

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ ІСТИТУТ

Факультет Будівництва та цивільної інженерії
(повна назва)

Кафедра Промислове та цивільне будівництво
(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр
(рівень вищої освіти)

на тему: “Використання інноваційно-технологічних рішень в висотному будівництві”

Виконав: студент 2 курсу, групи БУД-18-бмді
Ель Жамхілі Зухейр
(прізвище та ініціали)

Спеціальність

192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Освітньо-професійна програма
промислове і цивільне будівництво

Керівник: проф., д.т.н. Радкевич А.В. (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент: доц., к.т.н. Полтавець М.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя – 2019 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ

Факультет Будівництва та цивільної інженерії
Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти магістерський
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код та назва)
Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри А. С. С. А.
« » року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Ель Жамхілі Зухейру

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Використання інноваційно-технологічних рішень в висотному будівництві.

керівник роботи Радкевич А.В., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «10» 09 2019 року № 1542-с

2 Строк подання студентом роботи 8 січня 2020

3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічна документація

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Теоретичні основи світового розвитку сучасного висотного будівництва. 2. Дослідження сучасного технологічного стану висотного будівництва в Україні. 3. Розробка моделі системи нез'ємної опалубки для вертикальних конструктивних елементів монолітних будівель.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 8 листів

2020-1-17 10:56

6 Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------|---|-----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Розділ 1 | Радкевич А.В. | <i>Радкевич</i> | <i>Радкевич</i> |
| Розділ 2 | Радкевич А.В. | <i>Радкевич</i> | <i>Радкевич</i> |
| Розділ 3 | Радкевич А.В. | <i>Радкевич</i> | <i>Радкевич</i> |
| | | | |
| | | | |

7 Дата видачі завдання 310 2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Срок виконання етапів роботи | Примітки |
|-------|--|------------------------------|----------|
| 1 | Теоретичні основи світового розвитку сучасного висотного будівництва | з 01.10 по 24.10.2019 | |
| 2 | Дослідження сучасного технологічного стану висотного будівництва в Україні | з 25.10 по 20.11.2019 | |
| 3 | Розробка моделі системи нез'ємної опалубки для вертикальних конструктивних елементів монолітних будівель | з 21.11 по 13.12.2019 | |
| | | | |
| | | | |

Студент *Ель Жамхілі Зухейр* Ель Жамхілі Зухейр
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) *Радкевич* А.В. Радкевич
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено
Нормоконтролер *Данкевич* Данкевич Н.О.
(підпис) (ініціали та прізвище)

2020-1-17 10:

АНОТАЦІЯ

Ель Жамхілі Зухейр. Використання інноваційно-технологічних рішень в висотному будівництві.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Радкевич А.В., Інженерний інститут Запорізького національного університету. Факультет будівництва та цивільної інженерії, 2019.

В роботі проведено дослідження характеру розвитку висотного будівництва в Україні, що дозволяє визначити технологічний стан і ступінь його наближення до світових показників даного будівельного сектору, вирішити питання вартості зведення та житлової площі висотних будівель.

В роботі розроблено інноваційне технологічне рішення із зведення будівель з урахуванням сучасного вітчизняного стану висотного будівництва у розрізі створення моделі системи нез'ємної опалубки для влаштування вертикальних конструктивних елементів висотних будівель, отримана ефективність її застосування в технології опалубних робіт.

Ключові слова: висотне будівництво, висотна будівля, розвиток, вертикальна конструкція, технологія зведення, опалубні роботи, нез'ємна опалубка, система, орієнтовано-стружкова плита, модель.

Список публікацій магістранта:

1. Ель Жамхілі Зухейр, Радкевич А.В. Використання інноваційно-технологічних рішень в висотному будівництві. *Проблеми сучасного будівництва екологічної безпеки та охорони праці: матеріали XXIV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів. Том II. 26-29 листопада 2019 р. Запоріжжя: ІІ ЗНУ, 2019. С. 94.*

АННОТАЦИЯ

Ель Жамхили Зухейр. Использование инновационно-технологических решений в высотном строительстве.

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра за специальностью 192 - Строительство и гражданская инженерия, научный руководитель Радкевич А.В., Инженерный институт Запорожского национального университета. Факультет строительства и гражданской инженерии, 2019.

В работе проведено исследование характера развития высотного строительства в Украине, что позволяет определить технологическое состояние и степень его приближения к мировым показателям данного строительного сектора, решить вопрос стоимости возведения и жилой площади высотных зданий.

В работе разработано инновационно-технологическое решение по возведению зданий с учетом современного отечественного состояния высотного строительства в разрезе создания модели системы несъемной опалубки для устройства вертикальных конструктивных элементов высотных зданий, получена эффективность ее приложения в технологии опалубочных работ.

Ключевые слова: высотное строительство, высотное здание, развитие, вертикальная конструкция, технология возведения, опалубочные работы, несъемная опалубка, система, ориентированно-стружечная плита, модель.

Список публикаций магистранта :

1. Ель Жамхили Зухейр, Радкевич А.В. Использование инновационно-технологических решений в высотном строительстве. *Проблемы современного строительства экологической безопасности и охраны труда* : материалы XXIV научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей. Том II. 26-29 ноября в 2019 г. Запорожье: ИИ ЗНУ, 2019. С. 94.

REPORT

El Jamghili Zouhair. The use of innovative-technological decisions is in pitch building.

Qualifying final work for the receipt of degree of higher education of master's degree after speciality¹⁹² is Building and civil engineering, scientific leader Radkevich A, Engineering institute of the Zaporizhzhya national university. Faculty of building and civil engineering, 2019.

The study conducted the nature of the development of high-rise construction in Ukraine, which allows to determine the technological state and the degree of its approximation to the world indicators of this construction sector, to solve the issue of the cost of construction and living space of high-rise buildings.

In the work, an innovative technological solution for the construction of buildings was developed taking into account the current domestic state of high-rise construction in the context of creating a model of the fixed formwork system for the device of vertical structural elements of high-rise buildings, and the effectiveness of its application in the formwork technology was obtained.

Key words: high-rise construction, high-rise building, development, vertical construction, construction technology, formwork, indispensable formwork, system, oriented chipboard, model.

List of publications of undergraduate:

1. El Jamghili Zouhair, Radkevich A. The use of innovative technological solutions in high-rise construction. *Problems of modern construction of environmental safety and labor protection*: materials of the XXIV scientific and technical conference of students, undergraduates, graduate students, young scientists and teachers. Tom II. November 26-29, 2019 Zaporizhia: II ZNU, 2019. S. 94.

ЗМІСТ

| | | |
|-----|--|----|
| | ВСТУП | 7 |
| 1 | ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СВІТОВОГО РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА..... | 10 |
| 1.1 | Роль використання будівельних матеріалів для висотного будівництва..... | 10 |
| 1.2 | Розгляд технологічних основ зведення висотних будівель... | 18 |
| 1.3 | Основні тенденції розвитку висотного будівництва в Україні..... | 30 |
| 2 | ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ..... | 42 |
| 2.1 | Комплексний аналіз технології зведення висотних будівель на прикладі житлового комплексу | 42 |
| 2.2 | Дослідження технології опалубних робіт на прикладі житлового комплексу..... | 57 |
| 2.3 | Аналіз існуючих систем нез'ємної опалубки в сучасному будівництві | 65 |
| 3 | РОЗРОБКА МОДЕЛІ СИСТЕМИ НЕЗ'ЄМНОЇ ОПАЛУБКИ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОНОЛІТНИХ БУДІВЕЛЬ | 83 |
| 3.1 | Вимоги до проектування конструктивних елементів опалубки | 83 |
| 3.2 | Проектування конструктивних елементів нез'ємної опалубки..... | 86 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 3.3 | Технологія зведення монолітних будівель за допомогою системи нез'ємної опалубки з OSB..... | 98 |
| | Висновки..... | 103 |
| | Перелік використаних джерел..... | 105 |

ВСТУП

Накопичений міжнародний досвід будівництва свідчить, що з урахуванням вартості земельної ділянки найбільш виправданими з економічної точки зору є будівлі висотою від 30 до 50 поверхів. Будівлі більшої поверховості зводять з міркувань архітектурно-містобудівної значущості, престижності або значної вартості земельної ділянки [1].

В основному, конструкції таких будівель – це каркас з монолітного залізобетону, який на відміну від збірних каркасів (для яких був накопичений достатній досвід розрахунку, проектування і зведення) має ряд особливостей, до основних з яких можна віднести:

- безбалкові перекриття, що мають складну конфігурацію в плані, обумовлену наявністю великої кількості нерегулярно розташованих елементів;
- нерегулярно розташовані вертикальні несучі елементи: діафрагми, колони, пілони (як правило, відбувається відмова від потужних колон прямокутного перерізу на користь часто розташованих елементів складного перетину);
- ненесучі зовнішні стіни, які спираються на міжповерхові перекриття;
- фундаментні конструкції, що представляють собою фундаментну плиту, що спирається на палюву або на ґрунтову основу, посилене палями [2].

Основним матеріалом, що використовують для будівництва висотних будівель і споруд, є монолітний залізобетон. Хоча б тому, що найвищі будівлі світу вже побудовані на основі монолітного залізобетонного каркаса, в тому числі і світові рекордсмени: башта “Burj Khalifa” (м. Дубай, висота 828 м) і хмарочоси нафтового концерну “Petronas” в Малайзії (м. Куала-Лумпур, висота 451,9 м). Слід зазначити, щорічне виробництво бетону для зведення монолітних конструкцій різних будівель перевищує 1,5 млрд. м³. Наприклад, показник застосування монолітного бетону на душу населення в США становить 0,75 м³,

в Японії – 1,2 м³, Німеччини – 0,8 м³, Франції – 0,5 м³. Для порівняння в країнах СНД він значно менше та складає від 0,15 до 0,2 м³ [3].

Висотне будівництво – результат закономірного розвитку сучасного мегаполісу. Вітчизняний досвід в даній сфері девелопменту на сьогодні невеликий. Однак, у девелоперів і проектувальників є можливість використовувати вже напрацьовані схеми, передові технології, відпрацьовані за багато десятиліть на світовому ринку висотного будівництва [4].

Актуальність теми. Дослідження характеру розвитку висотного будівництва в Україні дозволить визначити технологічний стан і ступінь його наближення до світових показників даного будівельного сектору, вирішити питання вартості зведення та житлової площі висотних будівель.

Мета дослідження: розробка інноваційного технологічного рішення із зведення будівель з урахуванням сучасного вітчизняного стану висотного будівництва. **Об'єкт дослідження:** сучасний стан і процес розвитку висотного будівництва в Україні. **Предмет дослідження:** технологічні аспекти зведення висотних будівель.

У відповідності до поставленої мети в науково-дослідній роботі розглядаються наступні **задачі**:

1. Дослідження напрямків розвитку висотного будівництва в Україні.
2. Визначення сучасного технологічного стану зведення висотних будівель в рамках вітчизняного досвіду.
3. Розробка та моделювання інноваційного технологічного рішення із зведення висотних будівель.

Об'єкт дослідження: сучасний стан і процес розвитку висотного будівництва в Україні.

Предмет дослідження: технологічні аспекти зведення висотних будівель.

Методи дослідження: бібліографічний пошук, виробничі спостереження, системно-структурний і статистичний аналіз, метод кінцевих елементів, структурно-функціональне моделювання.

Наукова новизна. Розроблена модель системи нез'ємної опалубки для влаштування вертикальних конструктивних елементів висотних будівель, визначена ефективність її застосування в технології опалубних робіт.

Практичне значення полягає в застосуванні розробленої моделі системи нез'ємної опалубки для влаштування вертикальних конструктивних елементів висотних будівель в реальні будівельні проекти.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СВІТОВОГО РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА

1.1 Роль використання будівельних матеріалів для висотного будівництва

Для зведення висотних будівель та споруд застосовують матеріали з особливими якостями. У першу чергу це стосується міцності та деформативності, оскільки саме ці показники визначають загальну міцність остова будівлі та її стійкість до різного роду зовнішніх впливів.

Сталь і бетон є основними матеріалами для висотних будинків. Завдяки їх специфічним характеристикам вони можуть комбінуватися різними способами і створювати нові будівельні матеріали.

Несучі конструкції висотних будинків можуть виконуватися з монолітного залізобетону, сталезалізобетону та металевими [5].

У висотних будинках несучу стінову систему влаштовують із застосуванням монолітного бетону. Це обумовлено необхідністю додання остову максимально можливої жорсткості, що технічно складно забезпечити в збірному і збірно-монолітному варіанті. Збірно-монолітні конструкції можуть бути застосовані для влаштування перекриттів, збірно-монолітних діафрагм жорсткості або незнімної опалубки вертикальних і горизонтальних несучих конструктивних елементів.

Якщо для будинків висотою до 40-50 поверхів включно основним матеріалом несучих вертикальних конструкцій є залізобетон, то для будинків більшої поверховості – сталь у сполученні із монолітним залізобетоном.

Сталезалізобетонні несучі конструкції, які виконуються із бетону і сталевих гарячекатаних та зварних елементів (двотаврів, швелерів, труб, кутових елементів) застосовують в основному для колон із обмеженою площею

поперечного перерізу та високими навантаженнями, коли їх несуча здатність при застосуванні несучої гнучкої арматури недостатня. В окремих випадках сталезалізобетонні несучі конструкції можуть бути застосовані для влаштування стін, ядер жорсткості та плит перекриттів [5].

Вибір сталевих конструкцій для висотних об'єктів визначається їх технічними перевагами: більшою точністю виготовлення, простотою й точністю зборки на високоміцних болтах, що робить їх більш виграшними в порівнянні із залізобетонними конструкціями. Однак недоліком застосування сталевих несучих конструкцій залишається необхідність проведення дорогих і трудомістких антикорозійних і протипожежних заходів, робіт з утеплення й обробки.

Як протипожежні заходи застосовується напилювання або оштукатурювання внутрішніх несучих конструкцій розчинами із заповнювачем, що має малий коефіцієнт теплопровідності (вспучений перліт, вермикуліт), їх бетонування або облицювання пустотними керамічними блоками. Для забезпечення захисту від корозії зовнішніх несучих елементів застосовують спеціальні лакофарбові покриття або виконують їх зі стійких до атмосферної корозії сортів стали.

Зовнішні стіни висотних будинків можуть бути несучими або ненесучими. Ненесучі зовнішні стіни бувають навесні та самонесучі.

Несучі зовнішні стіни (несучі конструкції зовнішніх огорожень) спільно із ядрами жорсткості і внутрішніми діафрагмами приймають вертикальні навантаження від перекриттів, власної ваги, а також вітрові й сейсмічні навантаження [5].

До навісних стін відносяться ті, в яких вертикальні навантаження від власної ваги та горизонтальні вітрові навантаження передаються безпосередньо на несучі конструкції споруди.

Самонесучі стіни опираються на перекриття та сприймають вертикальні навантаження від власної ваги (в межах поверху) та вітру [6].

Навісні конструкції отримали найбільше поширення у висотному будівництві – це легкі панелі, залізобетонні панелі та світлопрозорі фасадні конструкції [7-10]. Навісні легкі панелі мають тришарову конструкцію з внутрішнім та зовнішнім шаром зі сталевих, алюмінієвих, склопластикових та інших листових матеріалів, середній шар з ефективного утеплювача. Панелі виготовляють на спеціальному обладнанні, що забезпечує задану точність із мінімальними допусками. Такі вимоги обумовлені необхідністю забезпечення надійного кріплення стінових панелей до каркаса, виключенням піддатливості в з'єднаннях, неприпустимих в умовах значних динамічних і знакозмінних навантажень.

Прикладом є фасад будівлі “Business Tower” (м. Нюрнберг, висота 134 м).

Зовнішній та внутрішній шари виконані з алюмінію і скла. Панелі кріпляться до внутрішньої бетонної стіни, яка монолітно з'єднана з перекриттями [11].

Останнім часом одержали поширення навісні стінові панелі із застосуванням загартованого і армованого скла. Такі конструкції при необхідній за умовами експлуатації міцності і жорсткості мають малу вагу, що досить актуально для будівель, висота яких може досягати декількох сотень метрів, з погляду максимально можливого зниження навантажень на несучі елементи каркасу, фундаменти та основу.

Навісні вентилязовані системи є технологією, що дозволяє підвищувати енергоефективність висотних будинків і захищати їх від негативних зовнішніх впливів. Для утеплення більшості житлових комплексів, зведених за останні роки, використовувалися саме вентилязовані фасади. Основні переваги навісних систем з повітряним зазором – відмінні теплотехнічні характеристики і доступність широкого спектра облицювальних матеріалів (мармур, граніт, алюмінієві листи, композити тощо) [12].

Слід зазначити, що питання використання навісних фасадних систем і різного роду облицювань пов'язані не тільки з експлуатаційними якостями, але також з безпекою людей і майна, наприклад, автотранспорту, що

припаркований поблизу будинку. Падіння облицювальної плитки з висоти більше ста метрів може мати ефект, аналогічний прямому влученню кулі з бойової зброї.

Ефективність і довговічність навісної системи визначається якістю кожного з її компонентів. Це елементи підконструкцій, теплоізоляція та навісні панелі.

Несучі елементи каркаса (підконструкції) повинні витримувати вагу облицювальних панелей, протистояти вітровим навантаженням і мати високу корозійну стійкість. Для мегаполісів особливо важливо враховувати агресивний вплив навколишнього середовища на кріпильну конструкцію.

Тому найбільш вдалим матеріалами для елементів навісних систем вважаються сплави алюмінію, нержавіюча сталь або оцинкована сталь із захисним покриттям. В особливо складних випадках використовуються сплави титану [5, 12].

Таким чином, конструкції висотних будівель та споруд мають низку особливостей (переваг та недоліків), зокрема у виборі будівельних матеріалів. Найбільш розповсюдженим та раціональним з конструктивної та технологічної точки зору є монолітний залізобетон.

Вимоги до бетону як конструктивного будівельного матеріалу для висотних монолітних будівель стають особливо жорсткими. Без сучасних технологій модифікації монолітного бетону, що забезпечують необхідну морозо-, вогне-, ударостійкість і довговічність при агресивних впливах, у висотному будівництві не обійтися [13].

Бетонні суміші для монолітного будівництва повинні мати підвищену зв'язність, однорідність структури. З цією метою при підборі складу бетону забезпечують надлишковий обсяг цементного тіста, яке повинно перевищувати обсяг порожнеч суміші великого та дрібного заповнювача не менше ніж на 40 л/м^3 .

Цементи застосовують з нормальним або уповільненим терміном тужавіння, рекомендовано використання пластифікованих та гідрофобних портландцементів. При цьому загальна маса цементу і пилоподібних часток піску розміром до 0,16 мм в 1 м³ суміші приймається 330-380 кг, якщо заповнювачем служить гравій, і 380-430 кг, якщо застосовується щебінь. Мінімальна витрата цементу складає 250 кг/м³. У піску повинно міститися 3-7% пилоподібних часток крупністю менше 0,16 мм і 15-20% дрібних частинок крупністю менше 0,3 мм. Кількість зерен найбільших розмірів в крупному заповнювачі не повинно перевищувати 15%, а лещадних часток – 5% за масою [3].

Висотне монолітне будівництво потребує безперервного виробництва бетону у великих кількостях і передачі його на великі відстані, як по горизонталі, так і по вертикалі без зміни його реологічних властивостей. Всі технологічні етапи, починаючи від приготування бетонної суміші і до її укладання, підлягають ретельному контролю [13].

Тому, особливу увагу приділяють терміну та процесам керування тужавінням бетону. Як було зазначено вище, в складі бетонної суміші можуть застосовуватися цементи з уповільненим терміном тужавіння. Це досягається шляхом додавання хімічних добавок до складу бетону.

Добавки-уповільнювачі тужавіння забезпечують збільшення часу втрати рухливості бетонної суміші від осідання конуса ОК=2 см в два рази, і більше при температурі повітря (20 ± 2)°С. Додатковий ефект – зменшення швидкості тепловиділення в масивних спорудах, уповільнення тверднення бетону на ранній стадії, запобігання процесу утворення тріщин в бетоні [14, с. 55; 15, с. 247].

Композиції таких добавок можуть включати: лігносульфонати (ЛСТ); нітрлотриметиленфосфорну кислоту (НТФ); фенілетоксісилоксан 113-63 (ФЕС); суміші Na₂SiF₆ - MgSO₄; суміш карбоксиметилцелюлози, декстрину та сахарози; 0,2 або 0,4% розчин Na₂PO₃F, який затримує кінець тужавіння від 3,5 год у контрольного складу відповідно до 11 і 23 год; суміш декстрину та NaOH;

уповільнювач для цементів, які включають $C_3A_3CaF_2$ або $C_{11}A_7 \cdot CaF_2 + CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$; складний жирний ефір сахарози; сополімер метілмалеіната з вінілацетатом; 0,005-0,15% $[NaOP(O)(OH)(CH_2)]_2 N [CH_2 CH(OH) CH_2 N [CH_2 P(O)(OH) ONa]]_n CH_2 P(O)(OH) ONa$ (n=1-5) [14-16].

Дані таблиці 1.1 ілюструють вплив уповільнюючих добавок на термін тужавіння та міцність бетонної суміші [15].

Таблиця 1.1 – Типові характеристики цементного тіста та бетону з уповільнювачами тужавіння

| Характеристика | Суміш контрольна | | | Суміш з додаванням уповільнювача тужавіння | | |
|--|------------------|------|------|--|----------------|----------------|
| | 5 | 20 | 35 | 5 | 20 | 35 |
| Температура, °С | 5 | 20 | 35 | 5 | 20 | 35 |
| В/Ц | 0,58 | 0,60 | 0,61 | 0,56 | 0,57 | 0,58 |
| Термін тужавіння, год-хв: | | | | | | |
| - початок | 11-05 | 5-05 | 3-30 | 13-30 (+22%) | 6-10 (+21%) | 4-30 (+24%) |
| - кінець | 16-55 | 7-50 | 6-20 | 19-05 (+13%) | 8-55 (+14%) | 7-15 (+15%) |
| Міцність при стиску, МПа, у віці, доб: | | | | | | |
| - 3 | 8,2 | 15,5 | 18,3 | 7,4 | 16,1 | 19,1 |
| - 28 | 35 | 35,3 | 34,1 | 40,7 | 43,3 | 41,2 |

Аналіз даних таблиці 1.1 показує, що добавки-уповільнювачі незначною мірою знижують В/Ц бетонної суміші та міцність бетону в ранньому віці. Однак, в протипагу цьому, відбувається збільшення набору міцності у віці 28 діб.

При проектуванні складу бетонної суміші для висотного монолітного будівництва основним пріоритетом стає міцність бетону, його експлуатаційні властивості.

Таким чином, коригування характеристик бетонної суміші в наслідок додавання уповільнювачів може бути реалізовано на стадії проектування складу бетону для досягнення його проектних характеристик.

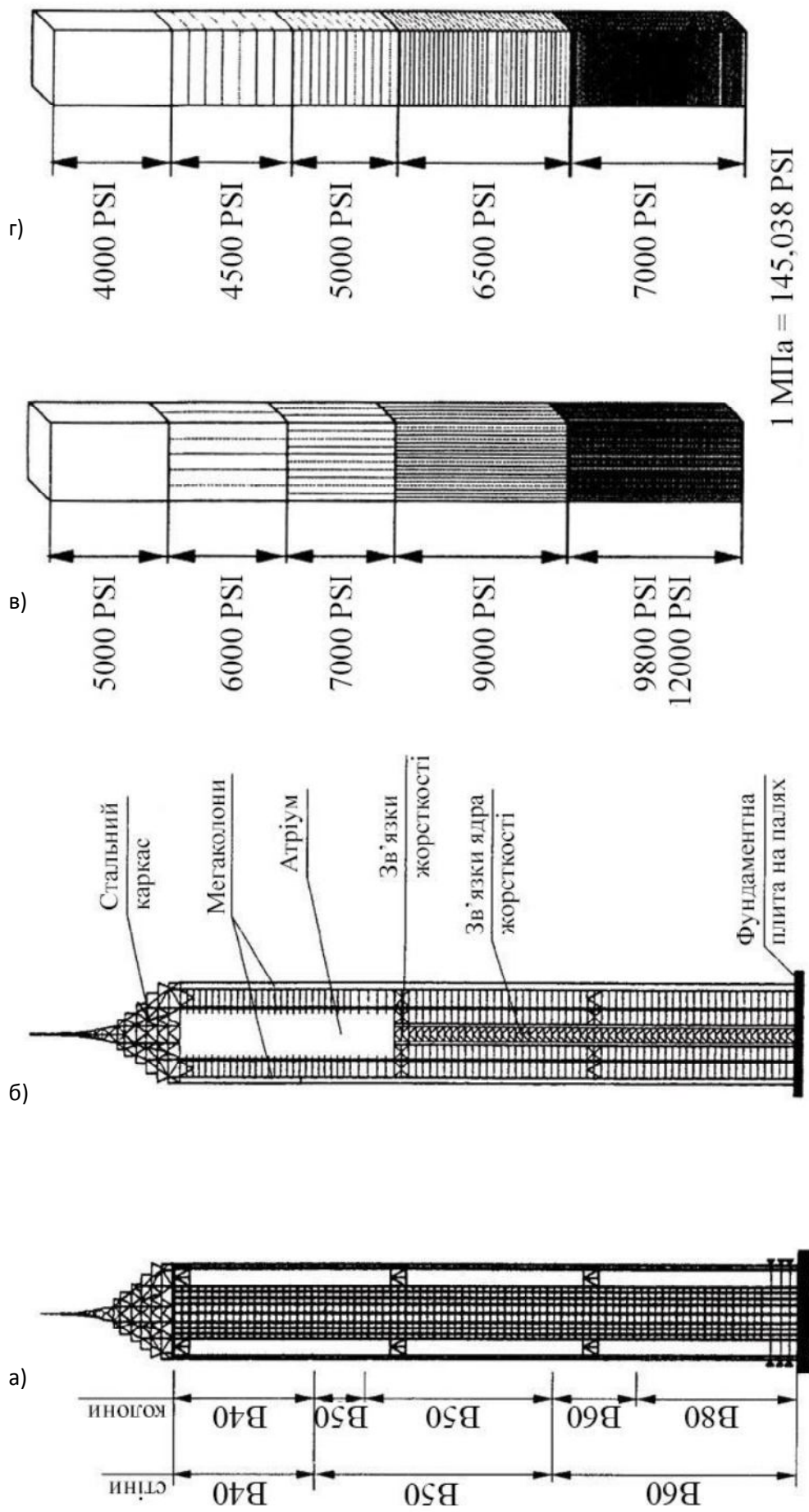
Світова практика показує, що в основному застосовують бетон класів В 40-В 60. В останні роки існує тенденція до застосування високоміцних бетонів класів В 60-В 90.

