

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ): Конструювання та дизайну

УДК 72.012:711.558.5

**ПОГОДЖЕНО**

Декан факультету (Директор ННІ)  
Конструювання та дизайну  
(назва факультету (ННІ))

\_\_\_\_\_ Ружи́ло З.В.  
(підпис) (ПІБ)

— ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри  
Кафедра будівництва  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_ Яковенко І.А.  
(підпис) (ПІБ)

— ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему

**ПРОЕКТУВАННЯ ДИТЯЧОГО АКВАПАРКУ**

**М.БІЛГОРОД - ДНІСТРОВСЬКИЙ**

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(код і назва)

Освітня програма Магістр  
(назва)

Орієнтація освітньої програми Освітньо-наукова  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

професор, д.т.н.  
(науковий ступінь та вчене звання) \_\_\_\_\_ (підпис)

Мар'єнков М.Г.  
(ПІБ)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

доцент, к.т.н.  
(науковий ступінь та вчене звання) \_\_\_\_\_ (підпис)

Бакулін Є.А.  
(ПІБ)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Мануїлов Д.В.  
(ПІБ студента)

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри будівництва**

Д.Т.Н., професор \_\_\_\_\_ Яковенко І.А.  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)  
— ” \_\_\_\_\_ 2025 року

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Мануїлову Дмитрію Валерійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(код і назва)

Освітня програма Магістр  
(назва)

Орієнтація освітньої програми Освітньо-наукова  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи  
ПРОЕКТУВАННЯ ДИТЯЧОГО АКВАПАРКУ М. БІЛГОРОД-ДНІСТРОВСЬКИЙ  
затверджена наказом ректора НУБіП України від –22” 12 2023 р. № 2358 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025.05.05  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

Місто Білгород - Дністровський розташовується на Дністровському лимані за 18 км від Чорного моря та за 81 км від Одеси Аквапарк в місті Білгород - Дністровський, це сучасний проект дитячого оздоровчого комплексу, який містить в собі систему басейнів, пляжних кафе і атракціонів та пляжів, які накриті однією світлопрозорою оболонкою розміром в плані 76,0 м на 100,0 м і заввишки 40,0 м.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- провести аналіз еволюції будівель спроектованих за принципами архітектурної біоніки;
- визначити світові тенденції розвитку та стилі архітектурно-будівельної біоніки;
- визначити основні принципи формоутворення структури будівлі та зробити висновки.

Перелік графічного матеріалу (за потреби) \_\_\_\_\_

Дата видачі завдання –4” 10 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Бакулін Є.А.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Мануїлов Д.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

# З М І С Т

<b>ВСТУП</b>	<b>5</b>
<b>1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД</b>	<b>7</b>
1.1. Історична довідка	7
1.2. Загальна характеристика архітектурної біоніки	11
1.3. Принципи архітектурної біоніки	16
1.4. Висновки по аналітичному огляду	18
<b>2. АРХІТЕКТУРНО – БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ</b>	<b>19</b>
2.1. Постановка архітектурно – будівельної задачі на проектування	19
2.2. Умови проектування	20
2.3. Об’ємно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення	21
<b>3. РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРКТИВНИЙ РОЗДІЛ</b>	<b>31</b>
3.1. Стичний розрахунок сферичної оболонки	31
3.1.1. <i>Загальні положення про оболонки</i>	<b>31</b>
3.1.2. Побудова розрахункової схеми	32
3.1.3. Збір навантажень діючих на оболонку	34
3.1.4. Напружено-деформований стан структури оболонки	34
3.2. Розрахунок колони - стійкі структури оболонки	36
3.2.1. Вихідні умови	36
3.2.2. Розрахунок колони-стійкі по міцність	37
3.2.3. Розрахунок колони-стійкі на стійкість	37
3.3. Розрахунок структури оболонки	39
3.3.1. Розрахунок опорних розкосів структури оболонки	39
3.3.2. Нижній радіальний пояс структури оболонки	40
3.3.4. Розкоси структури оболонки	40
3.3.5. Розрахунок стійок оболонки	41
<b>4. РОЗДІЛ ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ</b>	<b>42</b>
4.1. Інженерно-геологічні умови	42
4.2. Визначення характеристик ґрунтових прошарків	42
4.3. Визначення необхідної несучої здатності буронабивної палі	45
4.4. Розрахунок пальового ростверку	48
4.5. Перевірка несучої здатності найбільш завантаженої палі	49
4.6. Розрахунок ростверку на продавлення кутовою палею	49
4.7. Розрахунок осадки фундаменту	50
<b>5. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА</b>	<b>52</b>
5.1. Область застосування	52

