. Для спорудження висотних будівель рекомендується створення постійнодіючої геодезичної групи на весь період будівництва.

Проект виконання геодезичних робіт розбивають на етапи:

- створення геодезично-планувальної основи;
- нанесення зовнішніх та внутрішніх планувальних геодезичних мереж;
- геодезичні роботи нульового циклу;
- геодезичні роботи при виконанні робіт надземної частини будівлі.

Для геодезичних робіт застосовують широкий діапазон приладів: лазери; теодоліти; лазери-нівеліри; дальноміри та інші.

### **Запитання до самоконтролю за темою 11**

1. Сформулюйте модульний принцип підготовки та оформлення документації життєвого циклу висотних будівель.
2. Опишіть модель формування якості продукції.
3. Назвіть види і методи контролю якості.
4. Систематизуйте фактори, що впливають на якість кінцевої продукції.
5. Розкрийте сутність геодезичного забезпечення спорудження висотних будівель.

## **12. ІНЖЕНЕРНА ІНФРАСТРУКТУРА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

### **12.1 Водопостачання і водовідведення**

Зважаючи на світовий досвід експлуатації висотних будівель всі без виключення системи внутрішніх інженерних комунікацій повинні мати модульну конструкцію, включаючи агрегати, що дозволяє проводити їх заміну в процесі експлуатації будівель без порушення огорожувальних конструкцій та використання вантажопідйомних засобів.

Системи господарсько-питного (холодного і гарячого) та протипожежного водопостачання необхідно зонувати в залежності від результатів гідравлічного розрахунку та з урахуванням висоти протипожежних відсіків.

Для висотних будинків необхідно передбачати не менше двох водопровідних вводів. При цьому кожен водопровідний ввід розраховується на 100 % розрахункових витрат води.

Транзитні магістральні трубопроводи холодної і гарячої води, стояки холодної і гарячої води, до яких приєднуються санітарно-технічні прилади (за винятком стояків, які призначені для підключення рушникосушарок), а також вузли обліку та запірно-регулювальну арматуру необхідно розташовувати за межами житлових приміщень у комунікаційних шахтах із влаштуванням на кожному поверсі дверей, розміри яких повинні бути достатніми для обслуговування та проведення необхідних експлуатаційних робіт.

На вводах водопроводів холодної і гарячої води безпосередньо в квартирах житлових будинків або в приміщеннях громадського призначення необхідно встановлювати запірні пристрої.

Внутрішньобудинкові системи господарсько-питного та протипожежного водопроводів у висотних будинках необхідно проектувати окремими.

Проектування насосних станцій виконується відповідно до діючих норм.

Приміщення насосних станцій можуть бути розташовані на підземних, проміжних та верхніх технічних поверхах або в прибудованих і окремо розташованих приміщеннях.

Приміщення ванних кімнат, санвузлів, душових, кухонних блоків тощо рекомендується облаштовувати датчиками на рівні підлоги для виявлення води і своєчасної сигналізації та попередження аварійних ситуацій і автоматичного перекриття подачі води.

Водовідвідні стояки повинні бути прямолінійними (вертикальними) на всій висоті. Зміна прямолінійності стояка допускається як виняток при влаштуванні вентиляційного трубопроводу (байпасу), який з'єднує першу (над місцем перегинання) та другу (під місцем перегинання) ділянки стояка. Діаметр відповідного стояка приймається в залежності від величини розрахункових витрат стічної рідини та параметрів системи.

В основі стояків необхідно передбачати бетонні упори або інше надійне кріплення.

Воду з систем внутрішніх водостоків необхідно відводити в зовнішні мережі дощової каналізації.

Не дозволяється влаштування відкритих випусків водостоків на поверхні землі.

Покриття будинків, а також водостічних воронок та водостоків слід передбачати з електропідігрівом.

Випуски водостоків від стилобатної і підземної частин висотного будинку не дозволяється об'єднувати із стояками висотної частини. Воронки слід приєднувати до стояків через компенсаційні патрубки.

## 12.2 Теплопостачання, вентиляція і кондиціонування

Приєднання систем теплопостачання та опалення висотних будинків передбачається, як правило, від теплових мереж централізованого теплопостачання через теплові пункти. Теплопостачання від автономного джерела тепла допускається з урахуванням вимог нормативних документів в області охорони здоров'я людей і навколишнього середовища відповідно до завдання на проектування та на підставі технічних умов.