Однак, використання високоміцних бетонів класу В 80 та вище не доцільно через його хрупкість, більш низьку технологічність в порівнянні зі звичайною, та високу вартість [17].

Тому, з конструктивної точки зору доцільно використовувати клас бетону відповідно до чинних навантажень по висоті будівлі. Прикладом раціонального використання класів бетону може служити каркас “Jin Mao Tower” (м. Шанхай, 421 м). Мегаколони на нижніх поверхах мають перетин 1,5x5,0 м з переходом на більш високих поверхах – 1,0x3,5 м. При цьому клас бетону варіюється від В 80 до В 40. В 72-поверховому будинку “Trump World Tower” (м. Нью-Йорк, 264 м) міцність бетону варіюється також і по висоті споруди, і за видами конструктивних елементів.

У нижніх поверхах застосували клас бетону В 80. Змінення класу бетону зі збільшенням поверховості зображено на рисунку 1.1 [18].

Отже, при зведенні висотних монолітних будівель висувається ряд вимог до бетону як основного будівельного матеріалу.



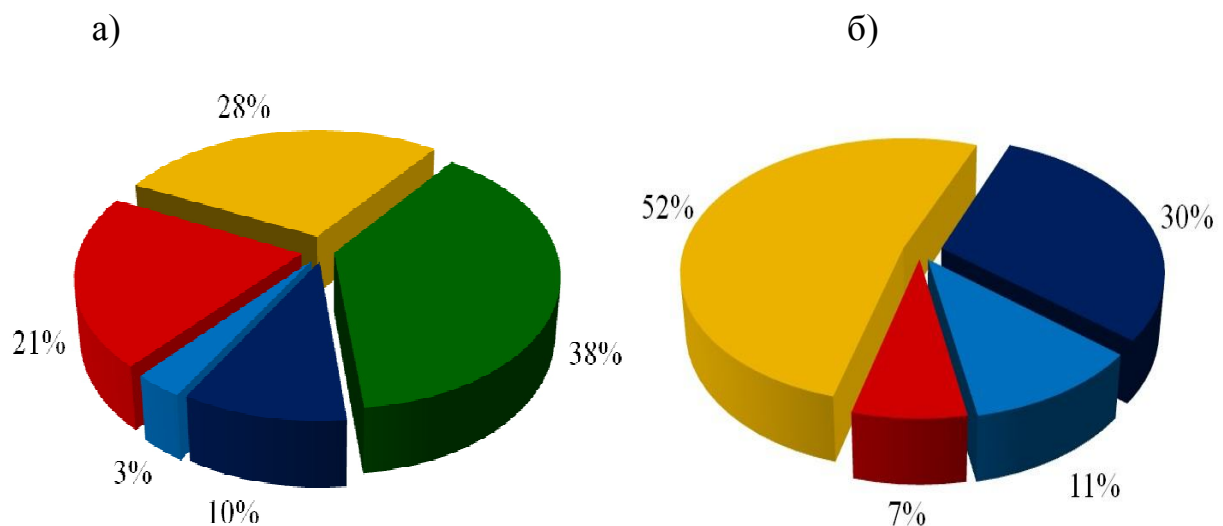
а – розподілення міцності бетону по висоті будівлі; б – конструктивна схема будівлі; в- розподілення міцності бетону по висоті будівлі в колонах; г – розподілення міцності по висоті будівлі в зв'язках

Рисунок 1.1 - Схема башти JinMaoTower (м. Шанхай, Китай) та будівлі TrumpWorldTower (м. Нью-Йорк, США)

1.2 Розгляд технологічних основ зведення висотних будівель

Особливість залізобетонних робіт полягає в їх трудомісткості, яка складає в середньому 1,7-3,4 чол-дн на 1 м³ монолітних конструкцій. При цьому відносна трудомісткість опалубних робіт складає 35-50 %, арматурних – 20-25 %, бетонних – 20-25 % [19, с. 15]. Висока трудомісткість залізобетонних робіт пояснюється їх широкою операційністю, при цьому близько 20 % операцій складають допоміжні, значна частина яких виконується вручну [3, с. 34-35].

Трудові витрати наведені на рисунку 1.2.



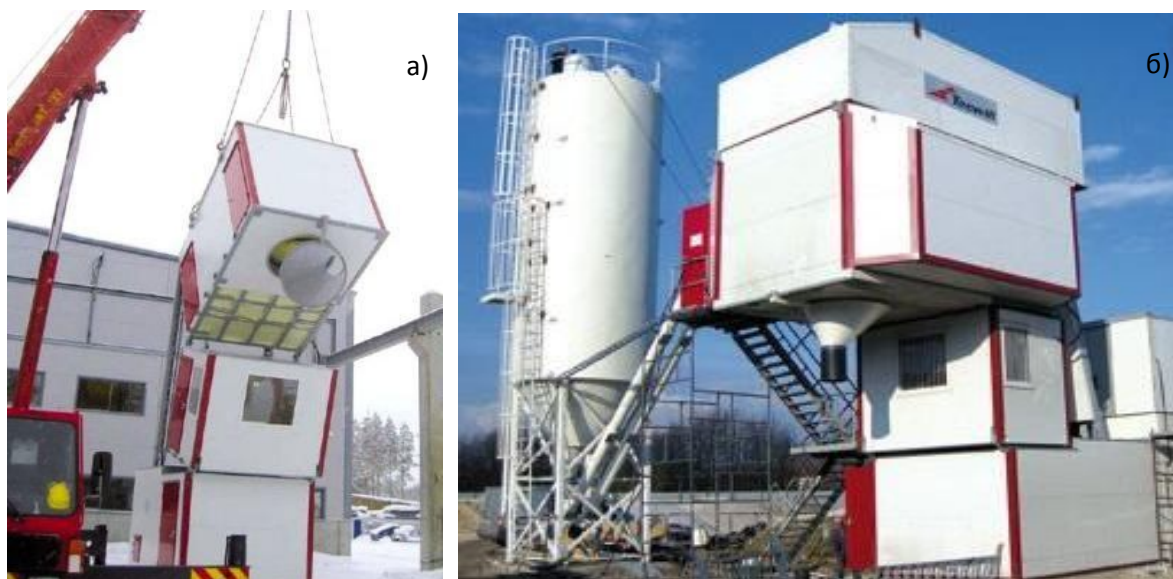
а – при влаштуванні плити; б – при влаштуванні стіни;
 38% – опалубні роботи; 28% – арматурні роботи; 21% – вартість бетону; 10% –
 вартість опалубки; 3% – бетонні роботи;
 52% – опалубні роботи; 30% – вартість бетону;
 11% – вартість опалубки; 7% – бетонні роботи

Рисунок 1.2 – Діаграма розподілення витрат на 1 м³ монолітного бетону

Бетонні роботи. Згідно [13], у монолітному висотному будівництві застосовують в основному дві технологічні схеми транспортування бетонної суміші:

1. В автобетонозмішувачах від централізованого бетонного вузла.
2. Застосовують приоб'єктний автоматизований бетонний вузол, що забезпечує приготування модифікованих бетонних сумішей.

Приоб'єктний бетонозмішувальний завод забезпечує товарним бетоном і розчином один великий будівельний майданчик. Продуктивність такого заводу досягає 30-50 тис. м³ на рік, а термін служби на одному місці становить 5-7 років [3; 20, с. 105]. Конструкції таких заводів розбірнопереставні для полегшення перебазування їх з об'єкта на об'єкт, які зображені на рисунку 1.3 [21].



а – монтаж заводу; б – загальний вигляд

Рисунок 1.3 – Приоб'єктний бетонозмішувальний завод Tecwill Cobra

Застосування такого заводу є раціональним та економічно доцільним, оскільки дозволяє оперативно управляти процесом коригування складу бетонної суміші і зводить до мінімуму зміну реологічних властивостей суміші в часі від початку приготування до укладання суміші в опалубку.

Баштовим кранам відводиться роль допоміжного засобу подачі будівельних матеріалів та бетонної суміші в баддях на монтажний горизонт [13]. Визначено, що на якість зведення конструкцій впливає ціла низка чинників, у тому числі способи подачі бетонної суміші в опалубку. Дослідження показали, що в багатьох випадках спосіб “кран-баддя” стає причиною, що призводить до відхилення конструкцій від проектного положення. Тому для бетонування вертикальних конструкцій рекомендується виконувати подачу бетону бетононасосами з розподільчими стрілами [22].

Автобетононасоси з розподільною стрілою подають бетонну суміш при зведенні підземної частини і перших поверхів будівлі. Стаціонарний бетононасос з переналаджуваним бетоноводом забезпечує безперебійну подачу бетонної суміші на всю висоту будівлі. Розподіл і подачу суміші в конструкції виконують гідравлічної розподільною стрілою, яка монтується на технологічній захватці монтажного горизонту.

Наприклад, при будівництві каркасу 73-поверхової будівлі “Wilshire Grand Center” в м. Лос-Анджелес, бетонування конструкцій проводилось самопідйомною гідравлічною розподільною стрілою Putzmeister, що зображено на рисунку 1.4 [23].



Рисунок 1.4 – Бетонування конструкцій самопідйомною гідравлічною розподільною стрілою Putzmeister (м. Лос-Анджелес, США)

Оскільки в сучасному будівництві строки зведення об'єктів мають першочергове значення, то без інтенсифікації твердіння бетону обійтися неможливо. Саме тому у вітчизняній і зарубіжній практиці вдаються до застосування різних методів прискорення твердіння бетону до досягнення ним необхідних структурних характеристик. Найбільш дієвим з них є термообробка бетону. У сучасній технології монолітного будівництва застосовуються такі методи термообробки бетону:

- електропрогрів;
- попередній електропрогрів бетонної суміші;
- форсований електропрогрів бетонної суміші в конструкціях;
- прогрів бетону гріючими ізольованими дротами;
- обігрів бетону в гріючій опалубці;
- повітряний конвективний прогрів;
- теплова обробка бетону в електромагнітному полі.

Знання можливостей кожного методу дозволяє грамотно і економічно вибирати найкращий для конкретних температурних умов середовища, видів зведених конструкцій, можливостей виробничої організації [3]. Тому, в аспекті висотного монолітного найбільш доцільним, на нашу думку, є метод обігріву бетону в гріючій опалубці – цей метод технологічно зручний, веде до зниження трудових витрат. Технологія зазначеного методу детальніше розглянута в технології опалубних робіт.

Отже, збереження проектних та реологічних властивостей бетонної суміші залежить від обраного способу її приготування та транспортування (подачі) на поверх. Для зменшення термінів будівництва вдаються до інтенсифікації твердіння бетону за допомогою термообробки бетонної суміші.

Арматурні роботи. Підвищені вимоги пред'являють і до арматурних робіт.

Для монолітних конструкцій висотних споруд застосовують арматуру гладкого (стрижнева і дротяна) та періодичного (стрижнева) профілю. Остання має краще зчеплення з бетоном, так як на її поверхні є ребра. Арматура

періодичного профілю дозволяє запобігти влаштуванню гачків, підвищити тріщиностійкість бетону [24].

Як правило, зварювання арматури для висотних будівель неприпустиме. Тому рекомендується застосовувати для стику арматури з'єднувальні муфти або технологію в'язки арматури в будівельних умовах, наприклад, з використанням спеціального ручного пістолета [13]. Тим більше, впровадження західних технологій монолітного будівництва, в яких застосовується ручна в'язка арматури, показує більш надійне з'єднання арматури між собою порівняно із зварюванням [19].

При використанні для стиків арматури механічних пристроїв у вигляді муфт (муфти на різьбі, опресовані муфти тощо) несуча здатність муфтового з'єднання повинна бути такою ж, що і з'єднаних стрижнів (відповідно при розтягуванні або стисненні), кінці яких заводять на необхідну довжину в муфту, яка визначається розрахунком або дослідним шляхом. При використанні муфт на різьбі повинна бути забезпечена необхідна затяжка муфт для ліквідації люфту в різьбі [25].

Таким чином, арматурні роботи для висотного будівництва виконується без зварювання арматури з використанням стрижнів періодичного профілю.

Опалубні роботи. Опалубні системи і технології в основному визначають темпи будівництва і трудомісткість бетонних робіт. Слід враховувати, що на висоті більше 100 м через погодні умови крани не завжди можуть повноцінно працювати, і використовувати їх можна максимум 4-5 днів на тиждень, а будувати за цей час потрібно не менше одного поверху. При зведенні будинків висотою 2030 поверхів можна застосовувати опалубні технології зведення монолітного каркасу із застосуванням традиційних опалубних систем, які зображені на рисунку 1.5 [13].

Однак, темпи зведення споруд у таких опалубних системах не можуть перевищувати 3-4 поверхи на місяць і потребують розробки спеціальних технологій опалубних робіт і забезпечення безпечних умов праці. Застосування

традиційних опалубних технологій зведення монолітного каркасу вже давно практикують в Україні.

При будівництві будівель заввишки більше 30 поверхів необхідно застосовувати ковзні опалубки з гідравлічним приводом. Така опалубка складається з опалубних щитів, домкратної рами та стрижнів, власне підйомних механізмів (домкратів), робочої підлоги та підвісних підмосток.



Рисунок 1.5 – Зведення каркасу будівлі з використанням традиційних опалубних систем (м. Дубай, ОАЕ)

Конструктивна схема ковзної опалубки приведена на рисунку 1.6 [26].

Ковзна опалубка значно складніше і дорожче стаціонарної, оскільки, крім стінок, в її конструкцію входять два яруси риштування (робоча підлога та підвісні підмостки) і підйомні механізми. Однак, незважаючи на порівняно високу початкову вартість, застосування ковзної опалубки при зведенні залізобетонних висотних будівель дає значну економію, оскільки з одним комплектом опалубки висотою 1,1 м можна зводити стіни заввишки 100 м і

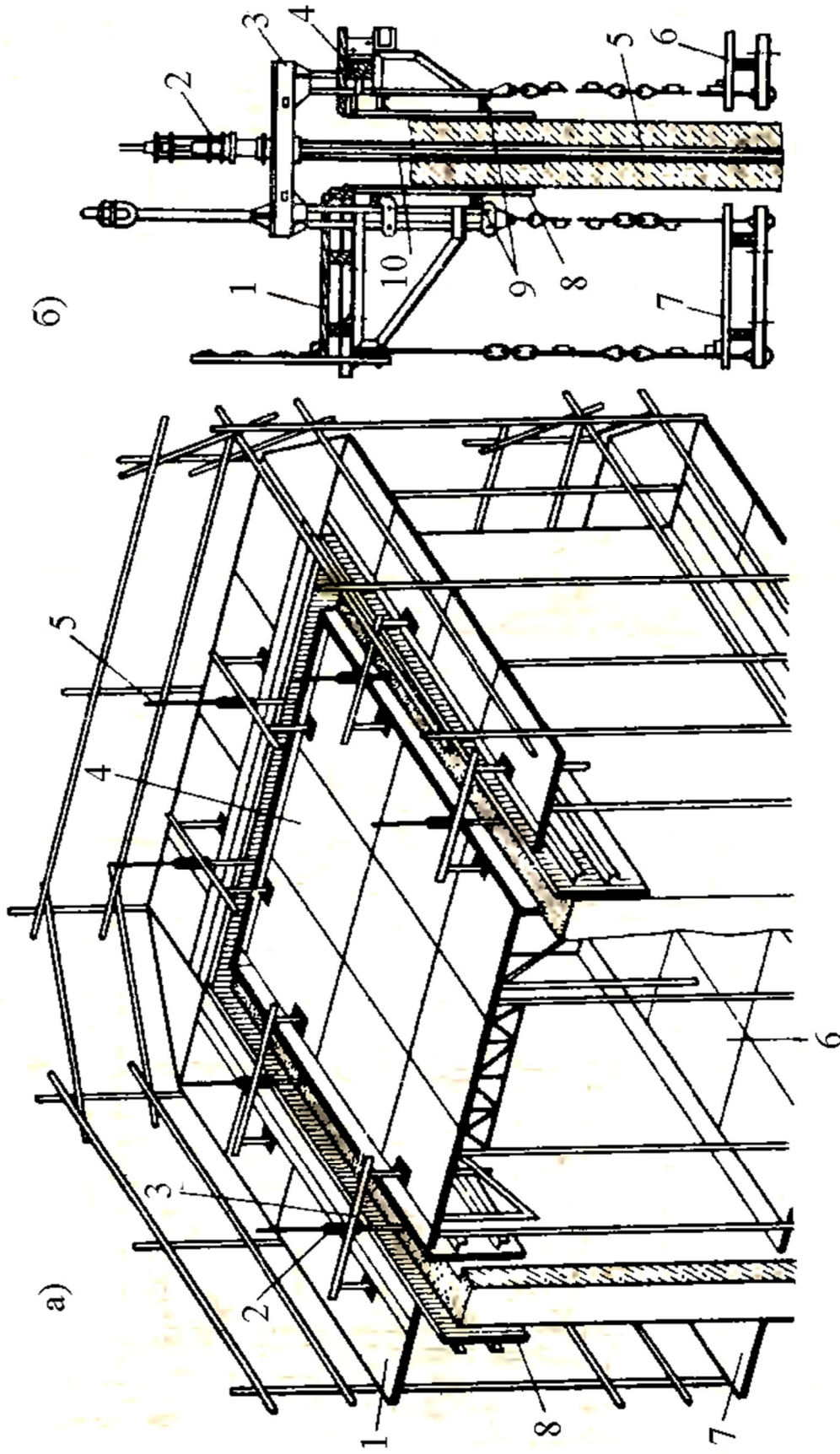
більше, що для однієї споруди відповідає 90 оборотам і більше [24, с. 85]. Ефективність застосування ковзної опалубки для будівництва висотних будівель обумовлена збільшенням темпу будівництва, зниженню трудомісткості опалубних робіт та загально приведених витрат на 13-25% порівняно з повнозбірним будівництвом [20 с. 154].

Монолітне будівництво у ковзній опалубці має технологічну гнучкість. За допомогою одного комплекту опалубки шляхом її переналагодження можна зводити будинки з різними планувальними рішеннями та різної поверховості [20], надаючи їм архітектурну виразність і оригінальність. Зведення висотної будівлі у ковзній опалубці зображено на рисунку 1.7 [27].

Також ковзна опалубка дозволяє забезпечити необхідну якість виконання робіт. Самопідйомні опалубки в комплексі вирішують питання опалублення і механічної розпалубки конструкцій, механічного переміщення опалубки по висоті, забезпечення безпечних умов виробництва робіт і максимальний захист від вітру. Разом з тим, зведення будівель і споруд у ковзній опалубці вимагає висококваліфікованої робочої сили та чіткої організації робіт [20].

Як було вище зазначено, для прискорення термінів зведення монолітних будівель вдаються до інтенсифікації твердіння бетону за допомогою термообробки бетонної суміші з використанням гріючої опалубки.

Гріючу опалубку застосовують для обігріву тонкостінних та середньомасивних конструкцій (з будь-яким ступенем армування) при температурах зовнішнього повітря до -40°C , для компенсації теплових втрат пристінними шарами бетону в масивних конструкціях за способом “регульований термос”, а також для прискорення твердіння бетону в літніх умовах з метою прискорення робіт і скорочення виробничого циклу. Обігріву в гріючій опалубці можуть піддаватися і масивні конструкції в районах, які характеризуються різкими перепадами температури протягом доби, застосовуючи “регульований термос”, витримуючи при цьому розрахункову тривалість остигання монолітних конструкцій [3; 28].



а - фрагмент уніфікованої опалубки; б - конструктивна схема;

1 - зовнішні підмостки; 2 - гідравлічний домкрат; 3 - домкратна рама 4 - робоча підлога; 5 - домкратний стрижень; 6 - внутрішні підвісні підмостки; 7 - зовнішні підвісні підмостки; 8 - опалубні щити; 9 - кружала; 10 - захисна трубка

Рисунок 1.6 - Ковзна опалубка



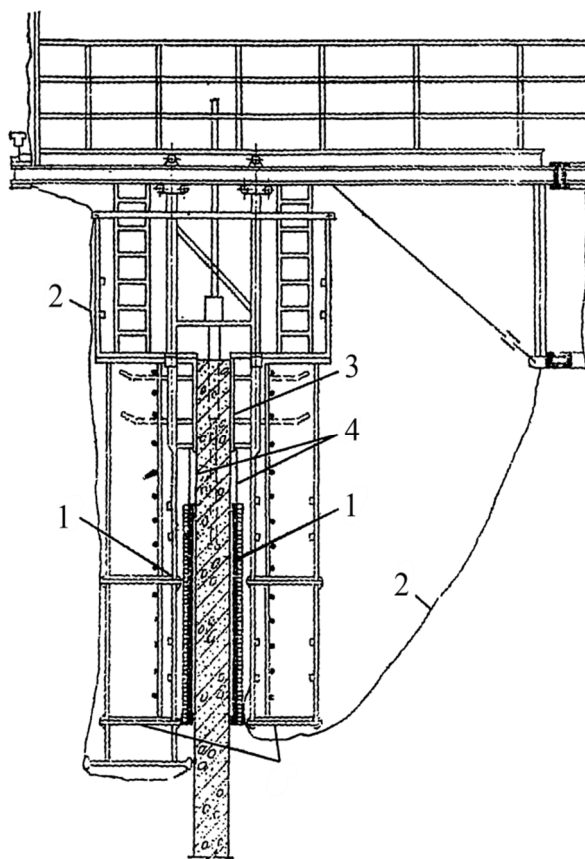
Рисунок 1.7 – Зведення будівлі “The Grand Plaza” за допомогою систем ковзної опалубки Peri ACG (м. Чикаго, США)

Нагрівальними елементами можуть бути забезпечені щити будь-якої опалубки, в тому числі і ковзної, що робить її більш технологічною для висотного монолітного будівництва. Передача тепла в таких опалубках відбувається шляхом теплопровідності, тобто контактним способом від нагрітої поверхні опалубки, що примикає до бетону [28].

Так, наприклад, враховуючи швидкість зведення монолітних залізобетонних споруд у ковзній опалубці рекомендується використовувати для цілей обігріву термоактивне підвісне покриття (ТАПП), що дає можливість розділити операції з укладання і витримання бетону в конструкції. За допомогою ТАПП здійснюють периферійний радіаційно-конвективний обігрів розпалубленого бетону та витримання його при температурі 50-70°C до набору необхідної проектної міцності. Влаштування ТАПП наведено на рисунку 1.8 [3].

ТАПП являє собою гнучкий, легкий, паронепроникний нагрівальний пристрій (див. рис. 1.8, 1), який розділений на окремі елементи і встановлюється в безпосередній близькості (0-50 мм) від поверхні розпалубленого бетону відразу після пересування щитів опалубки або з

технологічним розривом по висоті для виконання операцій з затирання поверхні та нанесення полімерних покриттів (висота зони затирання становить 0,3-0,5 м).



1 – термоактивне підвісне покриття; 2 – брезентове укриття; 3 – ковзна опалубка; 4 – підвіска ТАПП; 5 – підвісні підмостки

Рисунок 1.8 – Схема зведення конструкції з використанням термоактивного підвісного покриття

Безперервне виробництво робіт в розрахунковому режимі не вимагає зміни потужності нагрівачів ТАПП. Регулювання температури обігріву бетону при перервах в бетонуванні може здійснюватися включенням і вимиканням нагрівачів. Для підтримки температури рекомендується використання автоматичних систем [3].

Отже, використання самопідйомної ковзної опалубки при зведенні висотних монолітних будівель є економічно доцільним, веде до зниження трудомісткості опалубних робіт та прискорення темпів будівництва.

Оздоблювальні роботи. Оздоблювальні роботи можуть суміщатися із зведенням каркаса і загальнобудівельними роботами, або виконуватися відразу на всю висоту будівлі після завершення зведення надземної частини. При суміщенні до оздоблювальних робіт приступають на першому поверсі першої захватки, коли починається зведення каркаса на 6-10 поверхах на другий захватці. Потім відбувається “обмін” захватками до повного закінчення монтажу, коли весь простір на обох захватках передається для оздоблювальних робіт. Розрив між зведенням каркаса та оздобленням фасаду на одній захватці може досягати 5-7 поверхів. Оздоблювальні роботи ведуть знизу вгору, для гарантії від протікання на рівні одного з перекриттів влаштовують гідроізоляцію. Якщо оздоблювальні роботи виконують після зведення всього каркасу будівлі, їх ведуть зверху вниз: збільшується фронт оздоблювальних робіт, поліпшуються умови роботи.

Монтаж ліфтів виконують паралельно зі зведенням будівлі, його бажано завершити і пустити ліфти безпосередньо після закінчення монтажних і покрівельних робіт [28].

Отже, оздоблювальні роботи можуть суміщатися із зведенням каркаса, або виконуватися відразу на всю висоту будівлі після завершення робіт.

Підйомно-транспортне обладнання. Традиційні баштові крани доцільно застосовувати при зведенні будівлі висотою не більше 70-80 м, при більшій висоті співвідношення основних параметрів крана (вантажопідйомність, маса вантажу, що піднімається і вартість робіт) стає неоптимальним. Для забезпечення виробництва робіт на висоті до 130-140 м слід використовувати приставні баштові крани, що прикріплюються до зведених конструкцій споруджуваної будівлі.