5.2. Загальні відомості про басейни	52
5.3. Технологія влаштування бетонної чаші басейну	54
<b>5.4. Технологія виконання робіт по гідроізоляції чаші басейну</b>	<b>56</b>
5.5. Механізація робіт з гідроізоляції чаші басейну	60
5.6. Вимоги техніки безпеки при виконанні гідроізоляційних робіт	62
<b>6. РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТА</b>	<b>63</b>
<b>6.1. Організація робіт з будівництва об'єкта</b>	<b>63</b>
6.2. Визначення обсягів робіт	65
6.3. Технологія виконання будівельно-монтажних робіт	67
6.4. Визначення трудоемкості робіт	72
6.5. Вибір монтажного крану по технічним характеристикам	76
<b>6.6. Проектування будівельного генерального плану</b>	<b>77</b>
6.7. Тимчасові будинки адміністративно-господарського і санітарно-побутового призначення	79
6.8. Техніко-економічні показники проекту	80
6.9. Охорона праці та техніка безпеки при веденні монтажу	81
<b>7. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА</b>	<b>83</b>
Оплата праці по бригадному підряду	83
<b>8. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ</b>	<b>86</b>
8.1. Охорона праці та техніка безпеки при роботі на висоті	86
8.2. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті	87
8.3. Робітників, що виконують роботу на висоті	88
<b>8.4. При виконанні висотних робіт забороняється</b>	<b>88</b>
<b>9. НАУКОВО – ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	<b>90</b>
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ СТВОРЕННЯ ОБРАЗУ ОБ'ЄКТІВ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОЇ БІОНІКИ	
9.1. Ціль наукового дослідження	91
9.2. Еволюція архітектурно-будівельної біоніки	92
9.3. Тенденції розвитку архітектурно-будівельної біоніки	96
9.4. Стилi архітектурної біоніки	99
9.5. Художні особливості об'єктів архітектурної біоніки	105
9.6. Формоутворення архітектурно біонічної структури будівлі	106
Загальні висновки	114
<b>10. ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА</b>	<b>116</b>

## ВСТУП

Архітектурна баоніка – це іноваційний стиль, який увібрав все найкраще від природи: рельєфи, контури, принципи формотворення і взаємодії з навколишнім світом. Термін «баоніка» походить від грецьких слів «bios», тобто «життя» та «bion» – «єдність життя, незалежний живий організм».

**Біо-тек**, або архітектурно-будівельна баоніка - назва сучасної «неорганічної» архітектури, де вразність об'єкта та його конструкцій досягається запозиченням природних форм.

Живучі в природному середовищі люди бачуть і відчують гармонію природи у красі квітки, структурі розлогого дерева, витонченості тіла медузи та інших живих формах.

Більшість споруд мають прямокутні форми стін, вікон, дверей, дахів. Житлові, промислові, громадські будівлі з такими формами для нас прості, зрозумілі та звичні. Проте, людину все більше цікавлять природні форми та їх гармонійність. Гармонію природи ми можемо відтворити різноманітними засобами – пластичними формами, сучасними матеріалами, у декоративному мистецтві. Зокрема в архітектурі - це поява баонічних споруд.

На протязі багатьох століть люди вивчали, досліджували і копіювали живу природу. У процесі свого розвитку прагне до всебічної економії енергії, будівельного матеріалу і часу, до витриманої пропорційності і конструктивності. Саме це знаходить відображення в предметах першої необхідності та в житлі, які створені людьми на основі природних аналогів.

Використовуючи відношення «золотого перетину», яке люди підмітили у природі, ми можемо будувати міцні, красиві, функціональні споруди.

Подивіться на споруди, конструкцію яких підказала природа: будинки-мушлі, будинки-кукурудзи, будинки у формі равлика, листка та бутона квітки (рис. 1).

Архітектурна баоніка реалізує будівництво, які ідеально вписуються в природне середовище, не вступаючи з нею на пряму в конфлікт, а утворюючи продовження її природного розвитку. Основний напрямок в архітектурній біоніці - це створення екологічних будинків з природними джерелами енергії.



Рис. 1. Підказані природою конструкції будівель

Архітектурна баоніка старається уникнути в будівництві будинків одноманітних прямих ліній з похмурими гладкими стінами і намагається перетворити їх в пейзаж з відсутністю кутових секцій і різноманітною живою колірною гамою. Одноманітна візуальне середовище провокує людини на агресію, вчені говорять про виникнення синдрому великих міст в містах з одноманітними типовими будівлями, тому дома в біонічному стилі з кожним роком стають дедалі популярнішими. У західних країнах і США вже проводиться масштабне будівництво екологічних будинків.

## 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Ще у 1920-х роках, елементи баоніки були властиві німецькому експресіонізму і структурному експресіонізму. У 1960-х роках, експресіоністи встановили, що пряме копіювання природних форм не приносить позитивних результатів, бо в архітектурній споруді з'являються нефункціональні зони.

Наприкінці XIX століття, концепція біоурбаністики передбачала не лише опосередковане, але й пряме використання форм живої природи в архітектурі, а конкретно у вигляді елементів природного ландшафту, живих рослин. архітектурний стиль – баоніки на даному етапі перебуває в процесі активного становлення, що спричинило його теоретичну і дослідницьку компонентну перевагу над містобудівною практикою. Основне протиріччя архітектурної баоніки: консервативне прямокутне планування і конструктивна схема будівель протистоять біоморфним криволінійним формам, оболонкам, фрактальним формам. Достойне естетичне і економічно виправдане рішення цього протиріччя - одне з основних завдань біоніки.

### 1.1. Історична довідка

Впродовж усієї історії архітектури зодчі використовували природні форми як аналог і об'єкт наслідування. Перші спроби використовувати природні форми у будівництві зробив Антоніо Гауді неймовірний іспанський архітектор. Дом Батло, Парк Гуеля, Дом Міла – нічого подібного Європа і весь світ, ще не бачили. Ці шедеври дали поштовх до розвитку архітектури в баонічному стилі (рис. 1.1).