В окремих випадках при спеціальному обґрунтуванні та погодженні з державними органами промислової безпеки і охорони праці, пожежного та санітарно-епідеміологічного нагляду в якості автономного джерела тепла дозволяється застосовувати дахові газові котельні установки.

Котельні установки рекомендується розташовувати на даху найвищої частини висотного будинку. Число встановлених котлів (теплогазогенераторів) повинно бути не менше трьох. При виході з ладу одного з них інші котли повинні забезпечувати не менше 100 % розрахункової кількості тепла для висотного будинку.

Система вентиляції повинна забезпечувати нормативний обмін повітря, чистоту повітря в приміщенні та рівномірність його розповсюдження.

Системи вентиляції можуть бути:

- з природним спонуканням припливу та видалення повітря;
- з механічним спонуканням припливу та видалення повітря;
- змішані з природним припливом і видаленням повітря та з частковим застосуванням механічного спонукання.

Вентиляція вбудованих у житлові будинки приміщень загального призначення повинна бути автономною. Повітроводи та канали забороняється прокладати через квартири.

## 12.3 Електропостачання, силове електрообладнання та електроосвітлення

За ступенем забезпечення надійності електропостачання електроприймачі висотних будинків відносяться до таких категорій:

– до особливої групи I категорії – електроприймачі для забезпечення роботи ліфтів для транспортування пожежних підрозділів, систем протидимного захисту, автоматичної пожежної сигналізації та пожежогасіння, оповіщення та управління евакуацією, освітлення безпеки та евакуаційного освітлення, систем протипожежного водопроводу, протипожежних пристроїв систем інженерного обладнання, аварійно-рятувального обладнання вогнів світлового огороження і світломаркування та сигналізації довибухової концентрації газу. Віднесення цих електроприймачів за ступенем надійності до особливої групи I категорії визначається у завданні на проектування;

– до I категорії – електроприймачі, пов'язані з роботою інженерних систем будинку, зв'язку, ліфтів та електроприймачі згідно з ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення»;



– до II категорії – електроприймачі, що не увійшли до переліку особливої групи I категорії та I категорії.

У якості основного джерела живлення необхідно застосовувати трансформаторні підстанції (ТП) 10/0,4 кВт, які підключаються до мережі за двопротеновою схемою. Кількість та розташування трансформаторних підстанцій визначається проєктом із максимальним наближенням до електроприймачів.

Трансформаторні підстанції можуть бути окремими, прибудованими, вбудованими. Вбудовані підстанції розміщуються, як правило, на нижньому технічному, цокольному поверхах або в підземній частині будинку з улаштуванням вентиляції. Силові трансформатори для прибудованих і вбудованих ТП висотних будинків повинні застосовуватися сухими. Конструкція ТП повинна відповідати вимогам ПУЕ та ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення».

У висотних будинках повинне бути передбачене робоче й аварійне освітлення (освітлення безпеки та евакуаційне освітлення).

При цьому слід зазначити, що найгострішим питанням при будівництві висотних будівель постає питання щодо їх забезпечення саме енергетичними потужностями. Для вирішення цього питання слід розглядати можливість використання альтернативних джерел тепло та енергопостачання, які разом із централізованими будуть включені до роботи. Ця концепція знаходить своє втілення в будівлях, в яких основні функціональні процеси здійснюються за рахунок використання альтернативних джерел енергії.

#### **12.4 Забезпечення висотних будівель вертикальним транспортом**

Ліфт є унікальним транспортним засобом, призначеним для підйому людей і вантажів. На відміну від інших транспортних засобів масового перевезення людей і вантажів (автобуси, тролейбуси, метро тощо), керування якими здійснюється спеціально підготовленим персоналом, ліфтом управляє сам пасажир або персонал, якому не потрібна висока кваліфікація. Тому керування ліфтом повинно бути простим, надійним і зручним.

Не зважаючи на це, ліфт є складним електромеханічним пристроєм підвищеної небезпеки. До проектування, виготовлення, монтажу й технічного обслуговування ліфтів у процесі експлуатації висуваються жорсткі вимоги, сформульовані Правилами будови і безпечної експлуатації ліфтів (ПББЕЛ).

Ліфт будь-якого типу складається з таких конструктивних частин: будівельної, механічного устаткування та електроустаткування.