При більшій висоті оптимальність використання приставного баштового крана вичерпується, тому для зведення споруд більшої висоти використовують

самопідйомні крани, що не мають обмежень по висоті підйому вантажу. Монтажні крани подібного типу кріпляться до ядра жорсткості будівлі і забезпечують виробництво робіт на ярусі висотою від 30 до 40 м. Закріплення баштових кранів до фасаду висотних будівель зображене на рисунку 1.9 [28; 29].



Рисунок 1.9 – Зведення каркасу будівлі “RONDO” № 1 за допомогою приставних баштових кранів (м. Варшава, Польща)

Як правило, після закінчення робіт самопідйомні крани демонтують і по частинах опускають вниз за допомогою лебідок. Однак, за кордоном практикують прийоми, коли подібні крани консервують, залишаючи на покрівлі будинку з метою їх подальшого використання при поточному або капітальному ремонті будівлі [28].

До проблеми підйому малих вантажів на стадії оздоблювальних робіт додається питання безпечного підйому робітників. Для цих цілей використовують спеціальні вантажопасажирські підйомники вантажопідйомністю до 3 т і місткістю до 20 осіб. Рекомендована середня робоча висота підйому залежить від конструктивних особливостей споруджуваної будівлі. Кількість і тип підйомників визначають виходячи з конфігурації будівлі, вимог щодо організації робіт; встановлюються після зведення 5-10 поверхів надземної частини [13].

Таким чином, зведення висотних монолітних споруд виконується з застосуванням самопідйомних баштових кранів, що є доцільним при великій висоті виробництва робіт. Підйом робітників та вантажу здійснюється за допомогою вантажопасажирських підйомників.

1.3 Основні тенденції розвитку висотного будівництва в Україні

На сьогодні у різних країнах світу класифікація будівель за висотністю значно різниться в силу історичних, культурних та інших причин.

Аналіз багатоквартирних житлових будинків [30], що були побудовані у період з 2004 до 2009 рр., у різних за рівнем розвитку країнах світу показав, що висотні житлові будинки призначені для постійного проживання на теперішній час будують тільки у країнах, що розвиваються.

Основними тенденціями є:

- поверховість житлових багатоквартирних будинків для постійного проживання в розвинених країнах не перевищують 10-12 поверхів;
- найчастіше використовується коридорна та багатосекційна об'ємнопросторова структура будинку;
- кількість квартир на поверсі не перевищує 2-4 квартир.

Багатоквартирні будинки для тимчасового проживання в розвинених країнах (апартаменти) знаходяться в діапазоні поверховості від 20 до 65

поверхів. Для них використовується коридорна, галерейна і рідше змішана та односекційна об'ємно-просторові структури. Багатоквартирні будинки для постійного проживання в країнах, що розвиваються, найчастіше, перебувають у діапазоні поверховості від 25 до 55 поверхів, і належать до односекційного із більше ніж чотирима квартирами на поверсі та багатосекційного типів. В Україні найпоширенішою поверховістю багатоквартирних житлових будинків є діапазон від 18 до 30 поверхів [31].

В Україні термін “висотне будівництво” використовується при зведенні будинків вище 25 поверхів (з умовною висотою верхнього поверху, що експлуатується, 73,5 м) [12].

Класифікація за висотністю встановлюється з метою вибору конструктивної схеми будівлі, визначення складності інженерно-технічних рішень та обладнання, яке має різні потужності та схеми функціонування у разі зміни поверховості. Висотність впливає також на клас будівлі щодо прийняття певних планувальних заходів забезпечення пожежної безпеки [32].

Під час проектування висотних будинків необхідно керуватись існуючими нормативними документами у сфері будівництва, основним з яких є ДБН В.2.2-24 “Проектування висотних житлових і громадських будинків” [5], який розроблено в доповнення до двох базових нормативів: ДБН В 2.2-15 “Житлові будинки” і ДБН В.2.2-9 “Громадські будинки і споруди”. За відсутності широкої практики будівництва та набутого досвіду проектування таких технічно складних будівельних об'єктів, як висотні споруди, ДБН В.2.2-24 обмежується вимогами до проектування житлових будинків висотою до 100 м та громадських до 150 м [5].

Згідно [12], обмеження висоти житлових будинків до 100 м є принциповим підходом і в даний час в Україні обґрунтовується низкою визначальних чинників економічного, технічного, соціального та екологічного характеру, до яких належать:

1. Збільшення собівартості будівництва верхньої частини будівлі (як світова, так і вітчизняна будівельна практика показує суттєве зростання

питомої вартості будівництва зі збільшенням висоти будинку, і орієнтовно, починаючи із 20-го поверху вартість зведення кожних 5-ти поверхів зростає на 10%, що підтверджує і досвід спорудження деяких висотних будинків в м. Києві, де собівартість 1 м² площі висотних секцій на 30-35% вища собівартості 1 м² площі секцій до 23-х поверхів).

2. Низький коефіцієнт виходу корисної площі у висотних спорудах через необхідність використання значного простору для влаштування вертикальних конструкцій, розвинених ліфтових вузлів та сходових клітин, технічних поверхів тощо (практика спорудження висотних житлових будинків в м. Києві показала, що відношення корисної площі до загальної в 1,5-1,8 рази менше, ніж для будинків на 5-16 поверхів).

3. Необхідність підвищення вимог до безпеки експлуатації висотної споруди, в першу чергу – пожежної безпеки.

4. Значне ускладнення роботи системи вентиляції через великі перепади атмосферного тиску по висоті будинку.

5. Негативний вплив висоти на фізичний і психологічний стан мешканців (в більшості розвинених країн європейського континенту, в тому числі і на законодавчому рівні, обмежує висоту будівель приблизно до 40 м).

Вплив збільшення поверховості на вартість висотних будівель та розподілення витрат із зведення наведено відповідно на рисунках 1.10, 1.11.

Пріоритет щодо підвищення поверховості мають громадські споруди – офісні, готельні, торговельні, багатофункціональні тощо. Їх проектування та будівництво повинно здійснюватися при безумовному забезпеченні всіх вимог нормативних документів та чинного законодавства, в першу чергу, щодо міцності і стійкості конструктивної системи, забезпечення безпеки людей і комфортного середовища. До них можна віднести влаштування зон відпочинку, кондиціонування повітря, поліпшення теплового режиму, розвиток комунікаційних систем тощо. У висотних громадських спорудах повинно застосовуватись досконале інженерне обладнання, особливо ліфтове,

комунікаційні системи зв'язку, інформатизації, а також якісні матеріали та вироби для оздоблювальних робіт і влаштування внутрішнього дизайну [12].

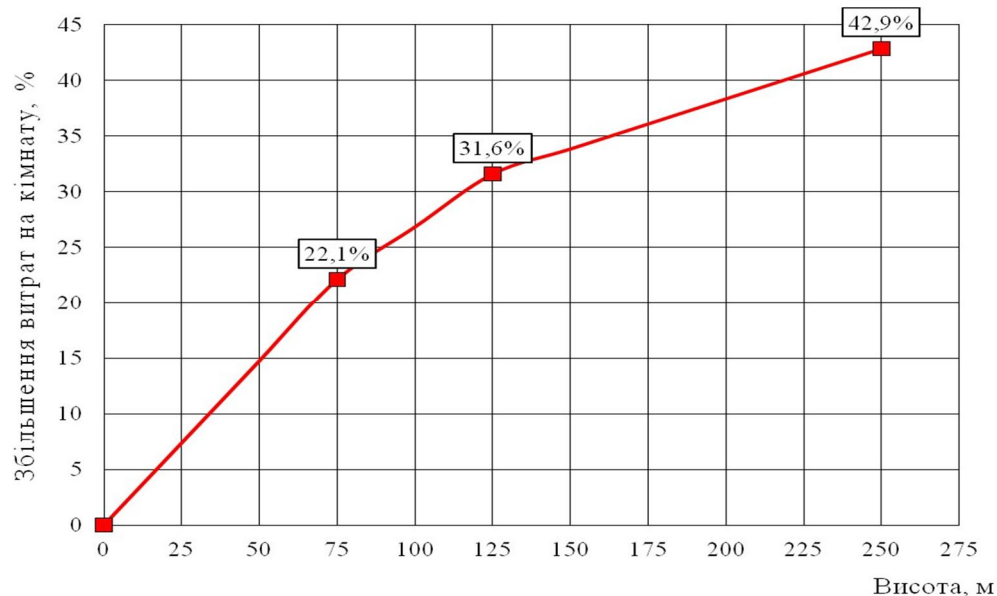
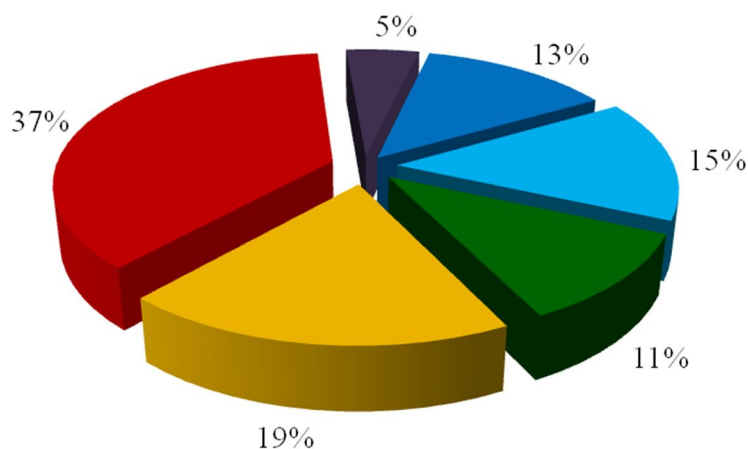


Рисунок 1.10 – Залежність вартості висотних будівель від збільшення поверховості



37% – система ліфтів; 19% – протипожежна система; 15% – бетон; 13% – транспортні витрати; 11% – опорядження фасаду; 5% – опалубка

Рисунок 1.11 – Діаграма розподілення витрат зі зведення висотних будівель

Як показує міжнародний досвід, розроблення обґрунтованих нормативів для громадських будинків, висота яких більше 150 м, є складним з наукової точки зору та неактуальним з точки зору їх необхідності для такого обмеженого

сегмента висотного будівництва. Будинки більшої висоти необхідно споруджувати як об'єкти експериментального будівництва виключно за індивідуальними проектами із розробленням спеціальних технічних вимог та науково-технічним супроводом, що відповідає загальносвітовій практиці.

В Києві у різні періоди формування міської забудови були неодноразові спроби створити в адміністративно-територіальному центрі головну “ідеологічну” вертикаль. Архітектор С. Бабушкін (активний прихильник висотного будівництва в м Київ) запропонував відновити ідею висотного композиційного акценту в центрі міста і спорудити на місці старого готелю “Україна” новий надвисокий комплекс. В образній основі і колористичному рішенні силуетної круглої в плані башти діаметром 60 м і висотою 210 м проглядається синьо-жовтий український прапор. Завершує динамічну композицію по вертикалі стилізований національний символ-тризуб. В функціональному відношенні в нижніх рівнях башти пропонувалося створити культурний центр, середні поверхи проектувались для готелів, офісів та апартаментів, а у верхніх ярусах створювався центр історії української культури. На рівні 51-го поверху намічались оглядові тераси. Проект готелю зображений на рисунку 1.12 [33].

Якщо погодитись з концепцією доцільності створення в історичному центрі міста сучасної доміанти – матеріального символу української нації, то слід відзначити, що, як за функціональними, так і за архітектурно-композиційними аспектами споруда безумовно цікава та своєрідна. Однак законодавче обмеження висоти нових будівель в зонах охорони пам'яток історико-культурної спадщини та негативна реакція громадськості не дозволяють реалізувати зазначені пропозиції.

Недоцільність висотного будівництва в центральній історичній зоні столичного міста закріплена різними правовими та нормативними актами України. Наказом президента “Заходи щодо впорядкування забудови території та збереження історико-культурних територій і об'єктів в м. Києві” від 15 березня 2007 року в історичному центрі Києва заборонено будівництво

висотних будинків. В документі також є вимога до визначення територій, які мають історико-культурну цінність, та обмеження їх забудови.



Рисунок 1.12 – Проект готелю на Майдані Незалежності (м. Київ, Україна)

У відповідності до наказу Президента УАА В. Г. Штолько розроблено “Містобудівну концепцією розміщення висотних будинків і споруд в Києві на період до 2020 р.” [34], схема якої наведена на рисунку 1.13. Згідно [34] не передбачається розміщення та будівництво висотних будівель і споруд в центральній історичній частині міста та в інших історичних ареалах, зонах охорони пам’яток історико-культурної спадщини, природного ландшафту, що охороняється, та в межах об’єктів природно-заповідного фонду. Розміщення нових висотних доміант повинно бути спрямованим перш за все на створення чіткої архітектурно-містобудівної й об’ємно-просторової композиції. Схема розміщення експериментальних висотних будівель наведена на рисунку 1.14. Прикладами реалізованих проектів висотних житлових будівель в Україні можуть бути: ЖК “Башти”, висота 123 м, 2005 р. в м. Дніпро; ЖК “Корона” № 1, висота 128 м, 2007 р., ЖК “Корона” № 2, висота 128 м, 2008 р.; ЖК “Срібний бриз”, висота 111 м, 2009 р. в м. Київ; ЖК “Ark Palace” №1, висота 106 м, 2009 р. в м. Одеса, які наведені на рисунках 1.15, 1.16, 1.17, 1.18 [31; 35, с. 135]. Також, зводяться експериментальні висотні будівлі в м. Київ із основою в 36 поверхів та “крилами” в 23-15. У будинках – 530-640 квартир, підземні паркінги місткістю – 280-380 машино-місць [35, с. 136].

Одним з проектів, що реалізується на сьогоднішній день в Україні є багатофункціональний комплекс “Sky Towers” по пр. Перемоги (затверджена проектна висота складає 214,2 м, кількість поверхів – 47), який після завершення будівництва повинен стати найвищою будівлею країни [36]. Зведення каркасу громадського комплексу зображене на рисунку 1.19.

Таким чином, висотне будівництво в Україні не має чіткого нормативного обґрунтування, а лише настанови та рекомендації щодо їх зведення. Зокрема, висотне будівництво класифікується, як експериментальне, що не вписується в чіткі технологічні та організаційні рамки вітчизняного будівельного досвіду. На сьогодні існує велика кількість проектів висотних будівель, зокрема в м. Києві, що чекають реалізації та розробки нормативного та технологічного обґрунтування.

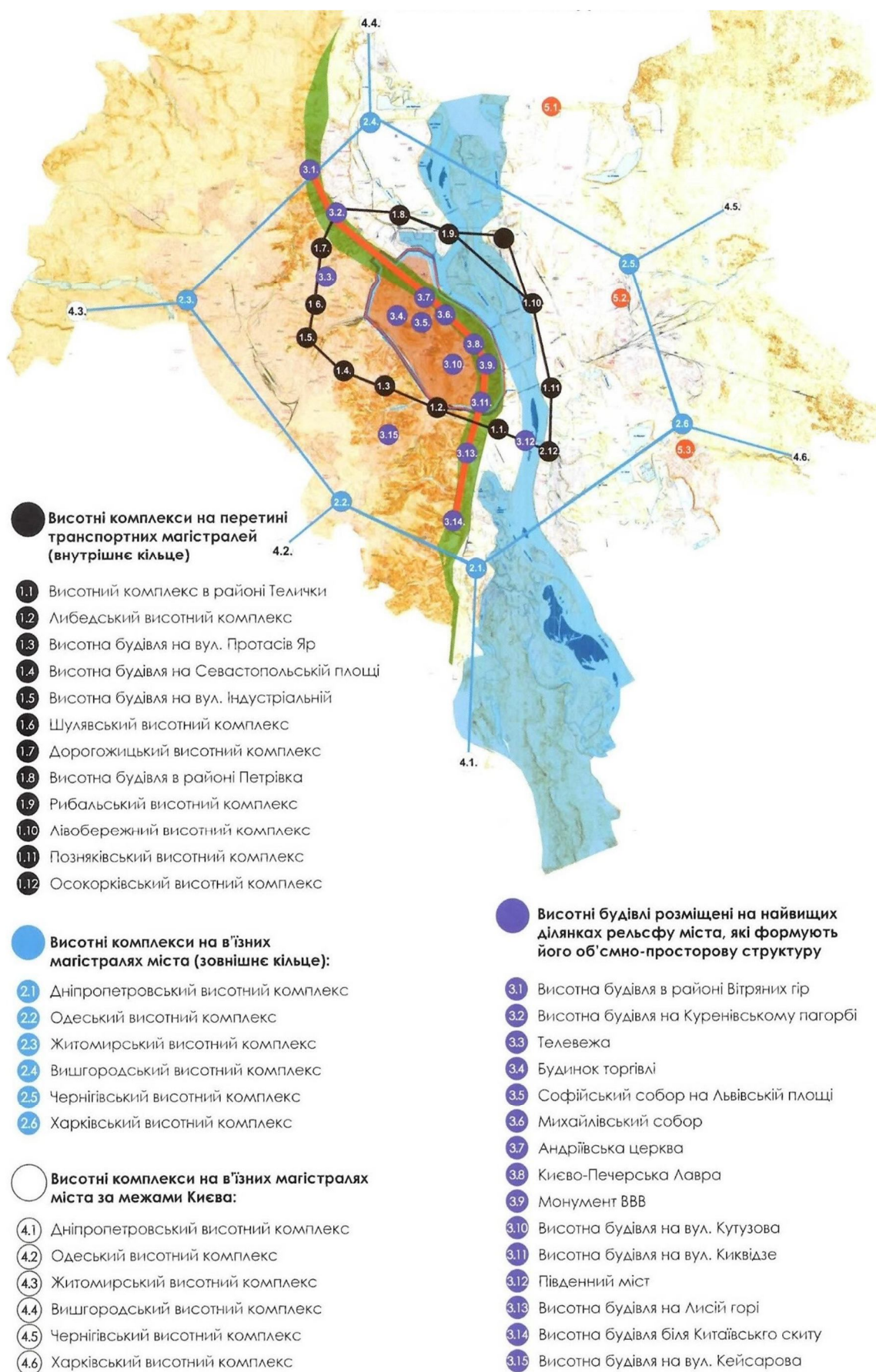


Рисунок 1.13 – Схема перспективного розміщення висотних будинків та комплексів у м. Києві, розроблена УАА

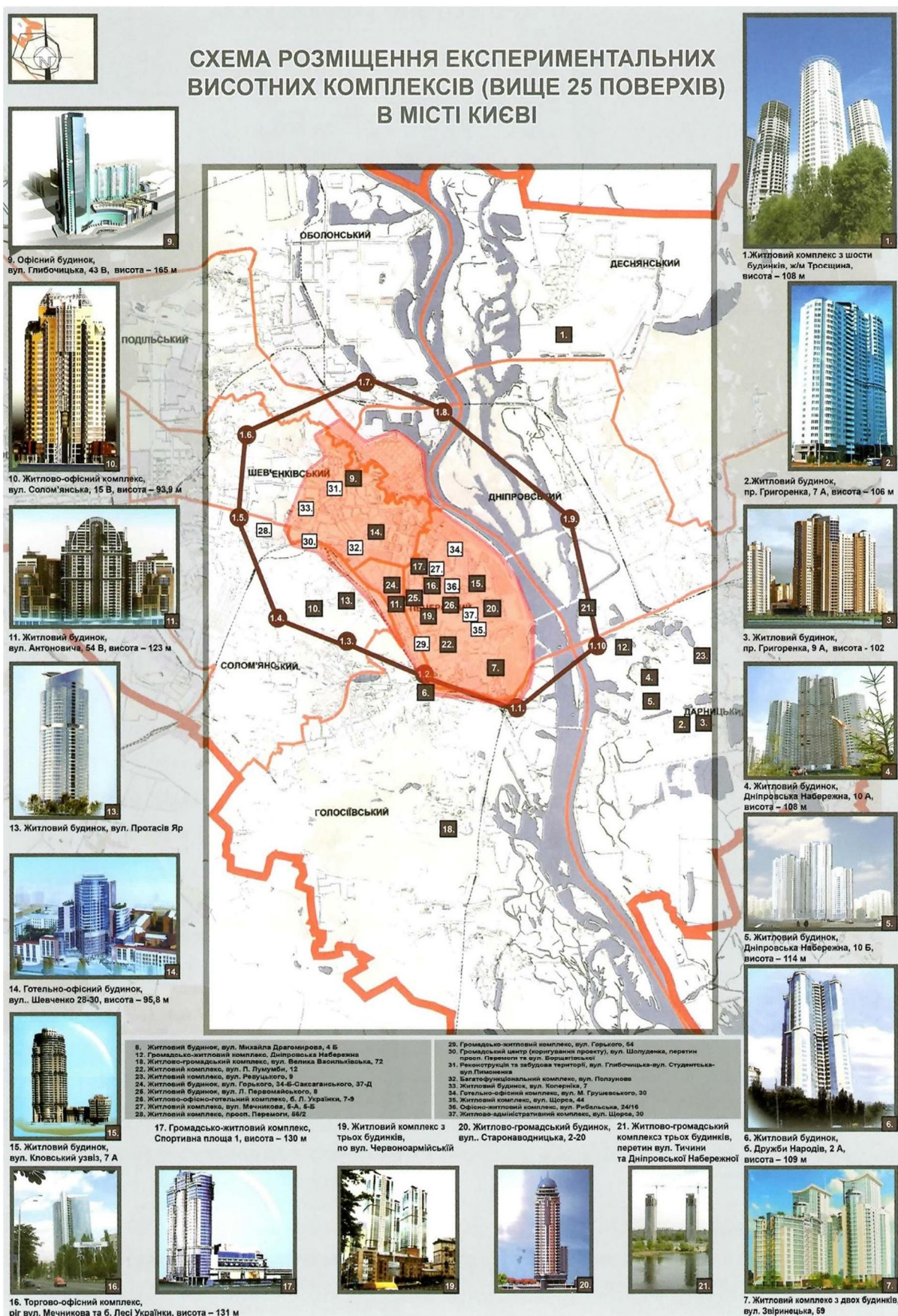


Рисунок 1.14 – Схема розміщення експериментальних висотних будинків та комплексів (м. Київ, Україна)



Рисунок 1.15 – Житловий комплекс “Башти” в м. Дніпро



Рисунок 1.16 – Житловий комплекс “Корона” № 1 в м. Київ



Рисунок 1.17 – Житловий комплекс “Срібний бриз” в м. Київ

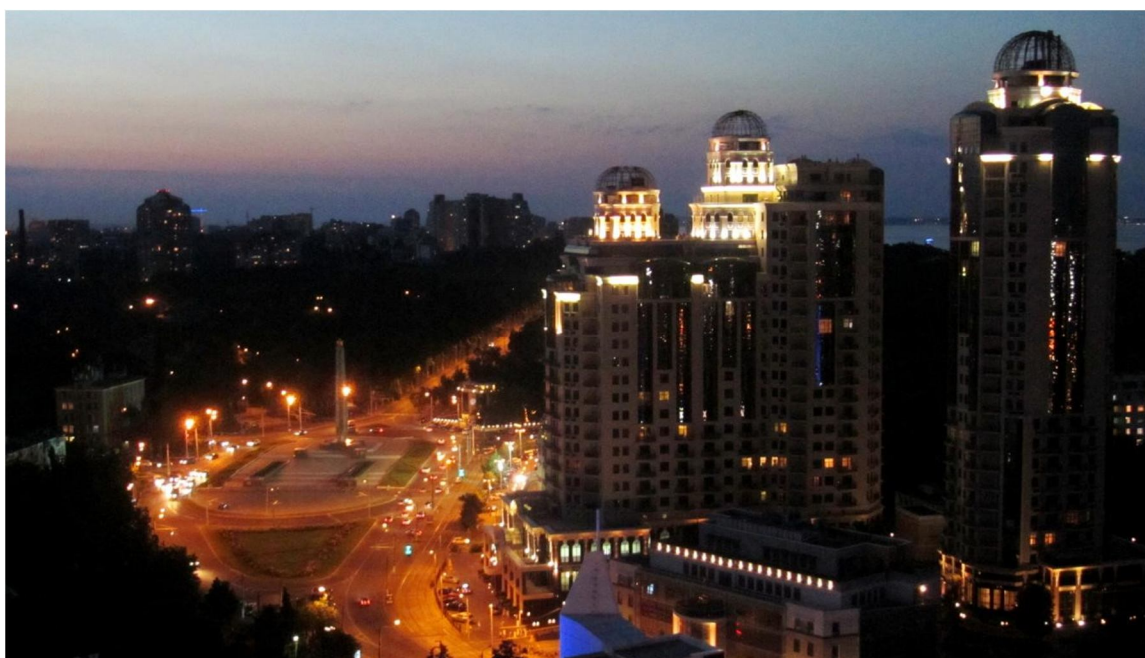


Рисунок 1.18 – Житловий комплекс “Ark Palace” в м. Одеса



Рисунок 1.19 – Зведення каркасу громадського комплексу “Sky Towers” в м. Київ

2 ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ

2.1 Комплексний аналіз технології зведення висотних будівель на прикладі житлового комплексу

Об'єктом дослідження є житловий комплекс з соціальною інфраструктурою і паркінгом та благоустроєм прилеглої території для загального користування населення.

Будівля вирішена в монолітно-каркасному варіанті в рамно-в'язевій схемі, яка наведена на рисунку 2.1.

Конструкція зовнішньої стіни з фасадною теплоізоляцією з індустріальним опорядженням та вентиляльованим прошарком. Зовнішні стіни цегляні товщиною 250 мм. Внутрішні стіни: міжквартирні стіни – газоблок товщиною 300 мм, внутрішньо квартирні перегородки – газоблок товщиною 100 мм, стіни приміщень санвузлів – цегляні 120мм та 250 мм. Сходи – збірні залізобетонні.