У першій половині ХХ ст., в архітектурі почалось усвідомлене творче і концептуальне нове використання принципів природного формоутворення архітектурної баоніки. Основними напрямками стали: метаболізм в японській архітектурі (К. Танге); в Італії міста майбутнього (П. Солері); в Германії тентові підвісні конструкції (Ф. Отто); в Іспанії тонкості криволінійні покриття (Ф. Кандела); конструкції стрижневих і ребристих куполів, склепінь і опор (Р. Б. Фуллер, П. Л. Нерві) та ін.

З 1950-х рр., біоніка архітектури почала стрімко розвиватися в наукових і проєктних дослідженнях у Франції (Ж. Р. Ле Ріколе), Німеччина (Ф. Отто), колишньому СРСР (Ю. С. Лебедев.). Серед прикладів практичного використання прийомів архітектурної баоніки: ресторан Ксохімілко м. Мехіко, Мексика, архітектор Ф. Кандела; павільйон виставки м. Турін, Італія, інженер П. Л. Нерві; павільйон міжнародній виставці м. Брюсселі, Бельгія; Олімпійський стадіон м. Мюнхен, архітектор Ф. Отто.

Загалом з кінця ХХ і на початок ХХІ століття, можливо виділити два основних напрямки формування об'ємно-просторових композиційних рішень будівель. Перший період охоплює часовий проміжок з 90-х років і до теперішнього часу. Він характеризується використанням складних багатограних форм висотних об'ємів (рис. 1.2).

Другий період охоплює проміжок з 2000-х років і до теперішнього часу, де спрямовано з'являються об'єкти архітектурної баоніки які характеризуються різноманітністю об'ємно-просторових рішень, використанням різноманітних прийомів трансформації первинних форм і об'ємів, поєднанням композиційно-підпорядкованих об'ємів в групі (рис. 1.3).

На даний час архітектори, конструктори і проєктувальники все більше приділяється уваги баонічним формам та об'ємно-просторовим композиціям проєктуємих будівлям. У формуванні образу будівель спостерігається прагнення відійти від простих геометричних пропорцій та об'ємно-просторових рішень, відчувається потреба в створенні лаконічних об'єктів як продовження існуючого природного середовища. Сучасні тенденції художньої виразності об'єктів архітектурної баоніки полягають в пошуку нових формотворчих можливостей: трансформації простих природних фігур, їх комбінування, розвитку біоформ та структур будівель (рис. 1.4).

## **1.2. Загальна характеристика архітектурної біоніки**

На ранніх етапах свого розвитку архітектурна баоніка зосереджувалася переважно на принципах матеріальної будови природних об'єктів. Давньоримський теоретик архітектури Вітрувій визначив архітектурну тріаду: корисність; міцність; краса. В сучасній архітектурній баоніки на основі зовнішньої і структурної подібностей розроблено нові архітектурні форми такі як «оболонки». Ці форми підвищили несучу спроможність конструкцій та забезпечили ефективне використання конструкційних матеріалів.

Метою розвитку баоніки архітектурної є створення архітектурних форм унаслідок моделювання живих систем у взаємозв'язку їхньої матеріальної та просторової характеристик із функціональними процесами. Ідеться про досягнення в архітектурній формі нерозривної єдності процесу, простору й речовини, що характерно для живих організмів. Дані баоніки архітектурної використовують для пошуку нових прийомів і засобів архітектурної організації простору в містобудуванні та окремих спорудах, розроблення нових ефективних конструкцій та матеріалів.

Згідно до цього, на сьогоднішній день, вироблена певна класифікація архітектурної баоніки:

- **аркова форма конструкцій** - навіна хребтом тварини, що створює більш стійку і жорстку споруду;
- **структурована тонка оболонка** - навіна формами панцирів різних ракоподібних та чирепів, що спроможні ефективно розподіляти навантаження по всій поверхні (споруди, створені на основі цих принципів, гнучко реагують на зміни навантаження);
- **надувні конструкції** - навіяні клітинами рослин і тварин, в основному їх використовують в естетичних цілях;
- **спіральна структура** - навіяна листям подорожника та його здатністю регулювати сонячне світло (будинки, спроектовані за таким принципом, отримують найбільше сонячного освітлення).

На сучасному етапі, для визначення рівня застосування баонічних технологій в архітектурному проєкті визначено шість питань щодо іновацій, натхнених природою у вигляді всесвітньо відомих об'єктів архітектури.



Рис. 1.4. Собор Санта-Марія-дель-Фьоре, м. Флоренція, Італія

Один із символів міста і культури італійського Відродження. Зодчий італійського Відродження Філіппо Брунеллескі (1377 – 1446 р.р.), проєктуючи купол Флорентійського собору, взяв за зразок форму скарлупи пташиного яйця (рис. 1.4).



Рис. 1.5. Храм Лотоса м. Нью-Делі, Індія

Будівництво храму велось 8 років архітектором Фаріборз Сахбі. В основу храму покладено квітку лотоса. Лотос є піднесиною квіткою, що налаштовує на відчуття чогось неземного. 27 кам'яних пелюсток з бетону покриті грецьким мармуром, а в центральний зал можна потрапити через 9 зовнішніх дверей (рис. 1.5).



Рис. 1.6. Сіднейська опера м. Сідней, Австралія

Дах будівлі подібний «хвилям вітру» створив архітектор Йорн Утзон. Ця будівля не схожою ні на одну іншу у світі. У неї входить 900 приміщень, зокрема Концертний зал, Оперний Театр, Драматичний і Камерний Театри, 4 ресторани і Урочистий зал Прийомів. Дах будівлі покриває більше мільйона плиток, які при різному освітленні створюють різноманітну колірну гамму.