Будівельна частина розраховується на навантаження, що виникають при експлуатації й випробуваннях ліфта, а також обриві всіх тягових канатів або ланцюгів. Її проектування здійснюється відповідно до завдань на проектування будівельної частини і державних стандартів на пасажирські і вантажні ліфти.

Будівельна частина складається з машинного приміщення і шахти, у яких розміщується все устаткування ліфта.

Не допускається прокладання в машинному і блоковому приміщеннях паро- і газопроводів та використання машинного і блокового приміщення для проходу на дах і в інші приміщення, що не мають відношення до ліфта.

Машинне і блокове приміщення повинні мати суцільне огороження з усіх боків і на всю висоту, а також верхнє перекриття і підлогу.

Шахта ліфта – це простір, у якому переміщуються кабіна, противага і пристрої, що врівноважують кабіну. Вона повинна бути відділена від майданчиків, що примикають до неї, і сходів, на яких можуть перебувати люди.

Класифікують ліфти за різними ознаками. Розглянемо найпоширеніші з них.

За видом вантажів, що транспортуються, розрізняють ліфти:

- пасажирські;
- для житлових будинків;
- для громадських будинків;
- для будинків промислових підприємств;
- для транспортування людей і предметів побуту, якщо їх маса не перевищує вантажопідйомність ліфта.

Основними технічними характеристиками ліфтів є швидкість руху, вантажопідйомність, максимальна висота підйому кабіни, кількість зупинок та ін.

Розрізняють номінальну і робочу швидкість ліфта. Номінальна швидкість – це швидкість, на яку розрахований ліфт. Фактична швидкість руху кабіни називається робочою.

Максимальна швидкість руху кабін високошвидкісних ліфтів досягла таких значень: у США – 9 м/с при найбільшій висоті підйому 300 м, у Японії – 10 м/с при найбільшій висоті підйому 200 м. При таких високих швидкостях і більших висотах підйому під час роботи ліфта можуть виникати негативні явища: вібрація, шуми, перепади тиску повітря та ін. Тому для забезпечення комфортності при користуванні ліфтом необхідні спеціальні конструктивні заходи, які значно знижують вплив перерахованих негативних явищ. Наприклад, для зменшення впливу на пасажирів різких перепадів тиску повітря і зниження рівня шуму застосовуються герметичні кабіни з обтічниками.

Передбачається, що в перспективі будуть сконструйовані пасажирські ліфти зі швидкістю більше 12 м/с. Висота підйому і вантажопідйомність ліфтів будуть збільшуватись.

Вантажопідйомністю називається найбільша маса вантажу, для транспортування якої призначений ліфт. У неї не входить маса кабіни з устаткуванням, що постійно перебуває в ній.

## 12.5 Експлуатація висотних будівель

Збільшення кількості та складності інженерної інфраструктури неминуче тягне за собою використання інтегрованих автоматизованих систем управління інженерним господарством висотних будівель, які оптимізують функціонування всіх систем залежно від часу року, доби тощо.

Висотні будівлі належать до так званих «інтелектуальних будівель», які відрізняються функціональними перевагами та ефективністю витрат. Ефективність витрат надає перевагу перш за все проєктувальнику, власнику, керуючому будівлею, в той час як функціональною довершеністю користуються переважно мешканці та орендарі.

До переваг використання інтегральної системи управління висотною будівлею належать:

- цілодобове автоматичне підтримання заданих параметрів життєзабезпечення в приміщеннях;
- можливість визначення стану систем із робочого місця диспетчера;
- скорочення часу реакції на небезпечні ситуації для запобігання чи зменшення втрат;
- економія електричної, теплової енергії і води;
- збільшення термінів служби інженерного обладнання, запобігання аварій;
- автоматичне попередження про необхідність технічного обслуговування елементів систем;
- доступ до звітів для аналізу аварійних ситуацій;
- наявність системи управління знижує страхові суми.

Як свідчить досвід експлуатації висотних будівель, збільшення на 50 % витрат при будівництві для оснащення будівлі автоматизованою системою управління окупається за 2-4 роки експлуатації. Вартість експлуатації неавтоматизованої будівлі за термін її служби в 2,5 рази більше, ніж у автоматизованої. Таким чином, сукупна вартість володіння автоматизованою будівлею зменшується більше, ніж у 1,5 рази.

Економія від впровадження інтегральної автоматизованої системи управління:

- управління кліматом знижує витрати на 8-12 %;
- управління освітленням та електропостачанням знижує споживання енергії на 3-5 %;
- автоматизація диспетчерської служби, моніторинг знижує витрати на експлуатацію в 3,5 рази;
- зниження страхових внесків;
- економія на утриманні будівлі становить 20-30 %.