Житловий будинок передбачено багатопверховим (24-25 поверхів), двосекційним, наближеним до прямокутної форми в плані з розмірами між крайніми осями 81,6х21,4 м з підвальним поверхом, що показано на рисунку 2.2 [37].

Висота поверхів:

- підвалу – 2,6 м;
- перший поверх – 3,9 м;
- 2-24 житлові поверхи – 3,0 м;
- 25-ий поверх – 3,3 м;
- висота технічних приміщень на відм. +72,600 – 3,0 м;
- висота технічних приміщень на покрівлі на відм. +79,500 – 2,5 м.



Рисунок 2.1 – Конструктивна схема будівлі



Рисунок 2.2 – Архітектурний макет будівлі

Основні несучі конструкції будинку: монолітні залізобетонні колони, стіни, стіни сходових кліток і ліфтових шахт, монолітні залізобетонні балки й перекриття; - плити перекриття товщиною 200 мм.

Основні зовнішні конструкції, що обгороджують:

1. Стіни із керамічної пустотілої й повнотілої цегли; тверді негорючі мінераловатні плити.
2. Навісні вентильовані фасади та системи скріпленої теплоізоляції, світлопрозорі огороджуючі конструкції.

Внутрішні стіни й перегородки виконані:

- із червоної повнотілої цегли товщиною 120-250 мм на цементному розчині М100;
- з газобетонних блоків щільністю 500 кг/м³ товщиною 150 мм; з монолітного залізобетону.

Покрівля плоска рулонна з утеплювачем. Фундаменти – пальово-плитний: буроін'єкційні палі Ø 620 мм, плитний ростверк товщиною 1 м [37].

Змінення поперечного перетину несучих вертикальних конструкцій будівлі відбувається на відм. +36,800, перехід класу бетону з В 30 до В 25 – на відм. +18,800. При цьому змінюються діаметр робочої (вертикальної) арматури як по висоті будівлі, так і за видами конструктивних елементів, що зазначено в таблиці 2.1 [38].

Таблиця 2.1 – Змінення класу бетону та діаметра робочої арматури по висоті будівлі та видами конструктивних елементів

| Конструктивні елементи | Відмітка | Ширина поперечного перетину, мм | Клас бетону | Діаметр арматури, мм |
|------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------|----------------------|
| Стіни | -0,100...+18,600 | 250 мм | В 30 | Ø 12 А500С |
| | +18,800...+24,600 | | В 25 | |
| | +24,800...+36,600 | 200 мм | | Ø 10 А500С |
| | +36,800...+72,800 | | | |

Продовження таблиці 2.1

| | | | | |
|--------|-------------------|--------|------|------------|
| Пілони | -0,100...+18,600 | 300 мм | В 30 | Ø 20; Ø 25 |
| | +18,800...+24,600 | | В 25 | A500C |
| | +24,800...+72,800 | | | Ø 16; Ø 20 |
| | +36,800...+72,800 | | | A500C |

Рельєф ділянки рівнинний з абсолютними відмітками 101,6-100,4 м. Невеликий ухил у південному напрямку.

На ділянці присутні металеві гаражі та опори зовнішнього освітлення, що були демонтовані згідно майнових документів та завдання на проектування.

На ділянці проектування також присутні зелені насадження, частина яких зрізана згідно актів обстеження.

Проектом передбачено переніс всіх інженерних мереж, які потрапляють в зону будівельного майданчика [39].

Ділянка розташована поза межами санітарно-захисних зон від підприємств. Згідно Схеми планувальних обмежень за матеріалами Генерального плану розвитку м. Києва до 2020 року територія проектування не потрапляє до зони обмеження польотів, в межі зони можливого підтоплення ґрунтовими водами, зони можливого виникнення зсувів. Згідно схеми озеленення та рекреаційних територій, ділянка розташована поза охоронними зонами об'єктів природно-заповідного фонду.

Проектом передбачалося зведення будівель об'єкта в дві черги:

- I черга будівництва – будівництво 25-ти поверхового житлового будинку та трансформаторної підстанції 10/0,4 кВа;
- II черга будівництва – будівництво наземного паркінгу на 183 машино-місця.

Коригуванням проекту передбачається:

1. I черга будівництва – в частині збільшення поверховості житлового будинку №1 (об'єкт дослідження) на 25-26 поверхів.

2. II черга будівництва – збільшення поверховості наземного паркінгу відкритого типу 8 поверхів зі збільшенням кількості машино-місць до 291.
3. III черга будівництва – розміщення в межах ділянки будинку №2 25-26 поверхів з підземним паркінгом, трансформаторної підстанції 10/0,4 кВа.
4. IV черга будівництва – будівництво житлового будинку №3 25-26 поверхів з підземним паркінгом.

Будмайданчик огорожується двометровою суцільною огорожею відповідно ДСТУ Б В.2.8-43:2011 “Огородження інвентарні будівельних майданчиків і ділянок виробництва будівельно-монтажних робіт”[39].

Будівництво передбачається за допомогою двох самопідйомних приставних баштових кранів FO 23B та Potain MC 175B, які зображені на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Зведення каркасу будівлі за допомогою баштових кранів FO 23B та Potain MC 175B

В організації будівництва об'єкта дослідження вантажно-пасажирські підйомники будуть встановлені після завершення зведення монолітного каркаса будівлі.

Транспортування бетону для потреб будівництва виконується централізовано в автобетонозмішувачах. До місця укладання подається бетононасосом чи в баддях.

Тимчасові приміщення облаштовуються згідно будгенплану, який наведений у Додатку А. Тимчасові приміщення повинні повністю відповідати санітарно-гігієнічним вимогам. На будгенплані показані механізми, за допомогою яких виконуються монтажні роботи, огорожа, тимчасовий проїзд та місце розвантаження автотранспорту.

В процесі будівництва, будівельне сміття вивозиться на полігонгон будівельного сміття. Вивезення буде проводитись у самоскидах, кузови яких повинні накриватись брезентом, а сміття – змочуватись для запобігання забруднення атмосферного повітря під час навантаження і перевезення.

Колеса машин, виїжджаючих з будмайданчика, очищуються від сміття та бруду і обмиваються водою [39].

Будівельно-монтажні роботи зі зведення надземної частини будинку ведуться послідовно:

1. Обладнання монолітних залізобетонних колон, стін, діафрагм жорсткості.
2. Монтаж сходових маршів, вентиляційних блоків.
3. Обладнання монолітних залізобетонних перекриттів.
4. Цегляна кладка зовнішніх і внутрішніх стін проводиться з відставанням у 3-5 поверхів.
5. Обладнання покрівлі.
6. Заповнення дверних і віконних прорізів.
7. Монтаж світлопрозорих огорожуючих конструкцій.
8. Опоряджувальні роботи фасадних систем.
9. Монтаж внутрішніх перегородок.

10. Обладнання підлог.
11. Опоряджувальні роботи.
12. Монтаж внутрішніх електротехнічних і сантехнічних систем.
13. Монтаж устаткування, пусконаладжувальні роботи; благоустрій.
14. Здача-приймання об'єкта.

Після закінчення будівельних робіт проводиться:

- остаточне вивезення будівельного сміття;
- ліквідація наслідків будівництва; - повний благоустрій території.

Відповідно до рекомендацій СНиП 3.03.01-87 “Несущие и ограждающие конструкции” [40, 41] і ДБН А.3.1-5-2009 “Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення” [42] будівля зводиться потоковим методом при комплексній механізації транспортних, вантажно-розвантажувальних і монтажних робіт з використанням ефективного монтажного устаткування й інструментів.

При поточковому будівництві здійснюється умовне розподілення об'єкта на захватки. Захватка являє собою частину будівлі, на якій у технологічній послідовності виконуються всі цикли елементарних потоків, що входять до складу обумовленого спеціалізованого потоку. Кількість захваток визначається кількістю повторюваних елементів планування (прольоти, секції, поверхи) об'єкта, його конструктивними розподіленням (температурні й осадочні шви).

Згідно [39], об'єктний потік включає наступні спеціалізовані потоки:

- потік А – Підготовчі роботи;
- потік Б – Земляні роботи;
- потік В – Фундаментні роботи;
- потік Г – Обладнання введень;
- потік Д – Зведення надземної частини;
- потік Е – Покрівельні роботи;
- потік Ж – Внутрішні будівельні роботи;
- потік З – Електромонтажні роботи;
- потік И – Внутрішні сантехнічні роботи;

- потік К – Опоряджувальні роботи;
- потік Л – Благоустрій;
- потік М – Пусконаладжувальні процеси й здача в експлуатацію;

Виконання робіт із зведення каркасу будинку виконується паралельно, з відставанням робіт на 1 поверх на 2-й секції будівлі [39].

Техніко-економічні показники та графік будівництва житлового комплексу наведені відповідно у Додатках Б, В.

При зведенні висотної житлової будівлі, що досліджується, транспортування бетонної суміші на будівельний майданчик виконується в автобетонозмішувачах від ТОВ “Бетон Комплекс” (розміщується на території колишнього “Заводу залізобетонних виробів №5” в м. Київ), що входить до складу Асоціації “Промислово-будівельна група “Ковальська”.

Автобетононасоси з розподільною стрілою подають бетонну суміш при зведенні підземної частини і перших поверхів будівлі. Стационарний бетононасос з переналагоджуваним бетоноводом, який зображений на рисунку 2.4, забезпечує безперебійну подачу бетонної суміші на всю висоту будівлі.



Рисунок 2.4 – Стационарний бетононасос “Putzmeister”

Бетоновод влаштовується всередині будівлі найбільш наближено в плані до визначених захваток для забезпечення виробництва бетонних робіт на усьому монтажному горизонті. Бетоновод розташований в спеціальному дерев'яному коробі 30х30 см, який закріплюється до стіни та забезпечує надійну фіксацію бетоноводу, що наведено на рисунку 2.5.



а – всередині будівлі; б – на технологічній захватці монтажного горизонту

Рисунок 2.5 – Влаштування переналагоджуваного бетоноводу

Розподіл і подачу суміші в конструкції виконують механічною розподільною стрілою, яка монтується на технологічній захватці монтажного горизонту. Монтаж розподільної стріли та бетонування плити перекриття будівлі показано відповідно на рисунках 2.6, 2.7.

Застосування механічної розподільної стріли на монтажному горизонті технологічно доцільно застосовувати лише для бетонування горизонтальних конструкцій. Тому в технології бетонних робіт на об'єкті дослідження бетонування вертикальних конструктивних елементів виконується за допомогою бадді об'ємом 1-2 м³, яка транспортується на монтажний горизонт

баштовим краном. Бетонування вертикальних конструкцій наведено на рисунку 2.8.

В технології бетонних робіт, зокрема в зимовий період будівництва, бетонування конструкцій будівлі, що досліджується, виконувалось з прогрівом бетону гріючими ізольованими дротами.

Нагрівання бетону здійснюється теплотою, що виділяється електричними дротами з високим омичним опором при підключенні їх у мережу. Нагрівальні дроти можуть бути закладені безпосередньо в масив монолітної залізобетонної конструкції для нагрівання її зсередини.



Рисунок 2.6 – Монтаж механічної розподільної стріли “Putzmeister” на технологічній захватці монтажного горизонту



Рисунок 2.7 – Бетонування плити перекриття за допомогою механічної розподільної стріли “Putzmeister”

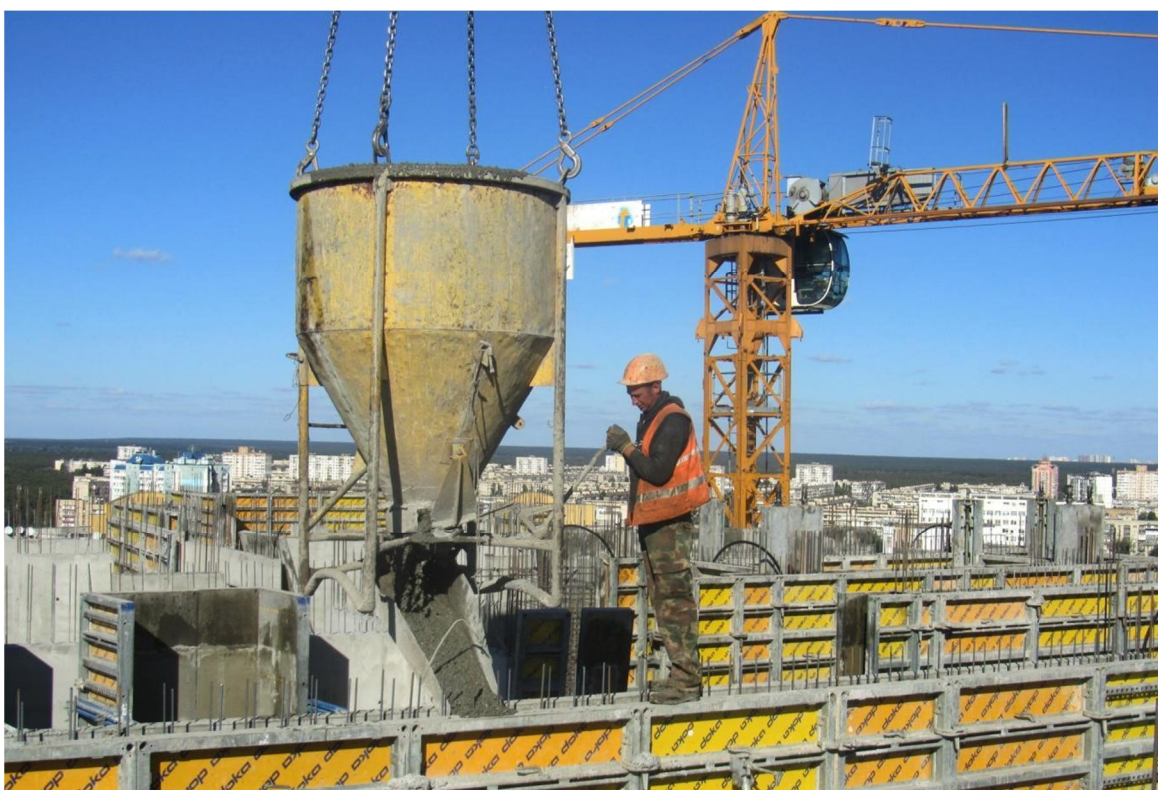


Рисунок 2.8 – Бетонування вертикальних конструктивних елементів

Дроти закладаються так, щоб не нанести механічних ушкоджень їх ізоляції й не викликати тим самим короткого замикання струмонесучої жили з

арматурою, зі сталевією опалубкою або з іншими металевими деталями, що може відбутися в процесах опалубних і арматурних робіт, а також укладання бетонної суміші. Контактні з'єднання дротів виконується щільними, іскріння в контактах недопускається.

Нагрівальні дроти підключаються до мережі після повного проектного заливання в опалубку бетонної суміші. Рекомендується передбачати підключення до мережі проводів, як правило, у нічний час із метою скорочення витрат, допускаючи перерви до 7 годин при електроживленні в денний час. Тривалість перерв залежить від теплоаккумуляторних властивостей бетону, масивності конструкції, товщини утеплювача, температури повітря й установлюється дослідним шляхом за допомогою будівельної лабораторії [37].

Режим термообробки бетону визначається при наступних обмеженнях:

- різниця між температурами повітря й нагрітого бетону ухвалюється до 50-60°C и не більш 95°C;
- швидкість нагрівання бетону для конструкцій з модулем поверхні охолодження 4-6 і 7-10 повинна бути не більш, відповідно, 6 і 10°C/год;
- час ізотермічного витримування бетону ухвалюється завчасно;
- швидкість остигання для конструкцій з модулем поверхні охолодження 4-6 і 7-10 повинна бути не більш, відповідно, 3 і 5°C/год;
- різниця температури зовнішнього шару бетону з коефіцієнтом армування, близько 3% і повітря при розпалубці для конструкцій з модулем поверхні охолодження 4 і 5 повинна бути не більш, відповідно, 30 і 40°C.

Режими нагрівання, ізотермічної витримки й остигання бетону підтримувати автоматично шляхом використання датчиків температури, що вбудовуються в бетон, і автоматичного обладнання, що підключається до силового встаткування. Автоматизація процесу дозволяє оптимізувати режим термообробки бетону й підвищити якість бетонування, сприяє, крім того, економії електроенергії до 25 %.

Опалубка й арматура повинні бути очищені від снігу й полою, наприклад, продувкою зі шланга гарячим повітрям.

Покладені (намотані на арматуру) нагрівальні дроти також слід зберігати від снігу й полою. Через танення снігу й полою в процесі нагрівання бетону можуть виникнути каверни, свищі, порожнини в бетоні, що неприпустимо [3, с. 396; 37].

Зварювання арматури для висотних будівель неприпустиме внаслідок появи наплавляючого шару металу, зменшення товщини арматури, внаслідок чого, це веде до крихкості та піддатливості зварного з'єднання. Тому, на об'єкті дослідження застосовується технологія в'язки арматури в будівельних умовах з використанням спеціального в'язального гачка, що показано на рисунках 2.9, 2.10. Монтаж арматури стін і колон виконується в наступній послідовності:

1. Перевіряється фіксація каркасів випусків під колони й стіни, при цьому відхилення не повинні перевищувати зазначених величин.

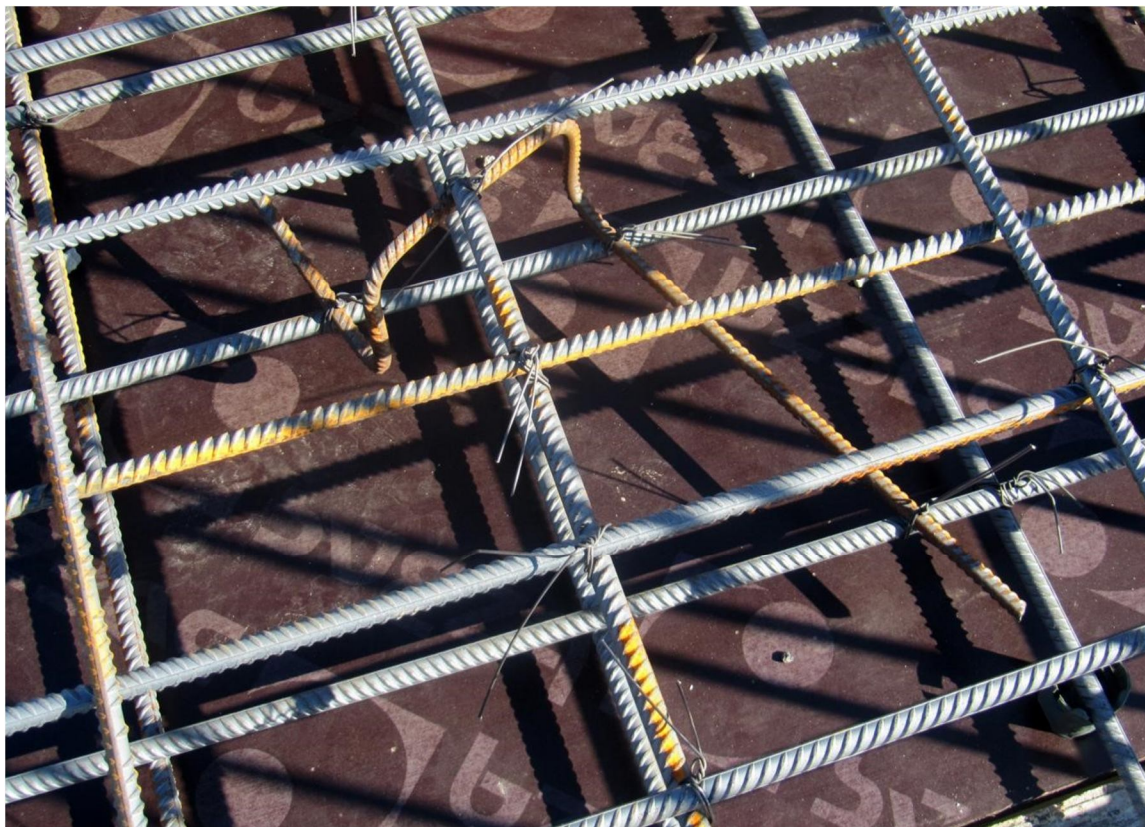


Рисунок 2.9 – З'єднання арматурних стрижнів плити перекриття за технологією ручної в'язки



Рисунок 2.10 – З'єднання арматурних стрижнів вертикальних елементів за технологією ручної в'язки

2. Стропуються й подаються каркаси до місця установки за допомогою баштового крана.
3. Установлюються каркаси по винесених оцінках відповідно до проекту.
4. Установлюються фіксатори для утвору захисного шару бетону.
5. Закріплюються встановлені каркаси до випусків арматур з елементів, що розташовані нижче.

У торцях стін або місцях прорізів установлюються посилені каркаси, щоб вони не виступали за арматурні сітки [37].

При армуванні стін одночасно з установкою арматур у місцях, передбачених проектом, установлюються тимчасові коробки або інвентарні прорізоутворювачі, закріплюються на проектних оцінках гільзи й труби для розведення електромережі.

При армуванні стін з окремих стрижнів до їхньої установки, користуючись шаблоном або рулеткою, розмічаються місця розташування вертикальних і горизонтальних стрижнів.

Спочатку встановлюються всі вертикальні стрижні, прив'язуються до них по одному нижньому й верхньому горизонтальному стрижню, а потім в'язуться інші горизонтальні стрижні по всій висоті стін.

Зварені сітки при армуванні стін в'язуться до випусків нижче розташованої стіни й установленим каркасам в'язальним дротом, при цьому захоплюються петлею дроту пересічні стрижні двох сіток.

Допускається в'язання вузлів у шаховому порядку, крім двох крайніх стрижнів по контуру. Армування вертикальних конструкцій проводиться з підйомно-переставного риштування. Армування колон може проводитися як готовими каркасами, так і з окремих стрижнів. Якщо маса каркаса не перевищує 50 кг, то він в'яжеться в горизонтальному положенні та встановлюється вручну. Якщо маса каркаса більш 50 кг, то він встановлюється за допомогою крана, каркас теж збирається й зв'язується в горизонтальному положенні, а потім краном ставиться на місце. При армуванні колон окремими стрижнями, каркас збирається й в'яжеться на місці з риштування. При цьому вертикальні стрижні кріпляться до випусків арматур нижче розташованих колон [37].

Таким чином, технологічних стан висотного будівництва в Україні наближений до світової практики та набуває розвитку у даному технологічному напрямку. Монолітний каркас висотних будівель в більшості випадків виконується в рамно-в'язевій схемі. Змінення поперечного перетину, класу бетону та діаметра робочої арматури вертикальних конструкцій по висоті будівлі дає змогу зменшити навантаження несучих елементів та об'єм витрат на матеріали на більших відмітках. На будівельний майданчик бетонна суміш транспортується в автобетонозмішувачах від централізованого бетонного вузла. Бетонування вертикальних конструктивних елементів виконується баддями, горизонтальних – за допомогою механічної розподільної стріли. В технології арматурних робіт використовується ручна в'язка стрижнів. Організація будівництва виконується згідно чинних законодавчих норм.

2.2 Дослідження технології опалубних робіт на прикладі житлового комплексу

Для бетонування стін житлового будинку використовується рамна опалубка “Дока”, яка складається з:

- каркаса – елементів легких алюмінієвих рам з порошковим покриттям;
- палуби – листові фанерні плити товщиною 21 мм;
- риштування для бетонування;
- швидкодіючих затискних пристосувань (замків) “Frami”;
- універсальних фіксуєчих штифтів “Frami”.

Виходячи з планувальних особливостей будинку та холодного періоду року, вертикальні конструкції в межах однієї секції виконуються за 2 захватки.

Орієнтовна схема розташування захваток показана на рисунку 2.11 [37].

В умовах будівельного майданчика виконується:

1. Приймання елементів опалубки, сортування і складування.
2. Збирання опалубних щитів, при необхідності укрупнення і об’єднання в опалубні блоки.
3. Влаштування, вивірка щитів і остаточне з’єднання стиків.

Опалубні щити збирають з алюмінієвих рам і фанерних плит, які кріпляться зовні самонарізними шурупами. Фанера є зносостійкою, сприйнятливою до динамічних впливів, що дозволяє отримати високоякісну бетонну поверхню.

Опалубку збирають з щитів, що мають два параметри висоти – 150 і 120 см і п’ять параметрів ширини – 90 см, 75 см, 60 см, 45 см, 30 см.

Стропування та підйом щитів опалубки виконується за допомогою двогілкового стропа. Подача щита опалубки на монтажний горизонт показана на рисунку 2.12.