Цей творчий проєкт мистецтва і архітектури, розроблений Йорном Утзоном, був оголошений ЮНЕСКО об'єктом Всесвітньої спадщини у 2007 році (рис. 1.6).

Форм звичайного огірка навіяло створення хмарочоса висотою 180 м, 40-поверхового будинку. Будівництво було розпочато в 2001 р., і у 2004 року будинок було офіційно відкрито. Мешканці за зеленуватий відтінок скла та характерну форму називають його - огірок, або корнюшон (The Gherkin). Проєкт було розроблено англійським архітектурним бюро «**Foster and Partners**» (рис. 1.7).



*Рис. 1.7. Хмарочос «Огірок» м. Лондон, Велика Британія*

Найвідоміша та найбільш оригінальна будівля світу була зведена у 2003 році за проектом іспанського архітектора Сантьяго Калатрави. Аудиторіо-де-Тенерифе це символ міста Санта-Крус-де-Тенерифе та одна із головних пам'яток Канарських островів. Будівля оперного театру «Аудиторіо-де-Тенерифе» визнана однією з найвидатніши споруд сучасної архітектури (рис. 1.8).



*Рис. 1.8. «Аудиторіо-де-Тенерифе» оперний театр та концертний зал у м. Санта-Крус-де-Тенерифе, Канарські острови*

Футуристичне місто мистецтв і наук - це приголошливе своїми розмірами і амбітністю місто майбутнього. Його площа складає 350 000 кв.м. Між спорудами зі скла і бетону сяють блакитю величезні басейни, в яких відбивається нескінчене і безтурботне небо, що надає ансамблю легкості і невагомості. Образ «жука» надихнув архітектора Сантьяго Калатрава (іспанський скульптор і архітектор, автор футуристичних споруд по всьому світу) на створення одного із павільйонів (рис. 1.9).



Рис. 1.9. «Місто мистецтв і наук», м. Валенсія, Іспанія

### 1.3. Принципи архітектурної біоніки

Баоніка - наука про використання в архітектурі, техніці і будівництві знань про форми, принципи і технологічні процеси живої природи. Дослідження щодо моделювання живих систем складають основу біоніки. Баоніка не просто досліджує живу природу, як це робить фізик, хімія, біологія і т.д., а на основі вивчення закономірностей природи. До основних методів архітектурнобудівельної баоніки належать:

- *метод функціональних аналогій* – оцінка функціональних сторін живої природи виконується на основі використання досвіду формоутворення архітектури, її технічних засобів і урахування тенденції її перспективного розвитку;

- *діалектичний метод* – об'єкти досліджуються діалектично, тобто у всьому протиріччі їх розвитку, а також історично, в процесі росту і з урахуванням єдності організму і середовища;

- *метод моделювання* – моделі слугують основою для абстрактних математичних висновків в області закономірностей отриманої форми – її характеру, пропорцій, ритму і т.д.

Архітектурна баоніка базується на принципах зв'язку із законами живої природи, мінімізації витрат енергії, будівельних матеріалів та принципах

механічного опору, анізотропності та ерогідростатики (полегшення конструкції знизу до гори) в взаємозв'язку з законами живої природи Структурна схема організації принципів архітектурнобудівельної баоніки рис. 1.10.



Рис.1.10. Схема принципів архітектурнобудівельної баоніки

Принцип розміщення міцного матеріалу по лініях максимальних напруг у живому організмі складає його арматуру, яка аналогічно відповідає арматурі в залізобетонних конструкція і каркасі будівлі.

Принцип «роботи за формою» найкраще пояснити на таких простих прикладах. Якщо взяти лист паперу і покласти його вузкими краями на чотири опори, то лист не втримається на них. Але, коли зробити з цього ж листа паперу оболонку аркового окреслення та розмістити на ті ж опори, то вона не тільки не впаде під дією власної ваги, а й додаткові навантаження. Тобто, змінилася форма паперу і відбувається перерозподіл внутрішніх зусил. Саме і є зв'язком форми конструкції з її механічними здібностями.

Принцип аерогідростатичного тиску в живих організмах активно впливає на їх формування, в результат чого виникають різноманітні комбінації форм.

Принцип анізотропності полягає в розподіленні матеріалу, розрахованого на найбільш випадкові і різнонаправлені дії навантажень.

Принцип поступового полегшення конструкції зниз догори, прикладом якого в природі є стовбури дерев, а в будівництві радіо- та телевежі. Таким чином, використання принципів запозичених з живої природи, рослиного і тваринного світу є прогресивним напрямом конструктивного рішення будівель і споруд або їх окремих елементів. Запозиченням з природи є водонапірна башта,

аналогом якої виступає маківка, а також влаштування веж і високих залізобетонних опор за принципом бамбука.

Прикладом використання баоніки в архітектурі і будівництві може бути Ейфелива вежа в Парижі. Її основа за своєю будовою повторює велику гомілкову кістку людини, на яку препадає вся вага тіла.

Деякі висотні споруди та окремі проєктні рішення веж також запозиченні з природи і нагадують кипарис. Це високе дерево витримує великі вітрові зусилля завдяки своїй формі і розвиненій кореневій системі, яка заглиблена всього на півметра, а утримує від значних коливань усе дерево. На основі форми клина розроблено конструкцію клиноподібної палі, яка легко забивається в ґрунт і внаслідок його ущільнення має підвищену несучу спроможність.