Конвергенція інформаційних технологій і інженерно-будівельних систем відкриває нові перспективи щодо розподілу витрат і одержання прибутку протягом життєвого циклу будівлі (рис. 12.1).

Основним завданням інтегральної автоматизованої системи управління висотною будівлею є різноманіття джерел доходу для всіх учасників будівельного ринку:

- для забудовника: вартість будівництва, терміни будівництва, конкурентні переваги;
- для власників будівлі: нові джерела доходу – нові бізнес-моделі, залучення та утримання орендарів, зниження відтоку клієнтів;

- для інвесторів: одержання віддачі протягом більш тривалого періоду, дохід від цінних паперів;
- для орендарів: ефективність бізнесу (скорочення витрат, можливість зосередитись на основній діяльності);
- для співробітників: спільна робота, мобільність, віддалений доступ;
- для менеджерів із нерухомості: гнучкі пакети пропозицій, оптимізація площ;
- для менеджерів із надання послуг: операційна ефективність, доступність служб.

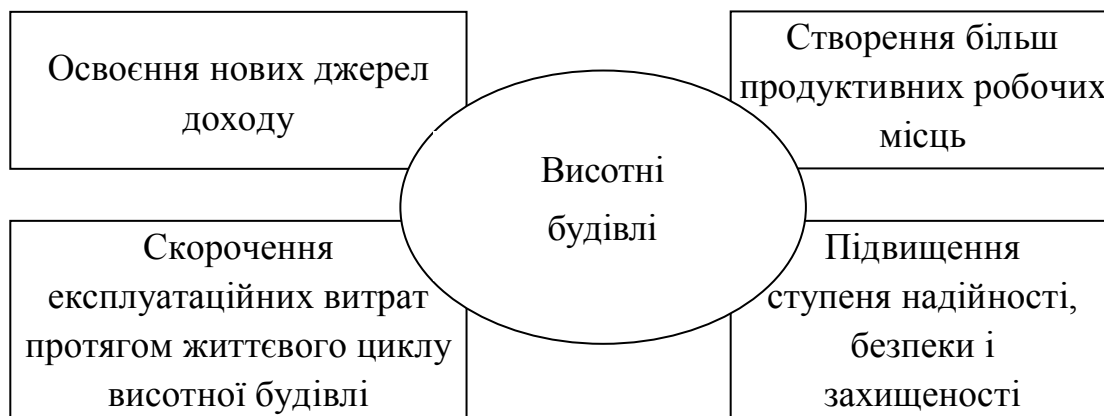


Рисунок 12.1 – Конвергенція інформаційних технологій і інженерно-будівельних технологій

Реалізація вищезазначених завдань надасть можливість, за певних умов, скоротити експлуатаційні витрати протягом життєвого циклу будівлі:

- скоротити споживання електроенергії до 30 %;
- скоротити споживання тепла до 40 %;
- скоротити споживання води до 50 %;
- скоротити споживання газу до 15 %.

### Запитання до самоконтролю за темою 12

1. В чому полягають особливості водо-, теплопостачання, вентиляції і кондиціювання висотних будівель.
2. Сформулюйте специфічні умови електропостачання, силового електрообладнання та електроосвітлення висотних будівель як об'єктів підвищеної відповідальності.
3. Як організовано забезпечення висотних будівель вертикальним транспортом?
4. В чому полягає сутність використання інтегральної системи управління висотною будівлею?

## ВИСНОВКИ

На сучасному етапі розвитку висотного будівництва можливо виділити чотири фактори, що впливають на процес спорудження висотних будівель: це економіка, науково-технічний прогрес, екологія та соціальна привабливість:

- економічний фактор (вартість землі та вартість спорудження будівлі); будівництво та експлуатація висотних будівель компенсує високу вартість землі, збільшує віддачу з обмеженої ділянки;

- технічний фактор (сучасні наукові досягнення та стрімкий розвиток технологій у будівництві дозволяють проєктувати та споруджувати надвисокі об'єкти);

- екологічний фактор (будівництво та експлуатація будівлі не завдають шкоди навколишньому середовищу, не відбувається розростання міста);

- соціальна і культурна привабливість висотних будівель, які нерідко стають орієнтирами та/або визначними пам'ятками конкретної місцевості.