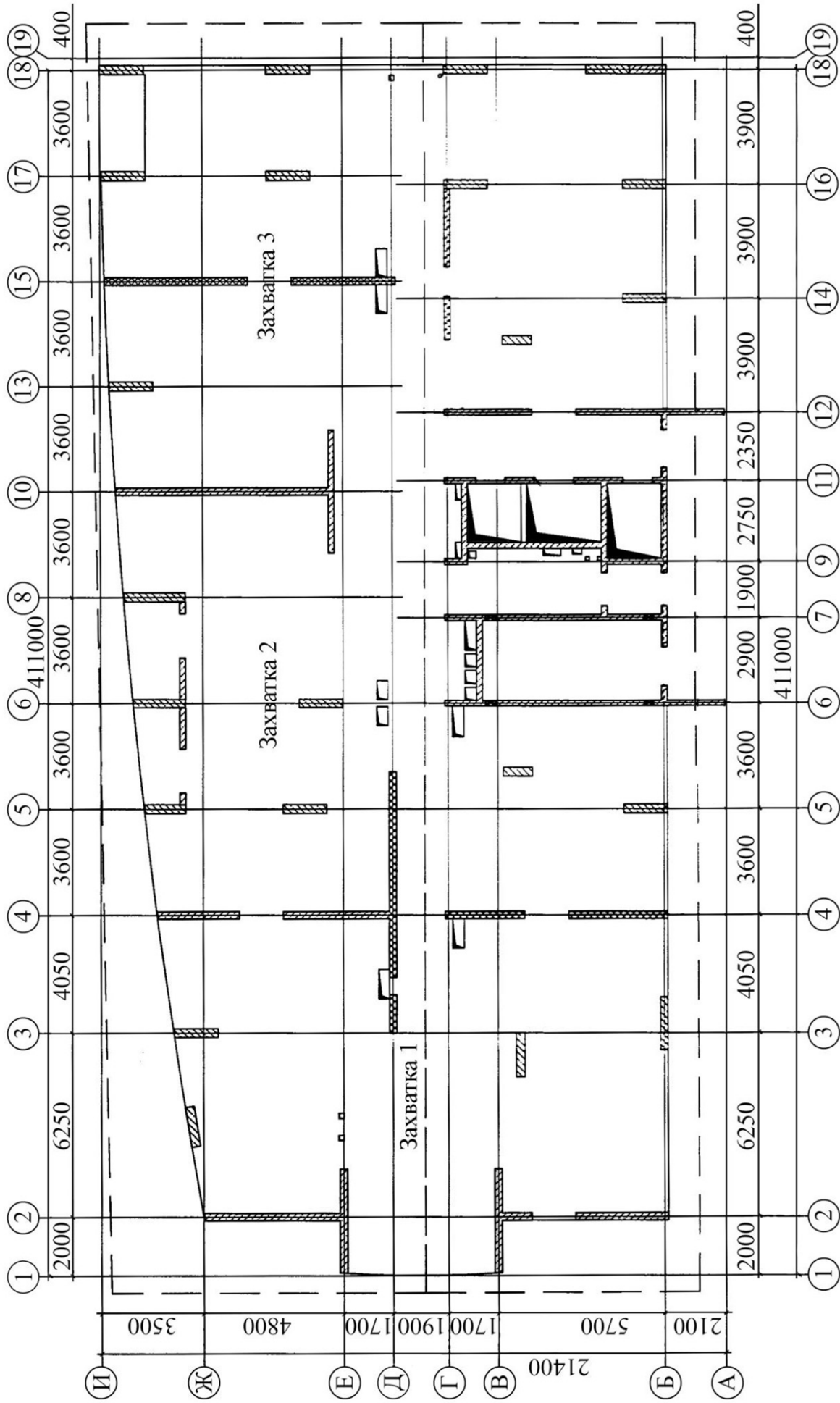


Рисунок 2.11 -Схема розміщення захваток для опалублення вертикальних елементів будівлі (на одну секцію)



Рисунок 2.12 – Подача щитів опалубки на монтажний горизонт будівлі

Улаштування всіх елементів залізобетонного каркасу повинно проводитися в наступній послідовності:

- геодезична розбивка осей і габаритів;
- улаштування засобів риштування;
- змащення поверхні опалубки, що стикається з бетоном;
- улаштування й в'язання арматури, улаштування закладних деталей;
- улаштування опалубки для формування прорізів;
- улаштування, вивірка й закріплення опалубки;
- остаточна геодезична вивірка опалубки;
- бетонування;
- вивірка опалубки, заповненою бетонною сумішшю;
- зняття кріплень і демонтаж опалубки; - очищення опалубки.

Монтаж опалубки виконується в технологічній послідовності операцій, черговість яких дозволяє дотриматись технологічних вимог до бетонування.

Згідно [37, 43], монтаж опалубки стін виконується в наступному порядку:

1. Встановлення щитів опалубки в проектне положення виконується за рисками, нанесеними на перекриття поверху згідно базису з одночасною вивіркою вертикальності щитів по розбивочним осям теодолітами.
2. По виконаних оцінках за допомогою крана, починаючи з кута, встановлюється внутрішній кутовий щит. До нього кріпиться лінійний щит опалубки за допомогою замків.
3. Щити до розстропування закріплюються до основи за допомогою монтажних підкосів. Кріплення повинне бути виконано особливо ретельно, щоб уникнути перекидання щитів опалубки.
4. За допомогою монтажних розкосів проводиться вивірка вертикальності встановлених щитів.
5. Установлюється лінійний щит опалубки з іншої сторони кутового щита й розкріплюється монтажним підкосом.
6. Усі інші лінійні щити опалубки встановлюються по периметру стіни, скріплюються один з одним замками й відразу ж фіксуються монтажними підкосами від зрушення й вітрового навантаження. Установлені щити опалубки приводять у вертикальне положення за допомогою гвинтів монтажних підкосів. Точність установки перевіряється по схилу. Монтажні підкоси встановлюються до кожного щита й кріпляться до основи за допомогою дюбелів для більших навантажень. Для установки замків може використовуватися монтажний столик.
7. Для сприйняття бокового тиску від укладеної бетонної суміші застосовуються внутрішні кріплення з анкерних стяжок, що з'єднують протилежні щити опалубки. Між щитами встановлюються ПВХ втулки крізь спеціально виконані отвори в палубі щитів. У втулки пропускаються анкерні стягуючі стрижні, які затягуються гайковим ключем. Конструкція втулок та влаштування стяжок показані відповідно на рисунках 2.13, 2.14.
8. По верхній частині скріплених щитів через 1,25 м навішуються консолі з робочим настилом для виконання бетонних робіт. Для підйому на робочий настил передбачається начіпні сходи.



Рисунок 2.13 – Конструкція ПВХ втулок для утримання анкерних стяжок

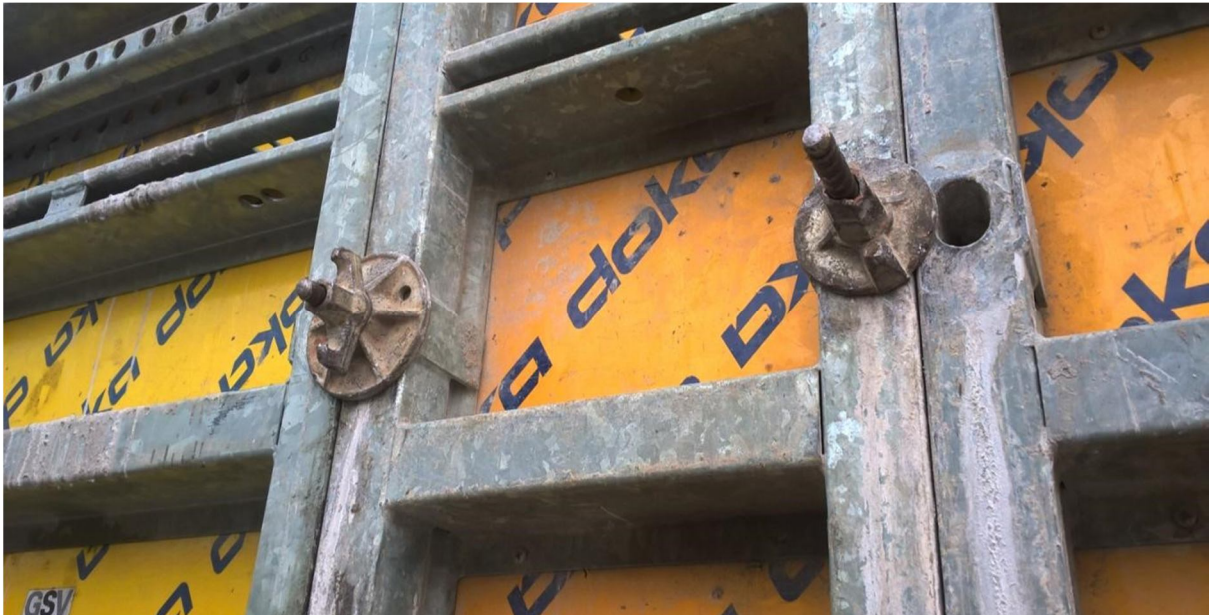


Рисунок 2.14 – Влаштування анкерних стяжок в щитах опалубки

При демонтажі опалубки анкерні стяжки витягуються з втулок, які залишаються забетонованими в стіні. Утворені отвори для втулок в тілі конструкції, які зображені на рисунку 2.15, в подальшому замонолічуються.



Рисунок 2.15 – Отвори для втулок, утворені в тілі бетонної конструкції

Схема обладнання опалубки для бетонування стіни та колони за допомогою універсальних щитів показана на рисунку 2.16.

Завантаження конструкцій по досягненню необхідної міцності бетону зазначені в таблиці 2.2.

Змонтовані щити опалубки показані на рисунку 2.17.

Розпалублення конструкцій виконують тільки після набору ними мінімально необхідного відсотка проектної міцності [37].

Демонтаж опалубки стін виконується в наступній послідовності:

- видаляють розкоси;
- вибивають клини з затискних пристосувань і видаляють їх;
- видаляють затискні пристрої; - розбирають короб стін.

Відрив від бетону та роз'єднання внутрішньої опалубки і щитів зовнішнього контуру при відсутності монтажних риштувань виконуються після тимчасового закріплення опалубки на вантажопідіймальному механізмі.

Всі щити, розкоси, затискні пристрої, стягуючі стрижні, стяжки повинні бути очищені від бетонного розчину за допомогою скребків і металевих щіток. Забороняється застосовувати для цих цілей молотки або інший інструмент ударної дії. Всі з'єднання після очищення повинні бути змащені.

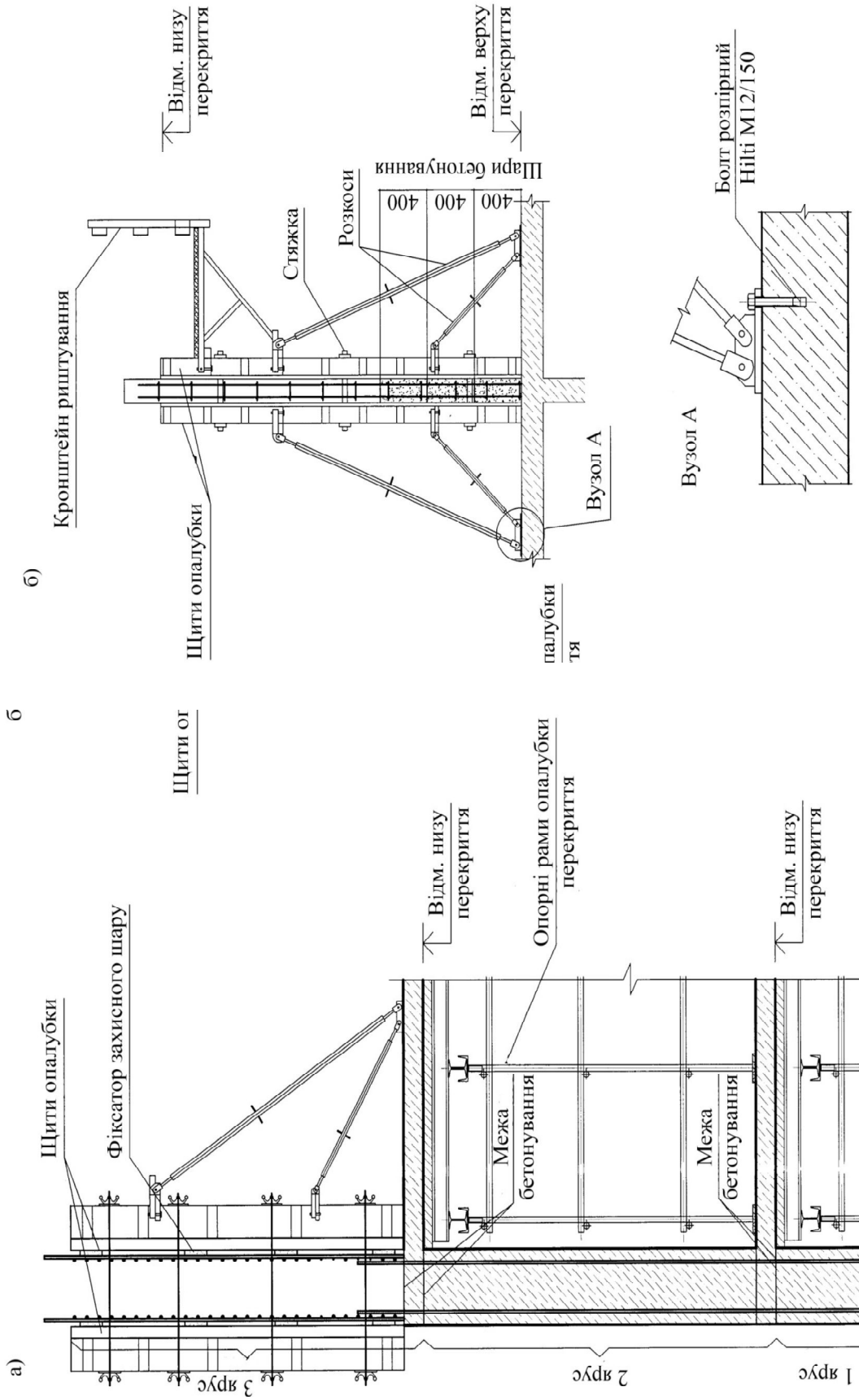


Рисунок 2.16 - Технологічні схеми улаштування опалубки для вертикальних елементів



Рисунок 2.17 – Зведення каркасу будівлі з використанням комбінованої щитової опалубки “Doka”

Готовність змонтованої опалубки до бетонування стін і колон повинна бути оформлена актом. Після закінчення робіт на одній захватці й пред’явлення їх технічному нагляду, приступають до робіт по зведенню конструкцій наступної захватки.

На всі роботи виконані в межах однієї захватки повинні бути складені відповідні акти на приховані роботи. В разі виявлення дефектів конструкцій на них складається відповідний акт. Виконання робіт та методи усунення дефектів на ділянці дозволяється тільки після прийняття рішення технічним наглядом служби замовника та авторським наглядом проектної організації [37].

Чисельний та професіональний склад спеціалізованої ланки на виконання робіт складає 5 чоловік, в т. ч.:

- автокранівник 5 розряду – 1 люд.;
- такелажник 1 розряду – 1 люд.;
- монтажник 4 розряду – 1 люд.; - монтажник 2 розряду – 2 люд.

При виконанні робіт слід дотримуватися вимог з контролю якості згідно [40], та заходів з охорони праці згідно [42].

Отже, в сучасній технології бетонування вертикальних конструктивних елементів висотних будівель застосовується інвентарна щитова опалубка. Вибір такої опалубної системи обумовлений багаторічним вітчизняним досвідом застосування щитової опалубки при зведенні конструкцій будівель та споруд.

2.3 Аналіз існуючих систем нез'ємної опалубки в сучасному будівництві

Нез'ємною опалубкою (опалубка-облицювання, неінвентарна) називають опалубку, що залишається після бетонування в тілі монолітної конструкції. Деталі кріплень та підтримуючі елементи в залежності від конструктивних рішень можуть бути з'ємними та нез'ємними [44-46].

Основною перевагою такої опалубки є її багатофункціональність, так як спочатку вона служить формою для бетонної суміші, а на стадії експлуатації конструкції може виконувати інші функції (гідроізоляції, облицювання).

Нез'ємні опалубки класифікують:

- за матеріалом – армоцементні, залізобетонні, склоцементні, фібробетонні, металеві;
- по конструкції – плоскі, ребристі, профільні, уніфіковані дірчасті блоки;
- за функціональним призначенням – формотворчі, облицювальні, тепло- та гідроізоляційні.

Види нез'ємних опалубок показані нарисунку 2.18 [46, с. 4].

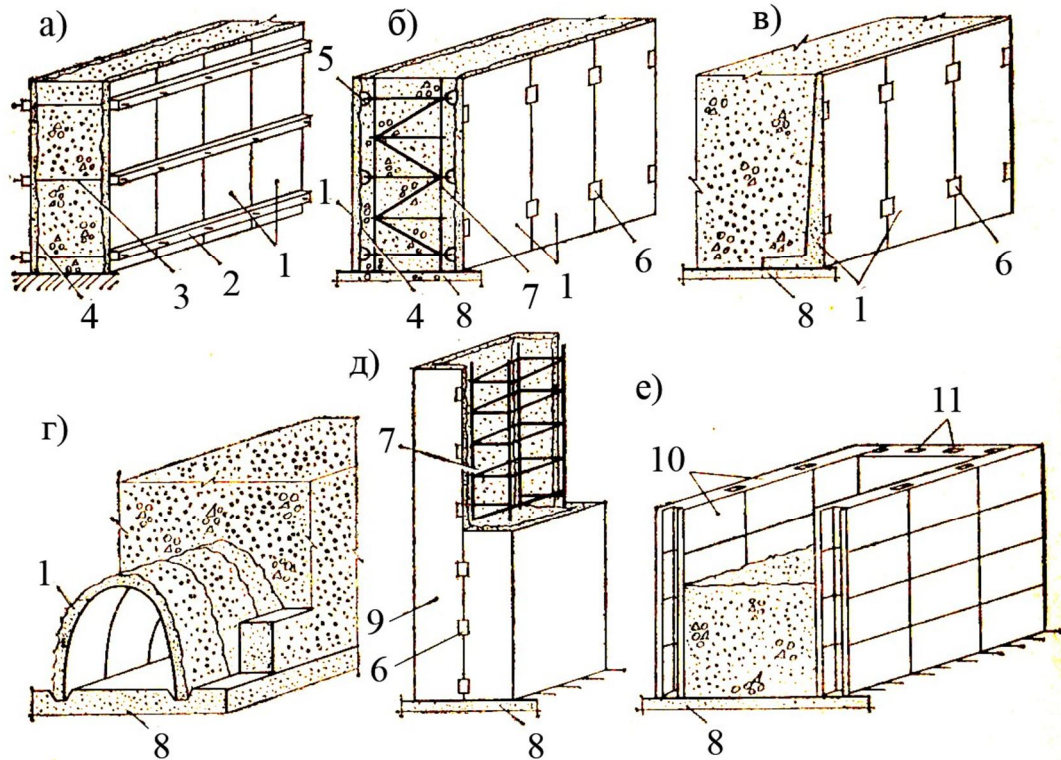
Також, згідно [48, с. 15; 49, с. 36], конструкції нез'ємних опалубок за експлуатаційною взаємодією з бетоном класифікують:

1. Структурно не сприймаючі (не несучі).
2. Структурно сприймаючі (несучі).

Структурно не сприймаюча нез'ємна опалубка композиційно не взаємодіє з бетоном та не впливає на міцність перетину монолітної конструкції в процесі

експлуатації. Така опалубка може виконувати функції захисту, облицювання, тепло- та гідроізоляції.

Структурно сприймаюча нез'ємна опалубка впливає на міцність перетину монолітної конструкції (збільшення граничного стану за міцністю), а на стадії експлуатації може виконувати вищезазначені функції структурно не сприймаючої опалубки.



а, б – з плоских плит; в – з L-подібних залізобетонних плит;

г – з профільних плит; д – зі шкарлуп; е – з уніфікованих дірчастих блоків;

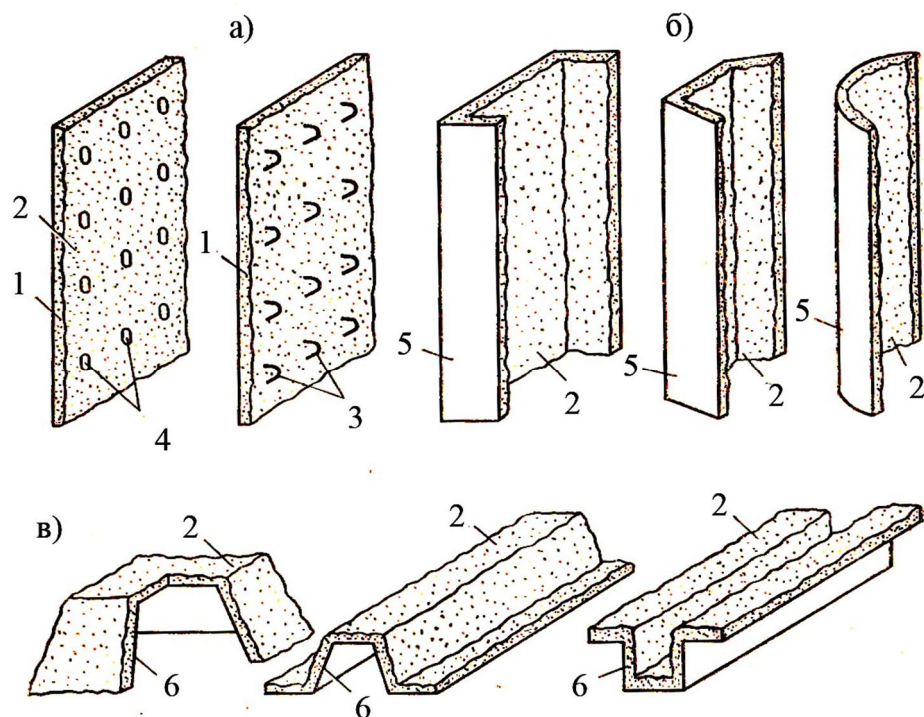
1 – опалубна плита; 2 – прогон (схватка); 3 – тяж; 4 – активна поверхня плити; 5 – анкерна петля; 6 – накладка; 7 – арматурний каркас; 8 – бетонна підготовка; 9 – профільний опалубний елемент; 10 – уніфікований дірчастий блок; 11 – вертикальний колодязь

Рисунок 2.18 – Види нез'ємних опалубок

Застосування структурно сприймаючої опалубки може привести до значної зміни акцентів щодо основних вимог в процесі проектування складеного

перерізу конструкції. Розробка структурно сприймаючі опалубки має виконуватися на основі стандартів, що застосовуються до готової конструкції [28].

Армоцементні опалубні плити-оболонки (плоскі і профільні) товщиною 25-35 мм, шириною 1 м і довжиною до 3,5 м виготовляються з цементно-піщаного дрібнозернистого бетону з армуванням металевими або комбінованими тканими сітками. Вони мають шорстку (активну) поверхню, а при необхідності – анкерні петлі-випуски. Розміри і конфігурація армоцементних опалубних плит, які показані на рисунку 2.19, визначаються розмірами і конфігурацією монолітних конструкцій, для яких вони призначені, а також технологією їх виготовлення.



а – плоскі опалубні плити; б, в – профільні опалубні плити; 1 – плоска плита; 2 – активна поверхня; 3 – анкерні петлі; 4 – отвори; 5 – профільний елемент; 6 – лицьова поверхня

Рисунок 2.19 – Армоцементна нез’ємна опалубка

Плоскі опалубні плити армують двома-трьома тканими металевими сітками. При виготовленні плит положення сіток фіксується за допомогою спеціальних натяжних пристроїв. У деяких випадках армоцементні опалубні плити армують комбінованими армопакетами, які складаються з однієї-двох металевих сіток, затиснутих між стрижнями зварної сітки. При виготовленні армопакета тканинні сітки розташовують між стрижнями зварної сітки. При точковому електрозварюванні тканинні сітки затискаються між стрижнями зварюванням, що надає армопакету достатню жорсткість і дозволяє обійтися без фіксації сіток за допомогою натяжних пристроїв.

Армоцементні опалубні плити мають спеціальні анкерні пристрої у вигляді петель, гаків або «змійок», які полегшують кріплення плит при монтажі і надійно з'єднують їх з бетоном монолітної конструкції. Анкерні пристрої повинні бути надійно з'єднані з арматурної сіткою (пакетом) плити. В окремих випадках армоцементні опалубні плити з лицьового боку мають закладні деталі для з'єднання плит між собою за допомогою накладок, які приварюються. Для пропуску тяжів плити шириною не менше 1 м повинні мати отвори діаметром 12-14 мм.

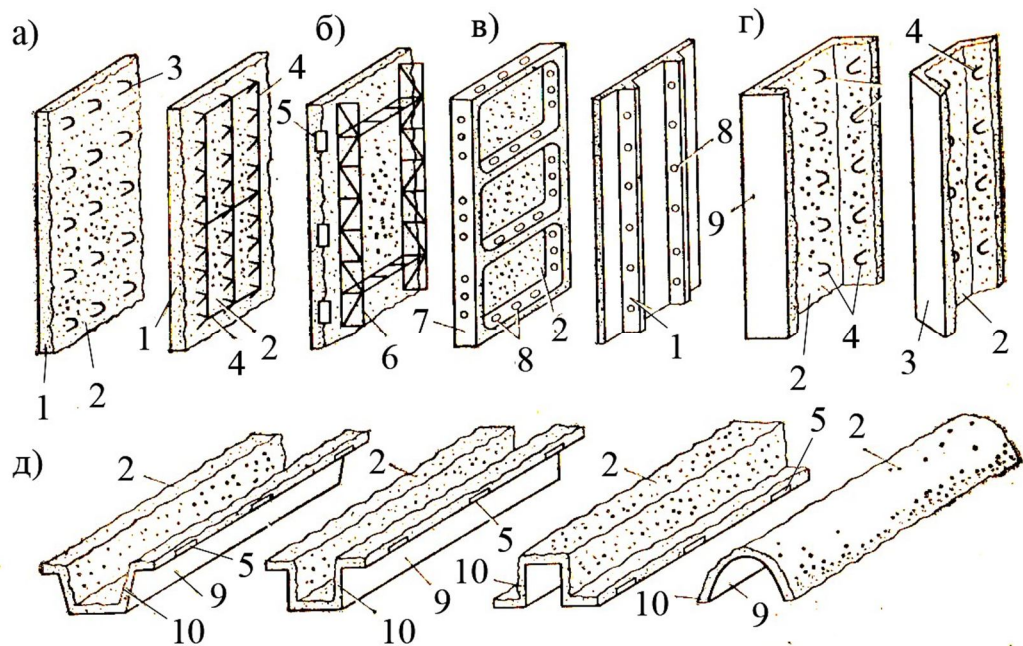
Армоцементні опалубні плити прості у виготовленні, не вимагають дефіцитних і дорогих матеріалів. Їх невелика маса полегшує транспортування та монтаж, а підвищена тріщиностійкість і водонепроникність дозволяють використовувати їх в якості гідроізоляції. Тонкостінні армоцементні плити, виготовлені на білому або кольоровому цементі, застосовують в якості декоративних облицювальних опалубок при спорудженні житлових та цивільних будівель. Важливою перевагою армоцементної нез'ємної опалубки є економічність і невисокі витрати праці при виготовленні й монтажі.