Ефективнішим може бути застосування форми «перевтирнутої ялинки» у вигляді паливого анкера, який легко заглибити в ґрунт, але важко витягти.

#### **1.4. Висновки по аналітичному огляду**

Архітектурна баоніка в сукупності розглядає систему «жива природа (середовище) – архітектура (техніка - будівництво) – людина», завдяки цьому соціальна і технічна сфери можуть розвиватися в гармонічній єдності з оточуючою природою.

Разом з практикою архітектурної біоніки поступово складається новий науковий напрямок в архітектурнобудівельній галузь, як частина нового наукового підходу загальної баоніки в будівництві.

Складовими частинами архітектурнобіонічної науки в будівництві є практична основа створення будівель і споруд та необхідні знання в галузі використання законів живої природи в будівництві.

Взагалі архітектурна баоніка в архітектурі і будівництві є новим перспективним напрямом наукових досліджень та їх подальшого практичного застосування.

## 2. АРХІТЕКТУРНО – БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1. Постановка архітектурно – будівельної задачі на проектування

Місто Білгород - Дністровський не тільки історичне місто започатковане в IV столітті до н. е., а і курортне місто, що розташовується на Дністровському лемані за 18 км від Чорного моря та за 81 км від Одеси (рис. 2.1).

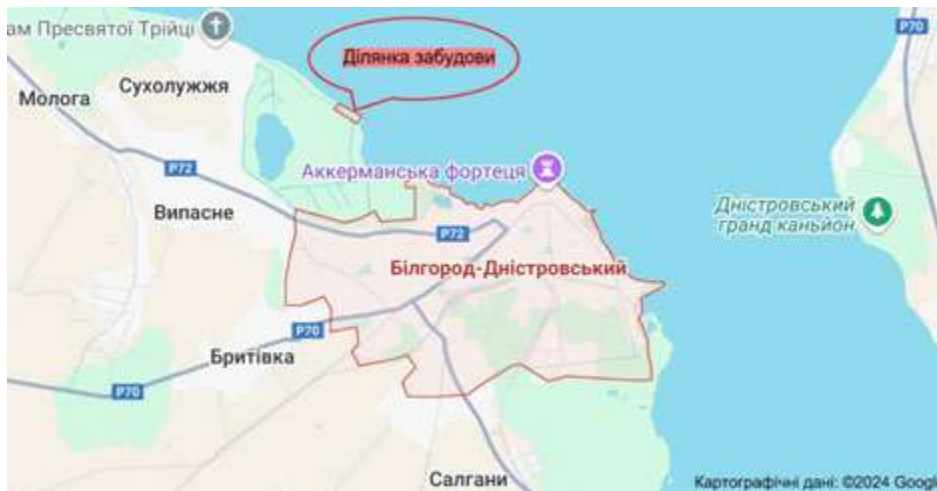


Рис. 2.1. Географічне розташування майданчика забудову

Місто відоме не тільки унікальними історичними пам'ятниками, а і чисельними дитячими таборами та санаторіями. Щорічно санаторії міста відвідує багато відпочиваючих, що знайшло свій відгук в недостатній якості та комфортності надання послуг для них. Для вирішення цієї проблеми адміністрація міста прийняла рішення щодо організації зон відпочинку в мальовничих куточках та наданні якісних і комфортних умов відпочиваючим.

Мета цієї роботи - запроєтувати сучасну архітектурну конструкцію майбутнього дитячого аквапарку, який би задовольнив найвимогливіші комфортні вимоги відпочиваючих.

Аквапарк в місті Білгород-Дністровський, це сучасний проєкт дитячого оздоровчого комплексу, який містить в собі систему басейнів, пляжних кафе і атракціонів та пляжів, які накриті однією світлопрозорою оболонкою розміром в плані 76,0 м на 100,0 м і заввишки 40,0 м. Оболонка повністю покриває

оздоровчий комплекс з басейнами і часткова покриває штучний пляж з системою пляжних кафітеріїв та атракціонів, утворюючи штучний мікроклімат загальним об'ємом понад 300 тисяч кубічних метрів.

Проект дитячого аквапарку в місті Білгород – Дністровський розроблено за критеріями архітектурної баоніки у вигляді морського равлика «Рапан».

Над дитячим аквапарком для створення штучного мікроклімату запропонована легка структурована конструкція світлопрозорої оболонки у вигляді морського равлика «Рапан» пролотом понад 70,0 м, а також конструкція басейнів з оздоровчим комплексом, прибережними кафе і атракціонами, штучним пляжем із системою забезпечення (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Дізайн проєкт функціональних зон аквапарку: *а* – басейн з оздоровчим комплексом; *б* – система пляжних кафітеріїв та атракціонів; *в* – штучний пляж з системою забезпечення

## 2.2. Умови проєктування

Згідно з ДСТУ - Н Б В.1.1-27 :2010 «Будівельна кліматологія» ділянка будівництва розташована в приміській зоні м. Білгород - Дністровський з помірноконтинентальним кліматом.

Середня температура найбільш холодного місяця (січня) - 2,2°C.

Середня температура найбільш теплого місяця (липень) + 24,1°C.

Розрахункова температура повітря - 21°C.

Середня тривалість опалювального періоду - 187 діб.

Середньорічна кількість атмосферних опадів - 640 мм.