Враховуючи вплив цих факторів, можна прогнозувати подальший стрімкий розвиток висотного будівництва як невід'ємної складової розвитку людства.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

## Основна

1. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва.
2. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення.
3. ДБН В.1.2-12-2008. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки.
4. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій.
5. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво.
6. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
7. Большаков В. И., Жербин М. М., Разумова О. В. Основы формообразования стальных каркасов многоэтажных и высотных. Днепропетровск : ПГАСиА, 2003.
8. Гончаренко Д. Ф., Карпенко Ю. В., Меерсдорф Е. И. Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий: монография. Киев : А+С, 2013. 128 с.
9. Дикман Л. Г. Организация строительного производства: учеб. для строит. вузов. Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. 608 с.
10. Заяць Є. І. Спорудження висотних будівель: організаційно-технологічні аспекти: монографія. Дніпропетровськ : ПДАБА, 2015. 208 с.
11. Кирнос В. М., Залуний В. Ф., Дадиверина Л. Н. Организация строительства: учеб. пособ. для студ. строит. спец. Днепропетровск : Пороги, 2005. 309 с.
12. Маклакова Т. Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования: монография. Москва : АСВ, 2008. 160 с.
13. Организация строительного производства / Цай Т. Н., Грабовский П. Г., Большаков В. А. и др. Москва : АСВ, 1999. 432 с.
14. Тянь Р. Б., Чернышук Н. М. Организация производства. Днепропетровск: Наука и образование, 1999. 264 с.
15. Управление программами и проектами возведения высотных зданий / Теличенко В. И., Король Е. А., Каган П. Б., Комиссаров С. В., Арутюнов С. Г., Афанасьев А. А. Москва : АСВ, 2010. 144 с.

## Допоміжна

16. Высотные здания из монолитного железобетона. Правила возведения: ТКП 45-1.03-109-2008 (02250). Минск : Минстройархитектуры, 2008. 43 с.
17. Высотные здания. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.02-108-2008 (02250). Минск : М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2008. 85 с.

18. Висотні будівлі в м. Дніпро. URL:  
<https://skyscraperpage.com/diagrams/?cityID=1458>.
19. Висотні будівлі в м. Київ. URL:  
<https://skyscraperpage.com/diagrams/?cityID=769>.
20. Висотні будівлі в м. Харків. URL:  
<https://skyscraperpage.com/diagrams/?cityID=1512>.
21. Висотні будівлі в м. Одеса. URL:  
<https://skyscraperpage.com/diagrams/?cityID=1414>.
22. Марковский М.Ф., Блещик Н.П. О выставке Республики Беларусь в Объединенных Арабских Эмиратах. *Строительная наука и техника*. 2008. № 6. С. 22-23.
23. Організація виробництва / Онищенко В. О., Редкін О. В., Старовірець А. С., Чевганова В. Я. Київ : Лібра, 2005. 336 с.
24. Розміщення висотних будівель у світі. URL:  
<https://skyscraperspage.com/cities/maps/>.
25. «Свічки» в історичному центрі. Як у світі регулюється висотна забудова? URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2017/09/15/svichki-v-istorichnomu-tsentri-yak-u-sviti-regulyuyetsya-visotna-zabudova/>.
26. Совет по высотным зданиям и городской среде. URL:  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Совет\\_по\\_высотным\\_зданиям\\_и\\_городской\\_среде](https://ru.wikipedia.org/wiki/Совет_по_высотным_зданиям_и_городской_среде).
27. Хмарочоси України. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Хмарочоси\\_України](https://uk.wikipedia.org/wiki/Хмарочоси_України).
28. Фатхутдинов Р. А. Организация производства: учебник. Москва : ИНФРА-М, 2001. 672 с.
29. Tall and urban. An analysis of global population and tall buildings. URL: [www.ctbuh.org/Publications/CTBUHJournal/InNumbers/TallUrban/tabid/2160/language/en-US/Default.aspx](http://www.ctbuh.org/Publications/CTBUHJournal/InNumbers/TallUrban/tabid/2160/language/en-US/Default.aspx).
30. Tall buildings, structural systems and materials. URL:  
[www.ctbuh.org/LinkClick.aspx?fileticket=r1KQFdyhwg%3d&tabid=1108&language=en-GB](http://www.ctbuh.org/LinkClick.aspx?fileticket=r1KQFdyhwg%3d&tabid=1108&language=en-GB).