Нез'ємна опалубка з армоцементу застосовується в промисловому і цивільному будівництві при спорудженні фундаментів, під будівлі та технологічне обладнання, стін підвалів, насосних станцій, тунелів. Профільні армоцементні плити рекомендується застосовувати при бетонуванні великорозмірних колон, стовпів, великогабаритних балок, прогонів, ребристих

перекрыттів, перекрыттів кесонного типу, конструкцій, що експлуатуються в агресивних середовищах.

Залізобетонні опалубні плити являють собою плоскі, профільні та ребристі елементи з бетону класів В 15-В 25, які армовані зварними сітками. Для кращого зчеплення з бетоном плитам за допомогою механічних щіток або піскоструминних апаратів надають шорстку поверхню або обладнують їх спеціальними анкерними петлями-випусками.

Залізобетонні опалубні елементи виготовляють у вигляді плоских, ребристих, профільних і криволінійних плит, які зображені на рисунку 2.20.



а – плоскі плити; б – армоопалубна панель; в – ребриста плита; г, д – профільні опалубні елементи; 1 – плита; 2 – активна поверхня; 3 – анкерна петля;

4 – «змійка»; 5 – закладна деталь; 6 – арматурний каркас; 7 – ребро;

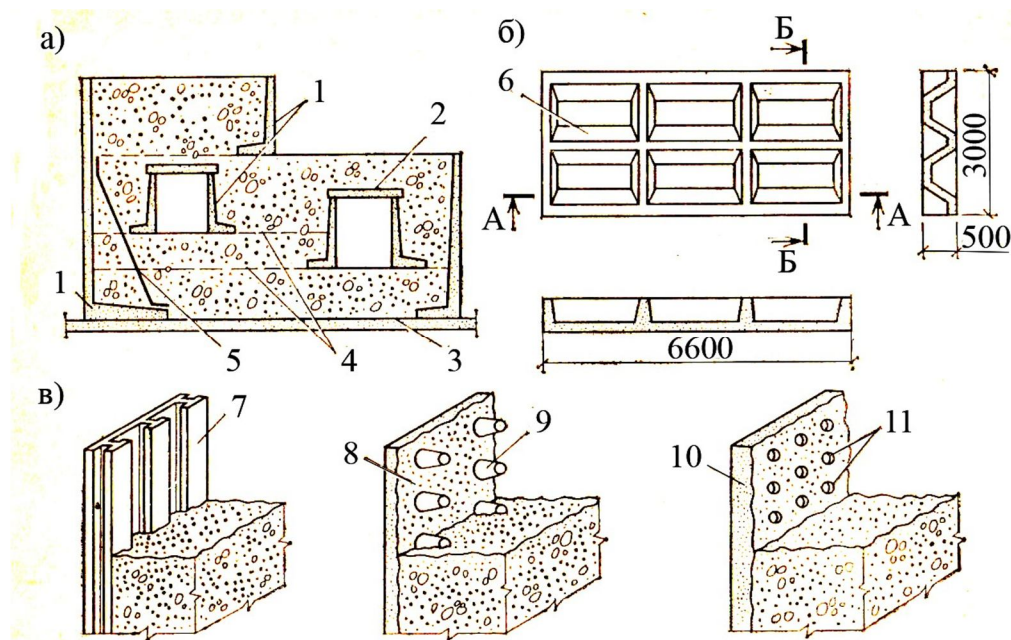
8 – анкерний отвір; 9 – профільний елемент; 10 – лицьова поверхня

Рисунок 2.20 – Види залізобетонних опалубних елементів

На практиці застосовують також залізобетонні опалубні плити складної конфігурації. Так, при зведенні масивних фундаментів під прокатне

обладнання ефективними є L-образні плити. Їх застосування значно спрощує монтаж і знижує витрати на кріплення нез'ємної опалубки. Специфіка гідротехнічного будівництва вимагала розробки опалубних плит складної конфігурації, а необхідність надійного з'єднання нез'ємної опалубки з бетоном конструкції – розробки так званих самоанкеруючих плит, що мають з боку активної поверхні спеціальні виступи, отвори, борозни та вм'ятини. Конфігурація залізобетонної нез'ємної опалубки показана на рисунку 2.21.

Різноманітність монолітних конструкцій вимагає індивідуальних проектних рішень залізобетонної опалубки. Це збільшує терміни проектування і ускладнює її впровадження. Уніфікація конструкцій з монолітного залізобетону, яка була проваджена в промисловому і цивільному будівництві, створила необхідність уніфікації елементів залізобетонної опалубки.



а – для масивних фундаментів під технологічне обладнання; б, в – нез'ємна

опалубка для гідротехнічного будівництва; 1 – L-подібні опалубні плити; 2 – плоска опалубна плита; 3 – бетонна підготовка; 4 – робочі шви; 5 – підкіс-розтяжка; 6 – профільна опалубна плита; 7, 8 – самоанкеруючі опалубні плити; 9 – виступи; 10 – плоска плита; 11 – вм'ятини

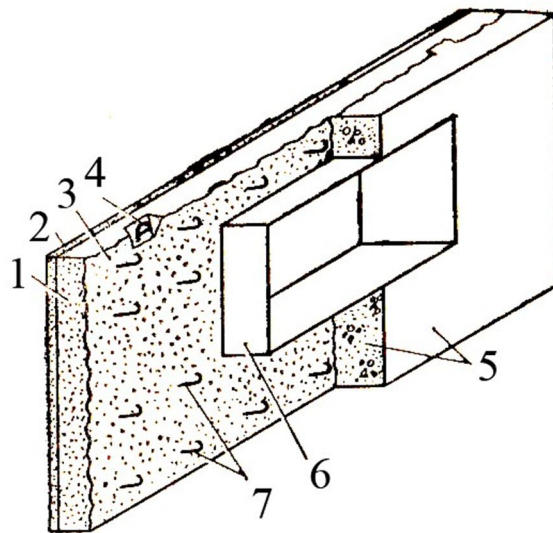
Рисунок 2.21 – Залізобетонна нез'ємна опалубка

Облицювальна залізобетонна опалубка захищає монолітну конструкцію від впливу навколишнього середовища, в тому числі від агресивних ґрунтових вод. В цьому випадку опалубні плити виготовляють із застосуванням спеціальних цементів та пред'являють особливі вимоги до щільності та водонепроникності бетону, а також до якості закладення швів між ними.

Декоративну опалубку виготовляють на білому або кольоровому цементі. При цьому особливу увагу приділяють якості лицьових поверхонь плит, точності їх виготовлення і монтажу, а також ретельності закладення швів між ними.

Елементи нез'ємної опалубки, що виконують одночасно роль гідроізоляції, готують з водонепроникного бетону. При цьому в плитах такої опалубки не допускаються наскрізні технологічні отвори.

Плити теплоізоляційної опалубки виготовляють з керамзитобетону з фактурним шаром з щільного цементного розчину. Досвід застосування такої опалубки є в м. Кишинівта інших містах при спорудженні багатопверхових монолітних житлових будинків з монолітного залізобетону. Структура плити теплоізоляційної опалубки наведена на рисунку 2.22 [4].

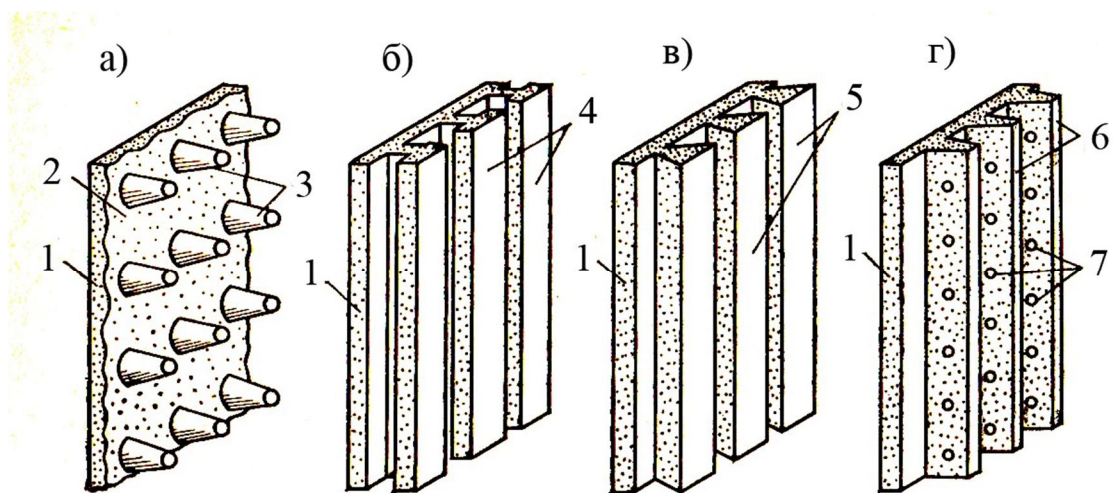


1 – опалубно-теплоізоляційна плита; 2 – лицьовий шар; 3 – активна поверхня; 4 – монтажна петля; 5 – несуча частина стіни; 6 – отвороутворювач;
7 – анкерні гаки

Рисунок 2.22 – Теплоізоляційна нез'ємна опалубка

Для армування елементів залізобетонної опалубки застосовують зварні сітки і армокаркаси. Схему армування вибирають відповідно до розрахунку плит на відповідні монтажно-транспортні навантаження і тиск бетонної суміші.

Широко поширені залізобетонні опалубні плити зі спеціальними анкеруючими ребрами та виступами. В зарубіжній практиці використовують масивну залізобетонну опалубку, плити якої з активної поверхні мають анкеруючі виступи у вигляді усічених конусів. Надійним анкеруючим пристроєм є ребраколії і ребра у вигляді хвоста. Однак виготовлення плит з такими ребрами є складним і трудомістким. Тому більш поширені плити з трапецеїдальними ребрами, в яких для збільшення ефекту анкерування влаштовують наскрізні отвори діаметром 20-40 мм з кроком 150-250 мм. Види самоанкеруючих залізобетонних плит показані на рисунку 2.23.



а – плита з анкерними виступами; б, в, г – теж саме, з ребрами; 1 – плита;

2 – активна поверхня; 3 – виступ; 4, 5, 6 – ребра; 7 – отвори

Рисунок 2.23 – Види самоанкеруючих залізобетонних плит

У гідротехнічному будівництві для створення монолітного водонепроникного шва між опалубних плитами по периметру плит залишають арматурні випуски. Плити монтують не щільно одна до одної, як у випадку сухого стику, а з технологічним розривом 300-400 мм, який перед бетонуванням закривають з'ємними дерев'яними щитами.

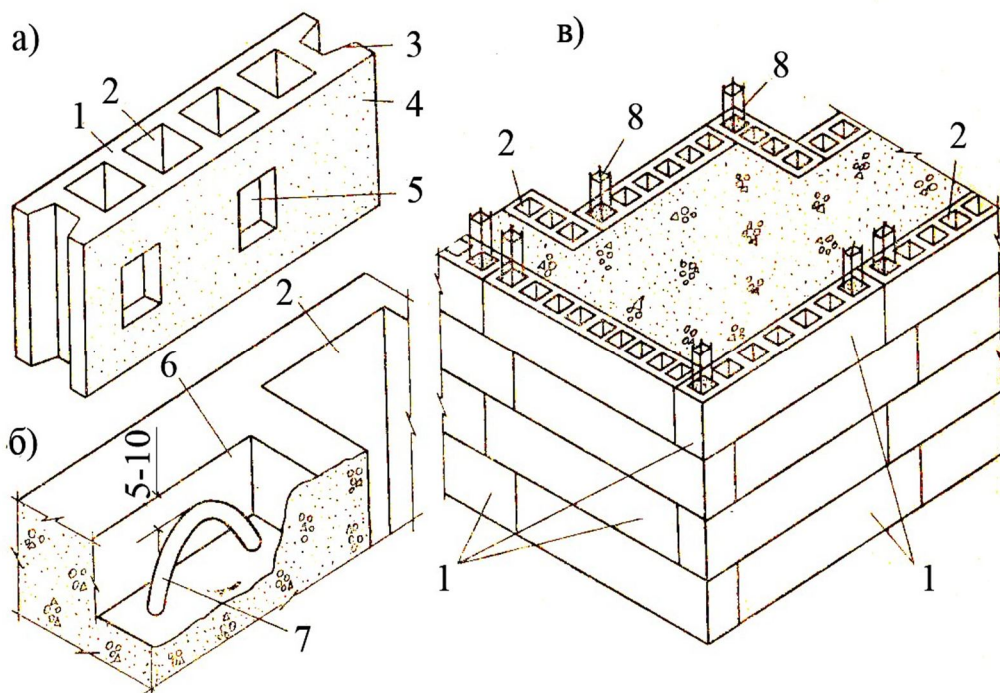
Основними перевагами залізобетонної нез'ємної опалубки є простота її конструкції і наявність технологічного досвіду, доступність вихідних матеріалів і економічність. З усіх видів нез'ємних опалубок залізобетонна набула найбільшого поширення на об'єктах промислового, цивільного, енергетичного, гідротехнічного, транспортного будівництва. Залізобетонну опалубку застосовують при спорудженні масивних фундаментів під будівлі та технологічне обладнання, стін підвалів, насосних станцій, атомних реакторів, опор мостів, гідротехнічних споруд тощо. Широке використання залізобетонної опалубки є економічно вигідним, тому що крім зниження витрат дефіцитних матеріалів (сталі, пиломатеріалів) зменшуються трудові та матеріальні витрати при виробництві опалубних робіт.

Використання нез'ємної опалубки з уніфікованих дірчастих блоків (УДБ) продиктовано, з одного боку, прагненням відмовитися від складних і дорогих традиційних опалубок з металу або деревини при зведенні масивних монолітних конструкцій (споруд) простої конфігурації (підбутки, фундаменти під технологічне обладнання), з іншого боку, відсутністю достатньо жорстких армокаркасів в таких конструкціях (спорудах) і їх значними габаритами, що ускладнює застосування нез'ємної опалубки з армоцементних або залізобетонних плит.

Відмінність УДБ від нез'ємної опалубки з плит полягає в тому, що блоки не вимагають додаткових опорних і підтримуючих пристроїв (підкондукторних стійок, прогонів, жорстких армокаркасів), що значно спрощує конструктивне рішення опалубки. Зникає необхідність в складному кріпленні опалубки, тобто влаштуванні поєднань прогонів, тяжів, оскільки навантаження від бокового тиску бетонної суміші сприймається в основному гравітаційною складовою від маси УДБ.

УДБ представляють собою масивні залізобетонні елементи брускової форми, довжиною 2-6 м, висотою 0,4-0,5 м і товщиною 0,3-0,4 м. Нез'ємна опалубка з уніфікованих дірчастих блоків зображена на рисунку 2.24.

У блоках є спеціальні наскрізні канали-колодязі, які після влаштування в них армокаркасів бетонують і таким чином забезпечують загальну міцність і стійкість опалубки. З боку активної поверхні блоки мають непрямі бічні “вікна” для утворень анкерних шпонок і кращого з’єднання з бетоном конструкції. У торцях рядових блоків влаштовують борозни-напівканали, які при монтажі двох таких блоків утворюють вертикальний колодязь для влаштування армокаркасу і укладання бетонної суміші. У блоках, що встановлюються в зовнішніх кутах монолітної конструкції (споруди), такі борозни не влаштовують.



а – дірчастий блок; б – монтажна петля блока; в – загальний вид нез’ємної опалубки масивного фундаменту; 1 – уніфікований дірчастий блок; 2 – колодязь; 3 – стик; 4 – активна поверхня; 5 – вікно для утворення шпонки; 6 – поглиблення; 7 – монтажна петля; 8 – арматурний каркас

Рисунок 2.24 – Нез’ємна опалубка з уніфікованих дірчастих блоків

В окремих випадках з боку активної поверхні в торцевих гранях блоків встановлюють закладні деталі, які використовуються для з'єднання блоків між собою за допомогою зварювання (такий варіант використовується при товщині блоків 0,3 м і великому бічному тиску бетонної суміші).

Армування УДБ, як правило, незначне і розраховане на сприйняття монтажно-транспортних навантажень. Монтажні петлі для стропування УДБ розташовані в спеціальних поглибленнях на 5-10 мм нижче верхньої площини блоку (див.рисунок 2.24, б).

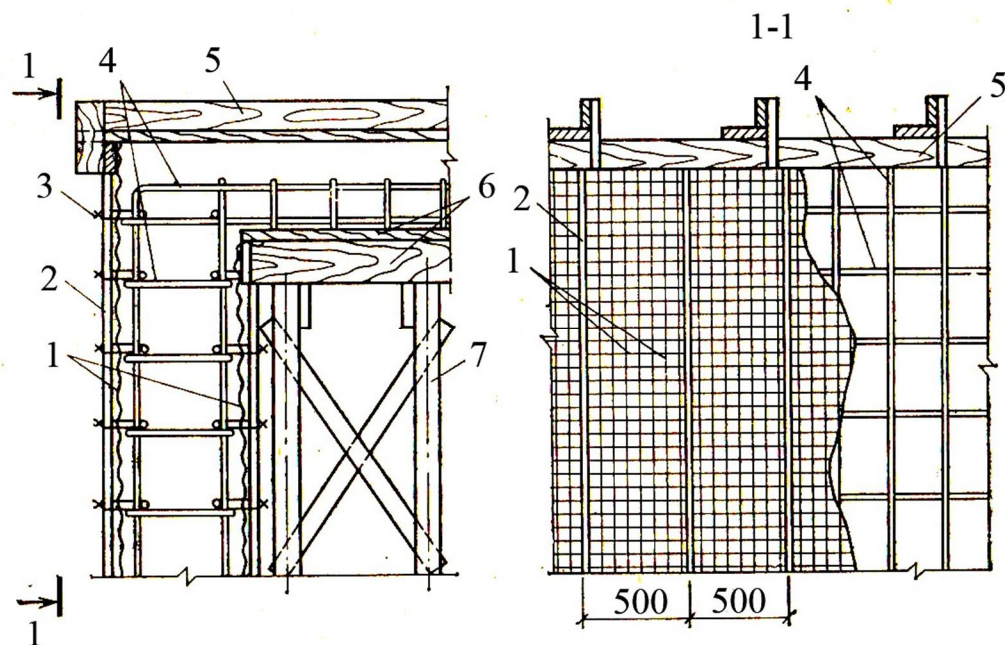
УДБ виготовляють з бетону, марка якого повинна відповідати марці бетону монолітної конструкції (споруди), а в тих випадках, коли нез'ємна опалубка виконує роль облицювання, – на 1-2 ступені вище.

Нез'ємна опалубка з уніфікованих дірчастих блоків знаходить застосування при зведенні масивних конструкцій (споруд) в промисловому, енергетичному, гідротехнічному і транспортному будівництві, в тому числі масивних фундаментів, опор мостів, причалів, підбуток тощо .

Склоцементна опалубка в формі плит товщиною 12-20 мм, шириною до 1,2 м і довжиною до 2,5 м може служити для облицювання фасадів та інтер'єрів житлових і громадських будівель. При виготовленні такої опалубки використовують низько-основні цементы, зокрема глиноземний. Склоцемент забезпечує високий рівень міцності на стиск і розтяг. В результаті матеріал є відносно легким, міцним, сумісним з монолітним бетоном. Склоцементні плити армують декількома шарами склотканини або рубаним на відрізки по 8-12 см скловолокном. Плити можна розпилювати електропилами, а також свердлити в них отвори. Завдяки підвищеній водонепроникності склоцементу (марки W10W18) опалубка-облицювання може служити надійною гідроізоляцією підземних споруд. Крім того, поверхня склоцементной опалубки може бути попередньо пофарбована. Однак, слід приділяти особливу увагу для захисту цих поверхонь [31].

Сітчаста опалубка зі сталевих тканинних сіток застосовується для бетонування конструкцій і споруд, бічні поверхні яких можуть трохи

відхилятися від площини, а також в арматурно-опалубних блоках. Нез'ємну сітчасту опалубку виконують із сітки з комірками 5x5 або 8x8 мм з проволочи 0,8-1 мм. Сітку кріплять до армокаркасів за допомогою скруток і стрижнів діаметром 22-25 мм. Стрижні-прогони встановлюють зовні з кроком 300-500 мм і приварюють до армокаркасів за допомогою коротишів (крок коротишів 1,5-2 м). Між коротишами з кроком 400-500 мм встановлюють дротяні скрутки. Тиск бетонної суміші, який сприймається сітчастою опалубкою і вертикальними стрижнями прогонів, передається через коротиші та скрутки на жорсткий арматурний каркас монолітної конструкції. Структура нез'ємної сітчастої опалубки наведена на рисунку 2.25 [42].



- 1 – сітка; 2 – притискний стрижень; 3 – скрутка; 4 – арматурний каркас;
 5 – дерев'яний каркас; 6 – дерев'яна опалубка плити;
 7 – підтримуюче риштування

Рисунок 2.25 – Нез'ємна сітчаста опалубка

Для зменшення витoku цементного молока в нез'ємну сітчасту опалубку рекомендується укладати бетонні суміші з осіданням конуса не більше 1-4 см. При віброущільненні цементне молоко заповнює осередки сітки. При

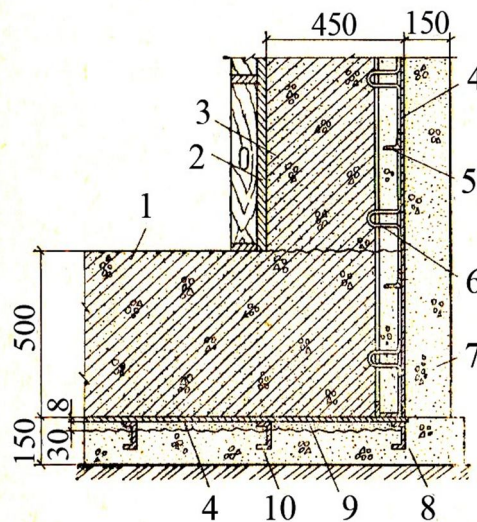
демонтажі каркасу виступаючі частини коротишів зрізають автогеном і знімають лише вертикальні стрижні-прогони – сітка залишається в бетоні.

Окремі полотнища сітки з'ємної частини опалубки стикуються внахлест і зшивають за допомогою в'язального дроту. Кріплять сітчасту опалубку до жорсткого армокаркасу монолітної конструкції. Для цього зовні з кроком 500 мм встановлюються вертикальні стрижні-прогони діаметром 22-25 мм, які до армокаркасів кріплять за допомогою коротишів на зварюванні. У таку опалубку можна укласти бетонну суміш з осіданням конуса 4-8 см.

Сітчаста опалубка відрізняється простотою і відносно невисокою трудомісткістю. В окремих випадках вона економічно доцільніша за інвентарні та нез'ємні опалубки з армоцементу, залізобетону, склоцементу. Її рекомендується використовувати для опалублення вертикальних поверхонь, до якості яких високих вимог не висувають. Крім цього сітчасту опалубку вигідно застосовувати там, де ускладнений демонтаж (робочі шви, вузькі канали, штраби, стакани фундаментів, колодязі під анкерні болти) [36].

Металеву нез'ємну опалубку встановлюють, як правило, з одного боку залізобетонної конструкції. Для її виготовлення застосовують сталеві листи товщиною від 5 до 10 мм або профільований настил, який може

використовуватися не тільки в якості нез'ємної опалубки, але і як зовнішня арматура перекриттів [38]. Надійне зчеплення з бетоном забезпечується приварюванням до листів спеціальних вертикальних анкерів, а також горизонтальних стрижнів поперек ребер настилу. Ефективне застосування настилу зі спеціальним рифленням, що збільшує зчеплення з бетоном, забезпечує спільну роботу бетону перекриття з настилом без відшаровування листа в процесі експлуатації. Для кращого з'єднання з бетоном конструкції з внутрішньої сторони до сталевої опалубки приварюють анкерні петлі діаметром 10 мм. Крок петель по вертикалі і горизонталі складає 700 мм. Структура нез'ємної металевої опалубки наведена на рисунку 2.26 [34].



1 – плита днища; 2 – з’ємна опалубка стіни; 3 – стіна; 4 – сталеве гідроізоляційна опалубка; 5 – ребро жорсткості; 6 – анкерна петля; 7 – захисне облицювання; 8 – бетонна підгонка; 9 – цементний розчин; 10 – балка

Рисунок 2.26 – Металева нез’ємна гідроізоляційна опалубка

Однак, надмірна вологість протягом певного періоду експлуатації може сприяти корозії металевих листів, що при експлуатації конструкцій з високою вологістю виключає використання незнімної металевої опалубки.

Фібробетонна нез’ємна опалубка складається з плоских або профільних плит товщиною 20-30 мм та елементів кріплень. Фібробетонні опалубні плити мають розміри, кратні модулю 300 мм. Для з’єднання фібробетонних плит між собою служать закладні деталі, які встановлюються з боку активної поверхні. У виняткових випадках влаштування закладних деталей допускається з боку лицьової поверхні плит.

Основні переваги нез’ємної фібробетонної опалубки: невелика маса плит, що полегшує їх транспортування і монтаж; можливість знизити витрати сталевого прокату, сітки, дротів; можливість укрупнення в просторі армоопалубні блоки.

Фібробетонна нез’ємна опалубка застосовується в промисловому, цивільному, енергетичному та інших областях будівництва.