Переважаючі вітри - південнозахідні з середньою швидкістю вітру в січен - 5,8 м/с.

Середня глибина промерзання ґрунту становит 70,0 см;

Згідно ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» характеристичне значення снігового навантаження на 1,0 кв. м горизонтальної поверхні становить 1100,0 Па (110 кгс/м<sup>2</sup>). Характеристичне значення вітрового тиску на 1,0 кв. м вертикальної поверхні становить 500,0 Па (50 кгс/м<sup>2</sup>).

Згідно ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України», сейсмічність ділянки забудови складає 8 балів. Категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями - III.

По результатам інженерногеологічних вишукуван у літологічному відношенні майданчик забудови представлений: ІГ-1 рослинний шар потужністю - 0,5 м; ІГ-2 гравілястий шар потужністю - 8,6 м; ІГ-3 пісок середньої крупності 18,1 м. Ділянка відноситься до I типу категорії складності інженерно-геологічних умов. ґрунтові води зафіксовано на позначки - 12,1 м, від деної поверхні, сезонне коливання не зафіксовано. За потенційним підтопленням ділянка відноситься до III типу.

Негативних інженерно-геологічних явищ не зафіксовано. Негативних змін інженерно-геологічних умов не прогнозується.

### **2.3. Об'ємно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення**

За принципами архітектурної баоніки прототипом для об'ємно-просторового рішення дитячого аквапарку став морський равлик «Рапан». Створення баонічного архітектурного образу равлика наведено на рис. 2.3.

*a*

*б*

*в*

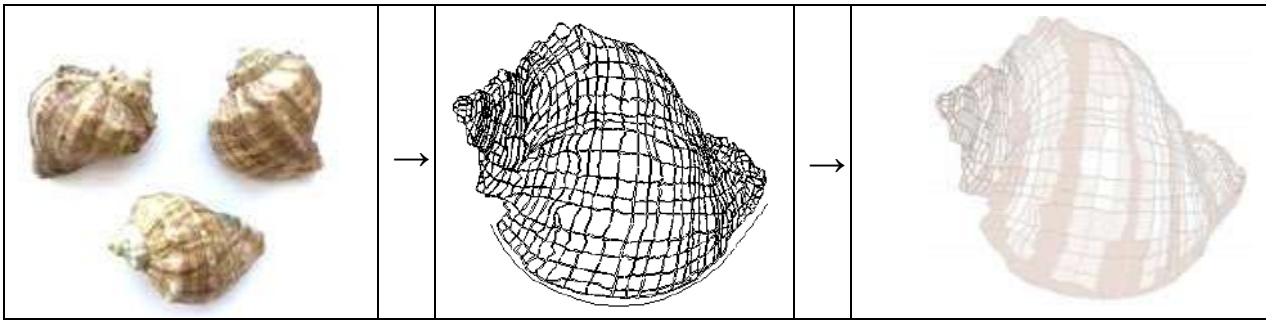


Рис. 2.3. Створення образу архітектурної баоніка: *a* – фото морського равлика «Рапан»; *б* – компютерна модель равлика; *в* – архітектурний образ равлика

З компютерної моделі «Рапана» (рис. 2.3, б) створюється модель оболонки (рис.2.3, в).

Оболонка це просторова геометрична форма тіла, обмежена двома поверхнями, відстань між якими значно менша від інших розмірів. В залежності від форми, оболонки класифікують:

- циліндричні;
- конічні;
- тороїдалні;
- сферичні;
- еліпсоїдні;
- гіперболічні.

У нашому випадку ми застосовуємо сферичну структурну оболонку (рис 2.3, в).

Просторові стрижневі конструкції структурних оболонок мають властивості:

- архітектурна виразність і пластичність форм;
- здатність сприймати значні зосереджені, нерівномірні навантаження;
- підвищена жорсткість;
- висока надійність і довговічність;
- уніфікація вузлів та стержневих елементів.

Поверхня сітчастих (структурних) оболонок створюється згини плоскої сітки з однаковими комірками. Як правило, використовують сітки з різними комірками шестекутними, трекутними, ромбічними, квадратними.

Найбільш жорсткими є оболонки з сітками трекутних і квадратних комірок. Оболонка з сіткою з перигнутих ромбів може трансформувати з здвигати та роздвигати. В цьому випадку проліт не буде постійним, при здвигу він буде зменшуватися, а при роздвиганні – збільшуватися. Сітки з неповним заповненням квадратних комірок можливо використовувати для зменшення довжини розкосів. Тоді розкоси зорієнтовані вздовж граней по розтягнутій або стиснутій дузі, мають чітку статичну схему.

При утворенні поверхні сітчастих оболонок рекомендується використовувати сітки з квадратними або трекутними комірками. Їх поверхню утворюють шляхом вигину плоскої сітки і оболонки отримують проекцією плоских сіток на задану криволінійну поверхню.

Контур оболонки може легко варіюватися з допомогою зміни довжини стержня комірки сітки. Чим більше стержнів призначають вздовж дуги оболонки, тим більш дрібними виявляється призматичні профілі покриття, але при цьому збільшується кількість вузлів та зростає деформативність конструкції в цілому.

Стійкість сітчастої оболонки можливо забезпечити тільки за рахунок жорсткості вузлів, так як, стійкість покриття залежить від ряду факторів, тобто від форми оболонки, контуру і розмірів комірки сітки, матеріалу та перерізу стержнів, значення навантаження. В кожному випадку питання стійкості оболонки вирішують шляхом розрахунків.

Крім жорстких вузлів необхідно забезпечити геометричну незмінність сітчастої оболонки використовуючи проміжні діафрагми у вигляді криволінійних ребер з висотою поперечного перерізу приблизно  $1/40$  ширини

хвилі оболонки. Вздовж оболонки ребра встановлюють з кроком 1 – 1,5 ширини хвилі. Стійкість крайніх складок в торцях покриття забезпечують проміжними діафрагмами, які встановлюють з кроком 2 – 2,5 ширини складки. Ситчасті оболонки підкріплюють по контуру діафрагмами. Висоту поперичного перерізу контурних ребер назначають 1/60 прольоту. Горизонтальні розміри перерізу нахилених та конкових ребер приймають 1/50 – 1/60 пролоту.

Аквапарк являє собою легку світлопрозору споруду у вигляді морського равлика «Рапан» з розмірами в плані 76,0 x 100,0 м. Найвища частина конструкції об'єкта має висоту 40,0 м (рис. 2.4).

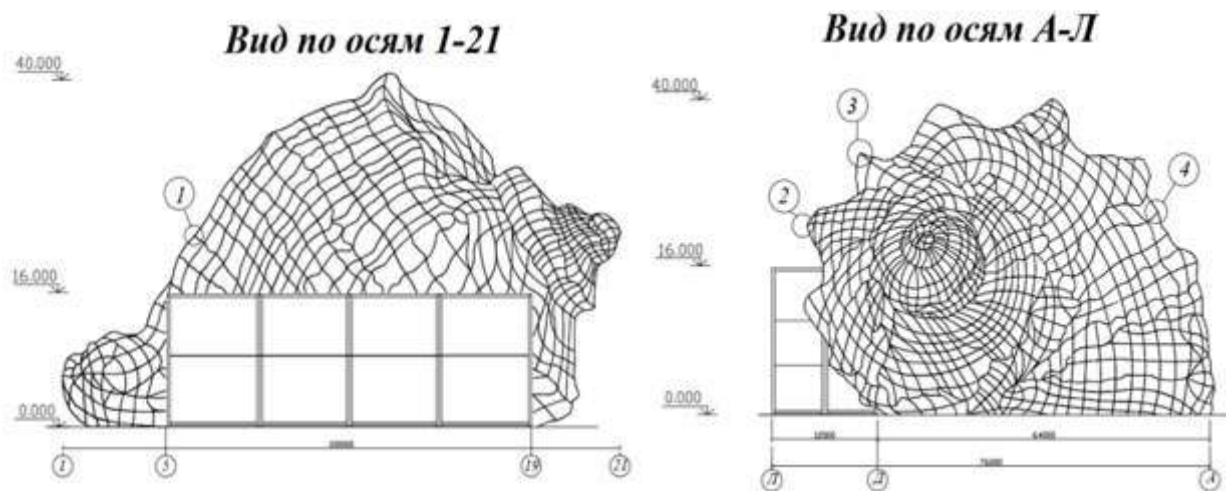


Рис. 2.4. Загальний вигляд структурної оболонки

Проектні архітектурноконструктивні рішення споруди прийняті відповідно до протипожежних вимог нормативних документів - клас конструктивно пожежної небезпеки будівельних конструкцій забезпечений згідно табл. 2.1, вогнестійкість конструктивних елементів забезпечена згідно табл. 2.2.

Таблиця 2.1

Класи конструктивної пожежної небезпеки

Клас	Клас пожежної небезпеки будівельних конструкцій, не нижче
------	---

конструктивної пожежної небезпеки споруди	Нисучі стрижневі елементи	Стіни зовнішні	Стіни, перигородки, перекриття та покриття	Стіни сходових клітин протипожежні перешкоди	Марші та майданчики сходів
С0	К0	К0	К0	К0	К0

Таблиця 2.2

### Вогнестійкість будівельних конструкцій

Ступінь вогестійкості споруди	Межа вогнестійкості будівельних конструкцій, не менше						
	Стержневі елементи	Зовнішні ненесучі стіни	Перекриття міжповерхові	Елементи покриттів		Сходові клітки	
				Настили	Прогони	Внутрішні стіни	Марші та майданчики сходів
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60

По плануvalним рішенням аквапарк містить в собі два басейни, оздоровчий комплекс, мережу пляжних кафе та атракціонів, систему організації пляжних зон (рис. 2.5, а).

Нисучий остов оболонкової структури повинен сприймати будьякі навантаження, що діють на споруду, при всіх несприятливих збігах комбінацій дії сил і при цьому забезпечувати просторову жорсткість та стійкість споруди (рис. 2.5, б).