Продовження таблиці 2.2

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 3 | Бази металевих колон: | | | | | | | | |
| | бокова поверхня | | | | | | | | |
| | нижня поверхня | | | | | | | | |
| | робочий шов бетонування | | | | | | | | |
| 4 | Стрічкові фундаменти: | | | | | | | | |
| | бокова поверхня | | | | | | | | |
| | нижня поверхня | | | | | | | | |
| | робочий шов бетонування | | | | | | | | |
| Конструкції нульового циклу робіт | | | | | | | | | |
| 5 | Плити підвалу: | | | | | | | | |
| | бокова поверхня | | | | | | | | |
| | нижня поверхня | | | | | | | | |
| | робочий шов бетонування | | | | | | | | |
| 6 | Стіни підвалу: | | | | | | | | |
| | зовнішня поверхня | | | | | | | | |
| | внутрішня поверхня | | | | | | | | |
| | робочий шов бетонування | | | | | | | | |
| 7 | Колони: | | | | | | | | |
| | внутрішня поверхня | | | | | | | | |
| Конструкції першого циклу робіт | | | | | | | | | |
| 8 | Балки, ригелі: | | | | | | | | |
| | лицьова поверхня | | | | | | | | |
| | внутрішня поверхня | | | | | | | | |
| 9 | Колони: | | | | | | | | |
| | лицьова поверхня | | | | | | | | |
| 10 | Плити перекриття: | | | | | | | | |
| | бокова поверхня | | | | | | | | |
| | нижня поверхня | | | | | | | | |
| | робочий шов бетонування | | | | | | | | |
| | сходова клітина | | | | | | | | |

Продовження таблиці 2.2

| | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 11 | Мостовий настил: бокова поверхня | | | | | | | | |
| | нижня поверхня | | | | | | | | |
| | робочий шов бетонування | | | | | | | | |
| | консоль | | | | | | | | |
| | парапет | | | | | | | | |

Використання нез'ємної опалубки дозволяє:

- усунути або зменшити потребу у влаштуванні риштувань;
- підвищити потенціал універсальності опалубки;
- виготовлення елементів за межами будівельного майданчика в заводських умовах з наступними плановими поставками;
- прискорити час монтажу;
- прискорити виконання наступних або паралельних операцій;
- усунути обмеження повторного використання елементів;
- поліпшити процес твердіння бетону і зменшити усадку тріщин;
- забезпечити захисний шар арматури за рахунок підвищення стійкості до впливу зовнішнього середовища;
- підвищити довговічність конструкції;
- забезпечити необхідне декоративне оздоблення конструкції.

Окрім зниження трудовитрат, нез'ємна опалубка підвищує ефективність бетонування конструкцій при її поєднанні із самоущільнюючим бетоном .

Розрахунки показують, що застосування незнімної опалубки дозволяє в порівнянні з інвентарною металевою опалубкою знизити на 35-40% трудомісткість опалубних робіт і на 15-40% – їх вартість. Використання нез'ємної опалубки, що виконує роль гідроізоляції, знижує загальну трудомісткість робіт в 2-2,5 рази при одночасному зменшенні собівартості на 30-40% [41].

Отже, нез'ємна опалубка має великий обсяг конструктивних рішень, широкий спектр застосування в різних сферах сучасного будівництва. Досвід застосування неінвентарних типів опалубки показує зниження трудомісткості та вартості опалубних робіт.

Таким чином, аналізуючи сферу застосування та конфігурацію видів нез'ємної опалубки, допускаємо можливість її використання в технології бетонування конструкцій висотних монолітних будівель.

3 РОЗРОБКА МОДЕЛІ СИСТЕМИ НЕЗ'ЄМНОЇ ОПАЛУБКИ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОНОЛІТНИХ БУДІВЕЛЬ

3.1 Вимоги до проектування конструктивних елементів опалубки

Збільшення поверховості будівель, ускладнення конфігурації конструктивних елементів, зменшення їх перерізу завдяки застосуванню високих класів бетону і арматурних сталей, ускладнення стиків веде до необхідності підвищення точності геометричних параметрів монолітних залізобетонних конструкцій, передусім колон і стін, що впливають на якість і надійність будівель, що зводяться, а також на економічну ефективність [22].

Встановлено, що в технологічному процесі зведення багатопверхових каркасно-монолітних будівель головним є бетонування конструкцій. При цьому якість конструкцій, що зводяться, і точність геометричних параметрів залежить від застосованих опалубних систем та їх характеристик [22].

Згідно [42], загальні задачі при проектуванні нез'ємної опалубки:

1. Обрати об'єкт дослідження (будівлю) з різнотипними монолітними конструкціями, задана технологія їх бетонування.
2. Визначити вид нез'ємної опалубки, тіпорозміри опалубних елементів, їх влаштування і способи кріплень.
3. Розрахувати та спроектувати елементи і способи їх кріплень, визначити основні ТЕП нез'ємної опалубки в порівнянні з іншими варіантами.

На практиці завдання може бути спрощене, якщо відомі характеристики монолітних конструкцій, задана технологія їх бетонування, відомі параметри опалубних елементів, масовий випуск яких налагоджено в будівельному підрозділі або регіоні. У цьому випадку проводять планування влаштування

опалубних елементів, визначають способи їх кріплень, розраховують елементи кріплень (підтримуючих пристроїв), визначають ТЕП опалубки.

Нарешті, при визначених характеристиках конструкцій, опалубних елементів і способів їх кріплень завдання зводиться до встановлення параметрів бетонування, при яких забезпечуються міцність і стійкість опалубки [42].

Опалубка повинна виготовлятися відповідно до вимог стандартів або технічних умов на опалубку конкретних типів. При зведенні монолітних конструкцій житлових будівель необхідна підвищена якість поверхні, тому до опалубки висувають додаткові вимоги. Від деформативності опалубки залежать міцність і якість виконання монолітних конструкцій, а також трудомісткість опалубних і оздоблювальних робіт, довговічність і вартість опалубки. Крім викривлень поверхні, порушення геометричних розмірів і інших відхилень при недостатньо жорстких елементів опалубки, існує вірогідність утворення раковини на поверхні конструкцій та повітряних бульбашок при ущільненні бетону.

Важливою вимогою до опалубки є рівномірність деформації елементів одного функціонального призначення (наприклад, великорозмірних щитів стін) [3]. При цьому точність геометричних параметрів конструкцій не залежить від відмітки, на якій ведуться опалубні роботи та геодезичні виміри [22].

При зведенні монолітних конструкцій для ущільнення бетону, вертикальних конструкцій, як правило, застосовують глибинні вібратори. Використання зовнішніх вібраторів дозволяє знизити трудові витрати бетонних робіт. Однак, конструкція опалубки стає значно важчою і, крім того, погіршується якість поверхонь бетону внаслідок засмоктування повітря при вібрації.

Всі з'єднання опалубки рекомендується виконувати швидкокороз'ємними, вони повинні бути щільними і непроникними.

Клас точності змонтованої опалубки повинен бути на один клас вище класу точності конструкцій, що бетонуються, а клас точності виготовлення елементів опалубки призначається на один клас вище класу точності монтажу.

Клас точності конструкцій, що бетонуються, призначають в проекті відповідно згідно ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 “Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова.”

При зведенні конструкцій з поверхнями, готовими під оздоблення, слід застосовувати опалубку, що забезпечує параметри поверхонь згідно [40].

При проектуванні опалубних систем (або при порівнянні між варіантів опалубок) загальна вартість знижується, при одночасному зменшенні трудовитрат та збільшенні вартості матеріалу. Проте, ТЕП при порівнянні різних систем може бути суперечливими. Позитивний економічний ефект може виникнути при зменшенні обсягів додаткових (тимчасових) робіт, термінів будівництва чи окремого виду робіт, відходів матеріалів, “вразливості” до погодних умов тощо. Отримання економічних переваг системи нез’ємної опалубки можливе при її ефективному використанні, як на стадії будівництва (в якості опалубки), так і на стадії експлуатації (у складі готової конструкції). Для досягнення цих переваг необхідна оптимізація структурної форми, геометрії, товщини елементів опалубки. При оптимізації та проектуванні опалубки необхідно брати до уваги наступні “ризики” на етапах опалубних робіт:

1. Етап А– час до укладання бетону в опалубку, який включає в себе:
 - а) транспортування, прийомку та монтаж (наприклад, ушкодження під час підйому на монтажний горизонт);
 - б) влаштування опалубки (наприклад, прогини та пошкодження від будівельних навантажень, тимчасової стабілізації щитів).
2. Етап Б– укладання бетонної суміші (наприклад, прогини від бокового тиску).
3. Етап В – під час експлуатації готової конструкції, що включає в себе:
 - а) нормальне використання (наприклад, прогини, тріщини);
 - б) перевантаження (граничний стан).

Ці етапи однаково важливі, але призводять до різних вимог і умов навантаження. Етапи А і Б включають вимоги безпеки робітників під час будівництва, в той час як етап В включає вимоги до кінцевої продукції (готової конструкції). Однак, вже під час етапів А і Б встановлюється початкова економічна межа для опалубної системи, що включає матеріальні та трудові витрати.

Отже, при проектуванні опалубки висувається ряд вимог до конструктивних елементів, необхідно вдаватися до оптимізації конструктивних рішень для досягнення позитивного економічного ефекту.

3.2 Проектування конструктивних елементів нез'ємної опалубки

Матеріали елементів опалубки. Опалубка для монолітного бетону складається з двох основних елементів – палуби (щитів опалубки) і підтримуючих конструкцій.

Палуба безпосередньо контактує з бетоном, надаючи йому задані розміри і форму, а також фактуру поверхні конструкції. Крім того, палуба повинна сприймати зусилля, що виникають при бетонуванні, без значних деформацій підтримуючих конструкцій. Згідно [3], для виконання цих функцій палуба повинна відповідати наступним вимогам:

- виготовлятися з сумісних з бетонною сумішшю матеріалів (щоб, з одного боку, матеріал не заважав протіканню хімічних реакцій при твердінні, а з іншого – не піддавався руйнівній дії укладеної суміші або затверділого бетону);
- бути герметичною – перешкоджати прониканню компонентів бетонної суміші (особливо цементного молока і дрібних фракцій);
- надавати необхідну форму бетону і витримувати задані розміри;
- зберігати форму під навантаженнями;

Продовження таблиці 3.1

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| На цементній основі | Бетон | Решітчасті вироби | | | | | | | | | | | | |
| | | Залізобетон | | | | | | | | | | | | |
| | | Збірний залізобетон | | | | | | | | | | | | |
| | | Полімербетон | | | | | | | | | | | | |
| | Армоцемент | | | | | | | | | | | | | |
| | Фіброцемент | | | | | | | | | | | | | |
| Деревина | Дерев'яні щити | Фанера | | | | | | | | | | | | |
| | | OSB | | | | | | | | | | | | |
| | | Деревоцементні щити | | | | | | | | | | | | |
| | ДВП / ДСП | | | | | | | | | | | | | |
| Полімерні матеріали | Армовані скловолокном | | | | | | | | | | | | | |
| | Поліпропілен | | | | | | | | | | | | | |
| Полістерол | Екструдований пінополістирол | | | | | | | | | | | | | |

Кожен шар проклеюють водостійкими смолами з наступним пресуванням під дією високого тиску і температури [65].

Згідно [66], орієнтовано-стружкові плити класифікують:

1. Тип OSB-1 (плити загального призначення) – застосовуються в інтер'єрах, корпусних меблях.
2. Тип OSB-2 (конструкційні плити) – плити високої міцності, призначені для експлуатації всередині приміщень.

3. Тип OSB-3 (вологостійкі плити) – призначені для експлуатації в умовах підвищеної вологості.
4. Тип OSB-4 (високоміцні плити) – призначені для експлуатації у складі зовнішніх конструктивних елементів.

Своїми фізико-механічними властивостями OSB близька до фанери та в декілька разів перевершує за властивостями ДСП і MDF. OSB відрізняється від ДСП більшою щільністю, великою питомою вагою, товщиною і міцністю. При щільності 660-680 кг/м³ модуль пружності при вигині становить 35-48 МПа (уздовж плити), що цілком відповідає вимогам до конструкційних матеріалів і значно вище характеристик традиційної ДСП. Для плит щільністю 650-720 кг/м³ границя міцності при згині становить 40-50 МПа, в поздовжньому та поперечному напрямі – 20-25 МПа.

Концентрація смол становить за масою від 12 до 14% від початкової композиції. Плити OSB поступаються фанері за міцністю і водостійкістю, але мають меншу вартість і позбавлені структурних дефектів фанери (сучки і порожнечі). OSB відрізняється стабільністю форми, великою стійкістю до погодних умов, ударних навантажень, характеризується високим звукопоглинанням, піддатливістю до обробки та переробки. За рахунок ламінування досягається підвищення водостійкості плит, що дозволяє застосовувати їх в якості опалубки.

Плити задовольняють вимогам таких стандартів, як EN 300 (європейський), CSA 0437, CSA 0325 (канадський), PS2-04 (американський) [66]. На практиці показники властивостей плит визначаються виробником та гарантуються сертифікатами відповідності і деклараціями споживчих характеристик.

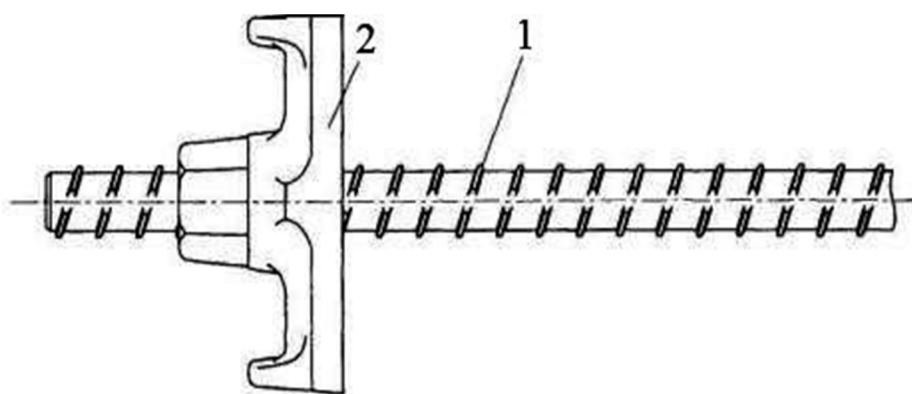
Основні властивості та характеристики OSB наведені в таблиці 3.2 .

Таблиця 3.2 – Основні характеристики орієнтовано-стружкових плит

| Показник | Значення |
|---|---|
| Товщина плити, мм | 6-25 |
| Довжина листів, мм | 2440-7320 |
| Ширина листів, мм | 1220-2440 |
| Щільність, кг/м ³ | 610-670 |
| Міцність при згині, МПа | 9-30 |
| Міцність при поперечному розтягненні, МПа | 0,4-0,5 |
| Розбухання по товщині за 24 год, % | 15 |
| Теплопровідність, Вт/(м·К) | 0,13 |
| Сфера застосування | D4 (можливість експлуатації в атмосферних умовах) |

Для скріплення щитів опалубки приймаємо втулки та анкерні стяжки, що застосовуються при влаштуванні традиційних опалубних систем за технологією, описаною в п. 2.2.

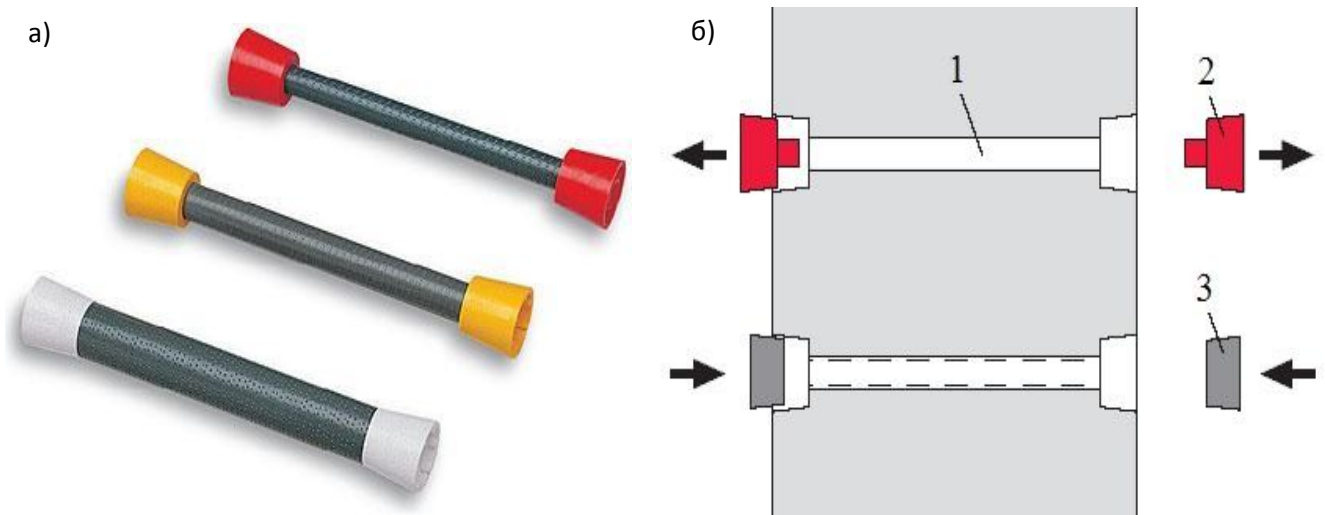
Тяж складається із стрижня діаметром 15 мм і замка, які зображені на рисунку 3.1. В світовій практиці застосовуються стрижні діаметром 14, 16 та 18 мм і довжиною 0,8-3 м [69, с. 38-40]. Анкерний тяж є елементом, який працює на розтяг. Для влаштування тяжів круглого перетину необхідна наявність технологічних отворів в щитах опалубки.



1 – високоміцний гвинтовий арматурний стрижень; 2 – гвинтовий замок

Рисунок 3.1 – Анкерний тяж для скріплення щитів опалубки

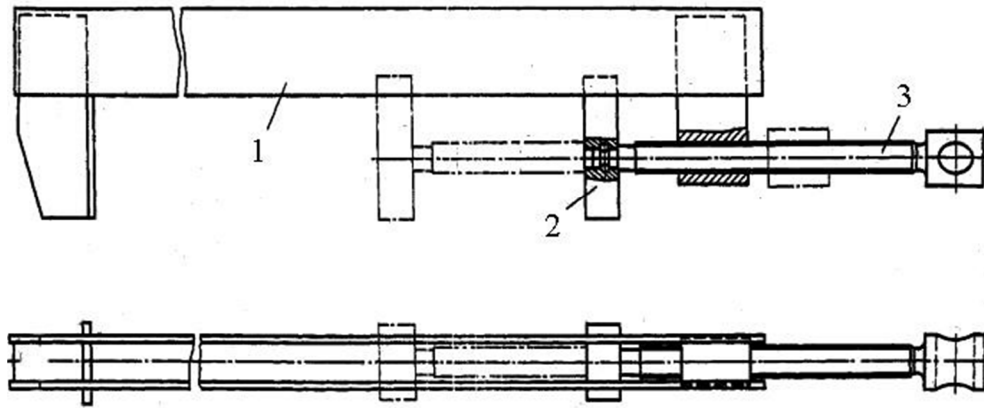
В отвори встановлюють ПВХ втулки, крізь які пропускають стрижень анкерного тяжа. Види розпірних трубок наведені на рисунку 3.2, а. Фіксація тяжа відбувається за допомогою гвинтового замка. При розпалубці стрижень вилучається з трубки та підлягає повторному застосуванню. Утворені отвори закладаються розчином, бетонними або пластмасовими пробками, які показані на рисунку 3.2, б [3].



а – різновиди ПВХ розпірних трубок (втулок); б – закладення отворів в тілі монолітної конструкції; 1 – ПВХ розпірна трубка; 2 – ущільнюючий конус; 3 – бетонний конус

Рисунок 3.2 – Система розпірних трубок під анкерні тяжі для щитів опалубки

Для фіксації суміжних щитів опалубки по верхній грані приймаємо металеву струбцину, що зображена на рисунку 3.3.



1 – станина; 2 – п'ята; 3 – гвинт

Рисунок 3.3 – Конструкція струбцини для щитової опалубки

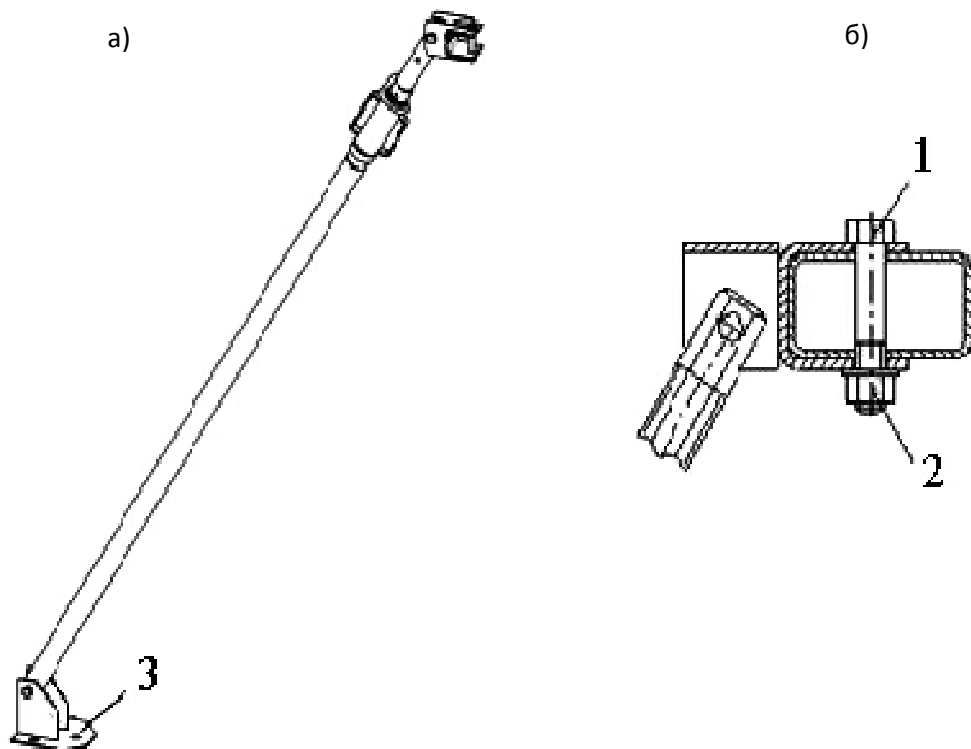
В якості підтримуючих конструкції приймаємо монтажний однорівневий розкіс, який зображений на рисунку 3.4. Розкіс має трубку телескопічну структуру і дозволяє вирівняти щити опалубки при висоті до 4,2 метра. Вага конструкції становить близько 30 кг. Кріплення розкоса здійснюється вилкою в отвір поперечної балки щита опалубки за допомогою болта з гайкою. Фіксація може здійснюватися як до горизонтальних, так і до вертикальних балок щитів.

П'ята розкоса надійно закріплюється в бетонній основі анкером [3, с. 64].

Конструктивні рішення. Проектування елементів опалубки виконується для вертикальних конструктивних елементів будівлі, описаної в п. 2.1 магістерської роботи.

Щити нез'ємної опалубки є структурно не сприймаючими та влаштовуються з плит OSB-3 товщиною 22 мм. Ширина плит визначається розмірами та конфігурацією вертикальної конструкції. Довжина плит складає 2500 мм (основні щити) та 500 мм (додаткові). Основні щити формують перший висотний рівень опалубки; додаткові щити дають змогу досягти необхідного розміру палуби згідно висоти вертикального елемента, що бетонується. Усі щити мають технологічні отвори діаметром 35 мм, які розташовані на

центральної осі по довжини плити, та призначені для влаштування конусів та ПВХ втулок.



а – загальний вид розкосу; б – схема закріплення вилки розкосу на балці щита опалубки; 1 – п'ята розкоса з отвором під анкер; 2 – болт; 3 – гайка

Рисунок 3.4 – Конструкція однорівневого розкосу з монтажною вилкою

Поєднання щитів по поверхні опалубки виконується за допомогою дерев'яних монтажних рейок (брусів) з перетином 40x50 мм. Довжина рейок визначається розмірами та конфігурацією вертикальної конструкції. Рейки мають технологічні прорізи 20x25 мм і отвори діаметром 18 мм для влаштування анкерних тяжів і закріплення вилок розкосів відповідно. Рейки розташовуються горизонтально в два ряди від краю щита по всій довжині опалубної системи. Поєднання верхніх (додаткових) щитів опалубки виконується за допомогою вертикальних брусів, що щільно примикають до горизонтальних рейок верхнього ряду. Бруси фіксуються анкерними тяжами.

Крім цього, система монтажних рейок забезпечує жорсткість та надійність улаштування опалубних щитів.

Торцеві щити нез'ємної опалубки (для покриття товщини вертикального елемента) шириною 300, 250 та 200 мм фіксуються за допомогою самонарізних шурупів 3,5x55 мм.

Опорні розкоси закріплюються вилкою до вертикальних рейок крізь технологічні отвори за допомогою болта M16x80 з гайкою. П'ята розкоса фіксується в бетонній основі розпірим болтом (анкером) M12x120 мм.

По верхній грані щити нез'ємної опалубки фіксуються струбцинами, корегуючи положення плит гвинтом.

Схема влаштування конструктивних елементів опалубки наведена на рисунках 3.4, 3.5.

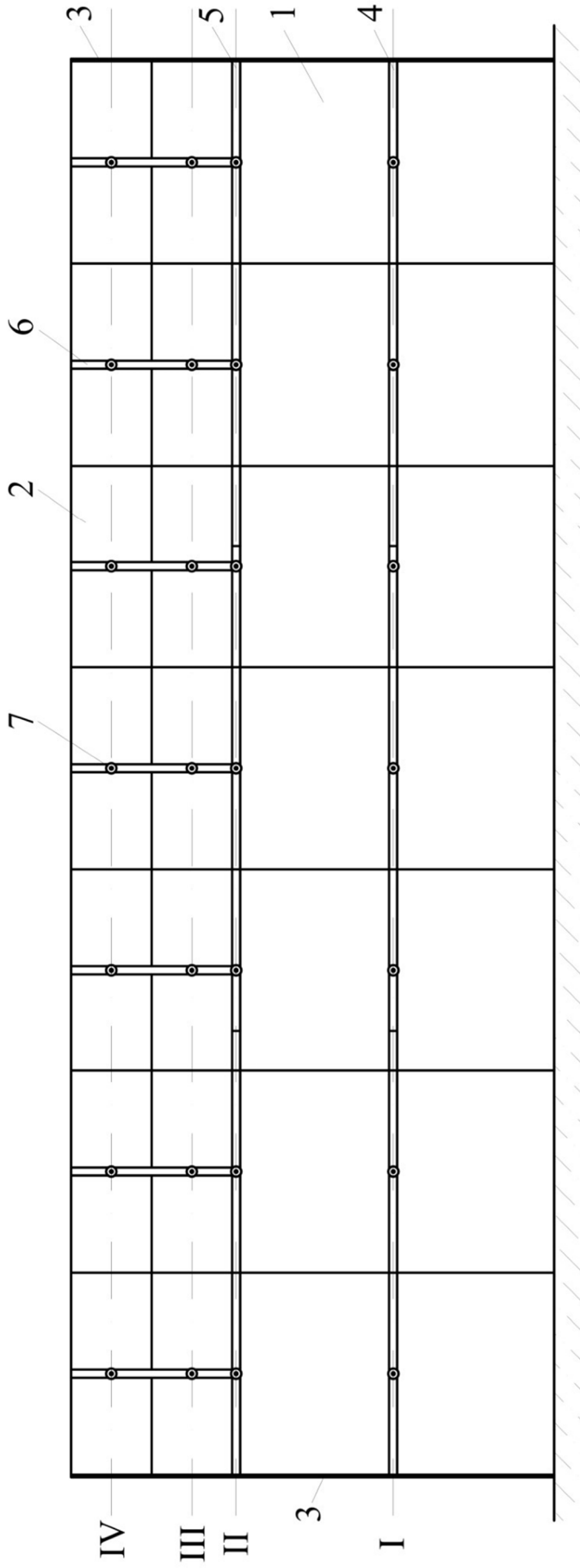
При влаштуванні кутових примикань (наприклад, діафрагми жорсткості) встановлюються два додаткових анкерних тяжа для скріплення суміжних кутових плит OSB.

Технологічні отвори зовнішніх щитів зміщаються від вертикальної осі плити на величину товщини елемента, що бетонується. Монтажні рейки двох горизонтальних рядів щільно примикають одна до одної, при чому довжина брусів суміжних щитів зменшується на 40 мм, що створює аналог пазового з'єднання.

Схема кутових примикань наведена на рисунку 3.6.

Припускаємо застосування даної опалубки для влаштування колон прямокутного перетину.

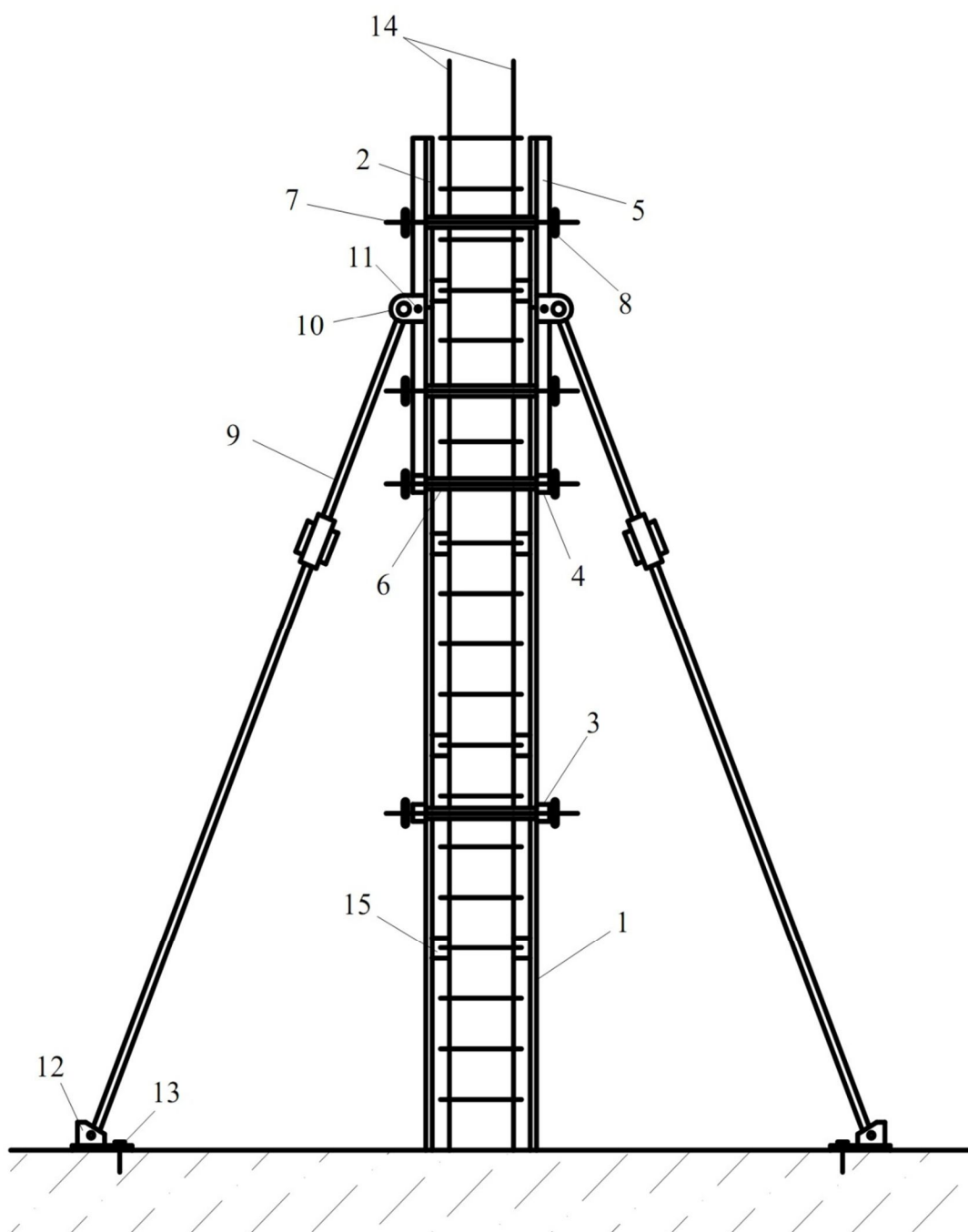
Слід відмітити, що при зведенні будівель за допомогою нез'ємної опалубки з OSB необхідна розробка проектних рішень щодо влаштування елементів палуби, які включаються в ПВР і є невід'ємною частиною проекту.



1 – Основні щити; 2- додаткові щити; 3 – торцеві щити; 4 - дерев'яні монтажні рейки нижнього горизонтального ряду; 5 - дерев'яні монтажні рейки верхнього горизонтального ряду; 6- вертикальні дерев'яні монтажні рейки; 7- анкерний тяж;

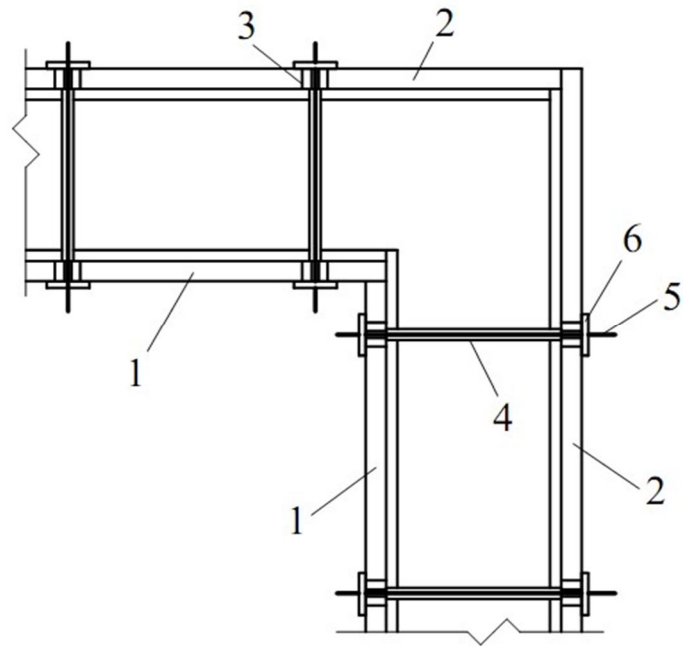
I – перший ряд технологічних отворів; II – перший ряд технологічних отворів; III - перший ряд технологічних отворів; IV - перший ряд технологічних отворів

Рисунок 3.4 – Влаштування щитів нез'ємної опалубки з OSB по поверхні



1 – основні щити; 2 – додаткові щити; 3 – дерев'яні монтажні рейки нижнього горизонтального ряду; 4 – дерев'яні монтажні рейки верхнього горизонтального ряду; 5 – вертикальні дерев'яні монтажні рейки; 6 – ПВХ втулка; 7 – арматурний стрижень; 8 – гвинтовий замок; 9 – однорівневий розкос; 10 – монтажна вилка розкоса; 11 – монтажний болт для фіксації вилки до вертикальної рейки; 12 – п'ята розкоса; 13 – анкер для закріплення п'яти розкоса в бетонній основі; 14 – арматурні випуски (стрижні каркаса); 15 – фіксатор захисного шару бетону

Рисунок 3.5 – Влаштування щитів нез'ємної опалубки з OSB в перетині



1 – внутрішні додаткові щити; 2 – зовнішні додаткові щити; 3 – вертикальні монтажні рейки; 4 – ПВХ втулка; 5 – арматурний стрижень; 6 – гвинтовий замок

Рисунок 3.6 – Влаштування кутових примикань щитів нез’ємної опалубки з OSB

Однак, описана система нез’ємної опалубки має обмеження щодо влаштування вертикальних конструкцій, зокрема:

1. Зовнішніх стін та вертикальних елементів, поверхні яких співпадають с контуром плити перекриття.
2. Діафрагм жорсткості.

Усунення обмежень досягається шляхом розробки додаткових проектних, інженерно-конструкторських та технологічних рішень, зокрема:

- можливості укрупненої збірки щитів опалубки;
- створення просторової опалубної системи за аналогією блок-форм;
- покращення системи кріпильних та підтримуючих елементів, геометрії їх розташування на щитах;

- влаштування захисту щитів зовнішніх стін від прямого впливу атмосферних умов.

Дотримання зазначених рекомендацій дозволить оптимізувати витрати матеріалів та інвентарних елементів на одиницю поверхні палуби, досягнути підвищення універсальності нез'ємної опалубки з OSB.

3.3 Технологія зведення монолітних будівель за допомогою системи нез'ємної опалубки з OSB

Технологія передбачає влаштування нез'ємної опалубки для бетонування вертикальних конструктивних елементів монолітно-каркасних будівель.

Система нез'ємної опалубки включає:

- плоскі щити з OSB;
- дерев'яні монтажні рейки;
- анкерні тяжі;
- однорівневі розкоси з монтажною вилкою, вертикальні опори; - металеві фіксуючі струбцини.

Влаштування опалубки для вертикальних конструкцій в межах однієї секції виконуються за 3 захватки (див.рис. 2.11 другий розділ магістерської роботи).

В умовах будівельного майданчика виконується:

1. Приймання елементів опалубки, сортування і складування.
2. Підйом елементів опалубки на монтажний горизонт.
3. Влаштування, вивірка і остаточне з'єднання щитів та підтримуючих елементів.
4. Приймання робіт зі складанням акту прихованих робіт.

Опалубні щити з OSB складаються на будівельному майданчику в закритих або напівзакритих складах (під навісом). Плити зберігають в горизонтальному положенні в палетах по 20-25 штук на піддоні або підпорках висотою 60 мм з кроком не більше 500 мм. Підпірки обов'язково повинні бути однакової товщини та встановлюються паралельно короткій стороні плити OSB. Спочатку щити складаються в палети по 10-15 штук, після чого встановлюються додаткові підпорки для забезпечення вентиляції плит та продовжується складування. Верхній щит необхідно накрити брезентом для захисту від попадання бруду і вологи. Неправильне зберігання плит OSB може привести до їх пошкодження та неможливістю подальшого застосування.

Перед підйомом щитів на монтажних горизонт, плити розкладаються в групи кількістю на певний вертикальний елемент згідно робочих креслень проекту на влаштування опалубки. Групи щитів складають на піддон для стропування.

Для полегшення групування елементів та подальшого монтажу, щити нез'ємної опалубки можуть бути промаркіровані за шифром (назвою) згідно робочих креслень.

Стропування та підйом щитів опалубки виконується за допомогою чотирьохгілкового стропа.

Групи щитів опалубки подаються на ділянки монтажного горизонту, які найбільш наближені до місця влаштування щитів певної групи (підгрупи).

Улаштування вертикальних елементів залізобетонного каркасу проводиться в наступній послідовності:

- геодезична розбивка осей і габаритів;
- улаштування й в'язання арматури, улаштування закладних деталей;
- улаштування, вивірка й закріплення щитів опалубки;
- остаточна геодезична вивірка опалубки;
- бетонування;
- вивірка опалубки, заповненою бетонною сумішшю;

- зняття кріплень і підтримуючих елементів;

Монтаж системи нез'ємної опалубки виконується в наступній послідовності:

1. Влаштування щитів з OSB в проектне положення виконується за рисками, нанесеними на перекриття поверху згідно базису з одночасною вивіркою вертикальності щитів по розбивочним осям теодолітами.
2. По виконаних оцінках, починаючи з кута, одночасно влаштовуються внутрішній та зовнішній основний щит. Втехнологічні отвори першого ряду вставляються конуси та втулки з ПВХ. Протилежні щити тимчасово скріплюються анкерними тяжами без влаштування монтажних рейок. Аналогічно встановлюються лінійні щити. Основні щити опалубки влаштовуються по всьому периметру вертикального елемента.
3. Влаштовуються втулок та арматурних стрижнів тяжів другого і третього ряду технологічних отворів. На арматурні стрижні другого ряду монтуються дерев'яні рейки і закріплюються гвинтовими замками тяжів. Встановлення розпірних трубок та тяжів вище першого ряду отворів виконується зі стрем'янок загальною висотою 2,7 м або з розбірно-переставних риштувань, які в подальшому застосовуються для укладання бетонної суміші в опалубку та оздоблювальних робіт.
4. Виконується влаштування рейок першого ряду. Для цього відкручуються гвинтові замки тяжівна величину товщини бруса, монтуються дерев'яні рейки та закріплюються гвинтовими замками.
5. Монтуються додаткові щити опалубки. В технологічні отвори протилежних плит встановлюються ПВХ втулки та арматурні стрижні тяжів, на які влаштовуються вертикальні дерев'яні бруси та фіксуються гвинтовими замками. По верхній грані додаткових щитів встановлюються металеві струбцини з кроком 2,5-3 м.
6. На вертикальних рейках закріплюється вилки підтримуючих розкосів за допомогою болта та гайки. Грубе виставлення щитів за допомогою розкоса

відбувається за рахунок виймання внутрішньої труби і закріплення вилки розкоса до рейці. Точне виставлення положення щита відбувається за допомогою нарізного вузла з фланцевої гайкою. Підтримуючі розкоси закріплюються до рейок через 2-3 щита в залежності від розмірів та конфігурації вертикальної конструкції.

7. Влаштовуються торцеві щити (дверних прорізів включно), які закріплюються самонарізними шурупами з кроком 250-300 мм. Додаткові (верхні) торцеві щити влаштовуються зі стрем'янок або розбірно-переставних риштувань.

Точність установки щитів опалубки перевіряється по схилу. Готовність змонтованої опалубки до бетонування стін і колон повинна бути оформлена актом.

Після укладання бетонної суміші та набуття нею необхідної міцності (див. табл. 2.2 другий розділ магістерської роботи) анкерні тяжі, рейки та струбцини демонтуються. Отвори під втулки в тілі конструкції закладаються розчином або бетонними конусами.

Всі розкоси, анкерні тяжі та струбцини повинні бути очищені від бетонного розчину за допомогою скребоків і металевих щіток. Забороняється застосовувати для цих цілей молотки або інший інструмент ударної дії. Всі з'єднання після очищення повинні бути змащені.

Після закінчення робіт на одній захватці й пред'явлення їх технічному нагляду, приступають до робіт по зведенню конструкцій наступної захватки. На всі роботи виконані в межах однієї захватки повинні бути складені відповідні акти на приховані роботи.

Чисельний та професіональний склад спеціалізованої ланки на виконання робіт складає 6 чоловік, в т. ч.:

- автокранівник 5 розряду – 1 люд.;
- монтажник 4 розряду – 1 люд.; - монтажник 2 розряду – 4 люд.

При виконанні робіт слід дотримуватися вимог з контролю якості згідно [40], та заходів з охорони праці згідно [42].

ВИСНОВКИ

Розвиток висотного будівництва в Україні на сучасному етапі характеризується наближенням технологічних аспектів до світового рівня. Однак, інженерно-конструкторські рішення повинні визначатись згідно чітких норм проектування, виникає потреба в інноваційних підходах до технологічних методів будівництва. За таких тенденцій стає актуальним дослідження технології зведення висотних будівель в рамках вітчизняного досвіду. Для вирішення цієї задачі в умовах визначеної проблеми в науково-дослідній роботі було зроблено наступне:

1. Встановлено, що рівень розробки нормативно-технологічної документації в Україні відстає від темпів вітчизняного розвитку та світового рівня показників висотного будівництва. За відсутності широкої практики та набутого досвіду проектування висотних будівель існують лише настанови та рекомендації щодо їх зведення. Проте на сьогодні існує низка реалізованих проектів висотних будівель в українських мегаполісах, розробляються концептуальні підходи до проектування та розміщення нових висотних домінант.
2. Аналіз розвитку висотного будівництва показав зростання вартості зведення будівель на 10% зі збільшенням поверховості. Зокрема відзначається зростання собівартості 1 м² площі висотної секції на 30-35%.
3. Визначені основні технологічні принципи зведення висотних будівель, які відповідають закордонному досвіду висотного будівництва. Це характеризує закономірність розвитку відзначеного сектору будівництва, однак технічна озброєність висотного будівництва залишається в рамках вітчизняного рівня. Також виявлено, що опалубні роботи мають найбільшу відносну частку трудовитрат із зведення висотних монолітних будівель.
4. Розглянуто існуючі типи нез'ємних опалубок, їх конфігурацію та конструктивні особливості. Аналіз ефективності використання неінвентарних

типів опалубок показав зниження трудомісткості опалубних робіт на 35-40% і вартості на 15-40%. Таким чином, допущена можливість застосування нез'ємної опалубки як інноваційного технологічного рішення в процесі зведення висотних монолітних будівель.

Застосування інноваційних технологічних рішень таких, як нез'ємна опалубка, дозволить прискорити темпи будівництва, зменшити собівартість опалубних робіт, а отже, зменшити вартість зведення висотних будинків.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авдієнко О. П., Балицький В. С., Нечепорчук А. А. Концептуальні підходи до розробки нового нормативного документа «Проектування висотних будинків та споруд житлово-громадського призначення. Основні положення». *Нові технології в будівництві*. 2008. № 1 (15). С. 7-36.
2. Анпилов С. М. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона: учебн. пособ. Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. 576 с.
3. Айрапетов А., Абрамов А., Айрумян Э. Современное высотное строительство / под ред. Н. М. Щукиной. Москва: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. 440 с.
4. Афанасьев А. А., Данилов Н. Н., Копылов В. Д. Технология строительных процессов / под ред. Н. Н., Данилова, О. М. Терентьева. Изд. 2-е, перераб. Москва: Высшая школа, 2001. 464 с.
5. Awad S. Hanna. Concrete Formwork Systems / Awad S. Hanna. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin, 1999. 318 p.
6. Бетонный завод Cobra. 2014. URL: <http://www.tecwill.com/rus/?ID=1522>.
7. Бетоны. Материалы. Технологии. Оборудование. Изд. 2-е. Москва: Стройинформ. Ростов н/д; Феникс, 2008. 382 с.
8. Бойко Х. С. Типи будинків та архітектурні конструкції: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 196 с.
9. Броневицький С., Броневицький А. Висотне будівництво. *Будівництво України*. 2012. № 2. С. 2-4.
10. Бикбау М. Я. Новые технологии, конструкции и материалы для высотных зданий. Москва: Строительные материалы, 2006. № 5. С. 47-50.

11. Вильман Ю.А. Технология строительных процессов и возведения зданий. Современные прогрессивные методы: учеб.пособ. Изд. 2-е, доп. и перераб. Москва: Издательство АСВ, 2011. 336 с.
12. Гоц В. І.Бетони і будівельні розчини: підруч. для студентів вищих навч. закладів спец. “Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів”»: підручник. Київ: КНУБА, 2003. 472 с.
13. Городецкий А. С., Батрак Л. Г., Городецкий Д. А. та ін.Расчет и проектирование высотных зданий из монолитного железобетона.Київ: Издательство “Факт”, 2004. 106 с.
14. Дикман Л.Г. Организация строительного производства: учеб.для строит. вузов. Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006.608с.
15. ДБН А.3.1-5-2016. Управління, організація і технологія: Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2016–05–05]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.
16. ДСТУ 8302:2015 Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-07-01] Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.20 с.
17. ДСТУ 3008-2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016. .31 с.
18. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинні з 2012-04-01].Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 94 с.
19. ДБН В.2.2-24:2009. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків [Чинний від 01-09-2009] :Київ.: Мінрегіон буд України, 2007
20. Изотов В.С. Химические добавки для модификации бетона: монография Москва: Издательство “Палеотип”, 2006. 244 с.

21. Каталог будівельних норм та нормативних документів національного рівня у галузі будівництва та промисловості будівельних матеріалів України (станом на 1 січня 2016 року) / Упорядкував Владіміров Є. С. Київ: Укрархбудінформ, 2016. 380 с.
22. Карпенко Ю. В. Технологічне забезпечення точності геометричних параметрів конструкцій багатопверхових каркасно-монолітних будівель: автореф. дис. канд. тех. наук: 05.23.08. Харків: Харк. держ. техн. ун-т буд-ва і архіт., 2008. 18 с.
23. Косенков Е.Д. Строительство инженерных высотных сооружений из монолитного железобетона : уч. пособ. Київ: “Будівельник”, 1977. 184 с.
24. Ковальський М.Л., Кузьміна Г. В., Ковальська Г. Л. Архітектурне проектування висотних будинків: навч. посіб. Запоріжжя: ПРИВОЗ ПРИНТ, 2012. 128 с.
25. Марковский М. и др. Технологии бездефектного возведения монолитных железобетонных конструкций из товарного бетона. *Строительные материалы*. 2008. № 3. С. 14-17.
26. Mir M. Ali. Evolution of Concrete Skyscrapers: from Ingalls to Jin Mao. *Electronic Journal of Structural Engineering*. 2001. URL: <http://www.ejse.org>.
27. Містобудівна концепція розміщення висотних будинків і споруд в Києві на період до 2020 р. Київ: УАА, 2007. 25 с.
28. Маевская М. Отражение вертикалей: Киев и Минск. *Высотные здания*. 2011. № 3. С. 22-31.
29. Николаев С. Безопасность и надежность высотных зданий – это комплекс высокопрофессиональных решений. *Уникальные и специальные технологии в строительстве*. 2004. № 1. С. 8-18.
30. Присяжнюк В. Висотне будівництво в м. Києві. *Нові технології в будівництві*. 2006. № 1 (11). С. 4-11.
31. Проект виконання робіт на улаштування залізобетонних конструкцій вище відм. 0,000 м : проект. докум. / шифр: 12-27/11-2014-1-ПВР-1.4.1 / ТОВ “АВН КАПІТАЛ” К., 2016. 65 арк.

32. Проект: у 18 т. Т. 14 : Організація будівництва. Шифр 21/032016-ПОБ / ТОВ “АВН КАПІТАЛ”. Київ: 2016. 41 арк.
33. Руководство по высотным зданиям. Типология и дизайн, строительство и технология: пер. с англ. Москва: ООО “Атлант-Строй”, 2006. 228 с.
34. Рамачандран В. С., Фельдман Р. Ф., Коллепарди М. и др. Добавки в бетон: справ.пособ. / под ред. В. С. Рамачандрана. Москва: Стройиздат, 1988. 575 с.
35. Росковшенко А. Ю. Визначення рівня комфортності багатоквартирного житла в залежності від його поверховості: автореф. дис.канд. арх. Київ: Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт, 2010. 19 с.
36. Робочі креслення. Альбом 1.5. Житловий будинок. Секція № 1. Каркас у відмітках +3,800...+76,200. Конструкції залізобетонні: проект. докум. / шифр: 12-27/11-2011-1-КБ 1.5 / ТОВ “АВН КАПІТАЛ”. Київ, 2014. 69 арк.
37. PERI Formwork Systems. Skyscrapers. 2014. URL: http://www.peri.ca/en/projects.cfm/fuseaction/show-reference/reference_ID/276/referencecategory_ID/6.cfm.
38. Соловей О. Высотное строительство: международный опыт и украинская практика. Commercial Property. *Все о рынке коммерческой недвижимости*. 2007. № 7 (47). С. 36-45.
39. Теличенко В. И., Терентьев О. М., Лapidус А. А. Технология возведения зданий и сооружений: учеб. для строит. вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва: Высшая школа, 2004. 446 с.
40. Тур В. В., Марковский М. Ф., Щербач А. В. Новое в строительстве высотных зданий из железобетона. Архитектура и строительство. 2008. № 2. С. 72-81.
41. The Conco Companies. More Power, Less Noise, Zero Emissio. 2014. URL: <http://www.conconow.com/more-power-lessnoise-zero-emissions>

42. Хасанов И. Р. Обеспечение пожарной безопасности высотных многофункциональных комплексов. *Нові технології в будівництві*. 2006. № 1 (11) С. 25-32.

43. Шилкин Н. В. Возможность естественной вентиляции для высотных зданий .URL:http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2721.