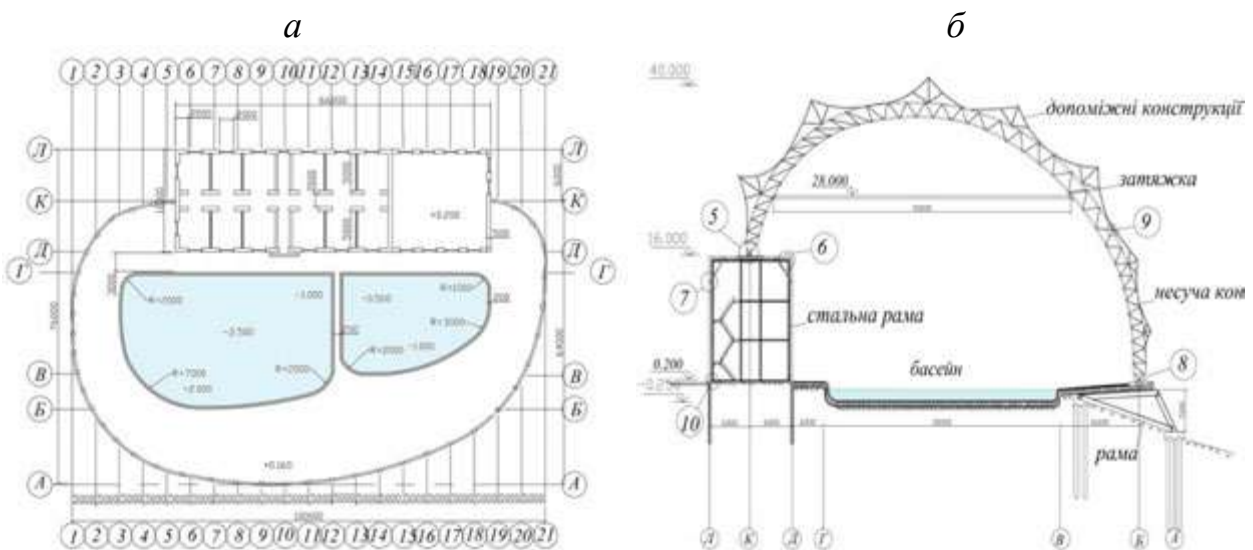


Рис. 2.5. Об'ємнопросторова структура оболонки: *а* – планувальне рішення басейнів і оздоровчого комплексу; *б* – двоярусна структура оболонки у вигляді морського равлика «Рапан»

Для забезпечення стійкості споруди, передбачено влаштування другого ярусу. Рівнем другого ярусу є затьжка яка забезпечує просторову жорсткість структури оболонки (рис. 2.5, б).

Конструктивна схема оболонки являє собою просторову структуру з елементами в формі прямокутного гнучого високомцного алюмінієвого профілю. Межа міцності алюмінієвого сплаву гнучих профілів становить від 54,6 до 61,4 кгс/мм<sup>2</sup>.

Основними технічними умовами на матеріали та стандартами на виготовлення конструкцій оболонки повині відповідати:

- мати теплопровідність не більше 0,175 Вт/м·К при температурі +25оС;
- мати щільність (об'ємну масу) не більше 500 кг/м<sup>3</sup>;
- мати стабільні фізико механічні та теплотехнічні властивості;
- не виділяти токсичних речовин і пилу в кількостях, що перевищують граничнодопустимі концентрації.

Згідно ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України», сейсмічність ділянки забудови складає 8 балів, тому проєктними рішеннями передбачено:

- рівномірність розподілу навантажень на фундаменти споруди;
- арматурні стики фундаментної плити розташовуються поза зоною максимальних зусиль;
- забезпечена монолітність, однорідність усіх конструкцій;

Захист будівельних конструкцій від корозії передбачений відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-193:2013 «Захист металевих конструкцій від корозії».

Для забезпечення внутрішньої просторово жорсткості оболонки в вузлах структури виконується постійне послідовне підтягнення вузлів елементів після збирання всієї несучої структури в цілому.

Вузли структури маю форму кульок з отворами, що мают нарізи для зєднання з стрижнями. Зєднання стрижнів закінчується висувним гвинтом з нарізами. При обертані спеціальної гайки гвинт із нарізами висувається і загвинчується в отвір з нарізами в кулці вузла. При необхідності розєднати стрижень з кулькою, обертаю гайку в іншому напрямку, гвинт виходить з кульки (рис. 2.6).

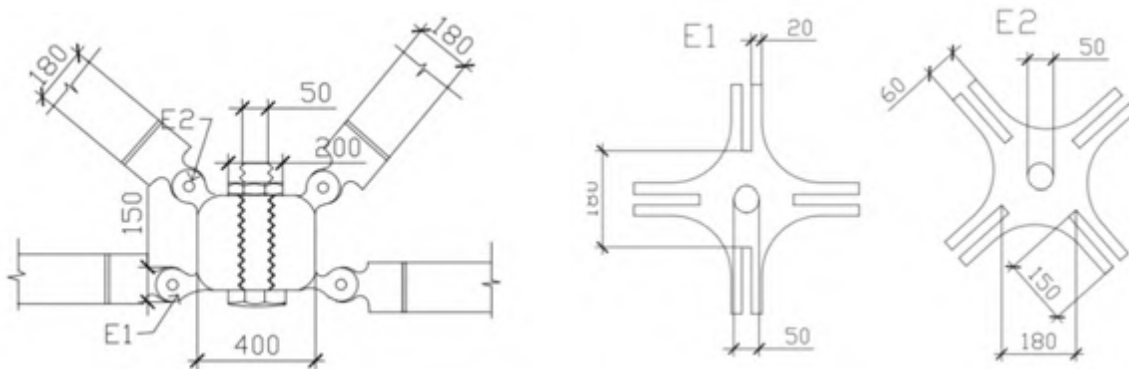


Рис. 2.6. Елементи регулювання підтяжки елементів структури оболонки

На стержнях структури оболонки установлюються температурні компенсатори, що компенсують температурні деформації всієї структури (рис. 2.7). Це зменшує знос стрижнів та забезпечує надійну і довготривалу роботу конструкції оболонки.

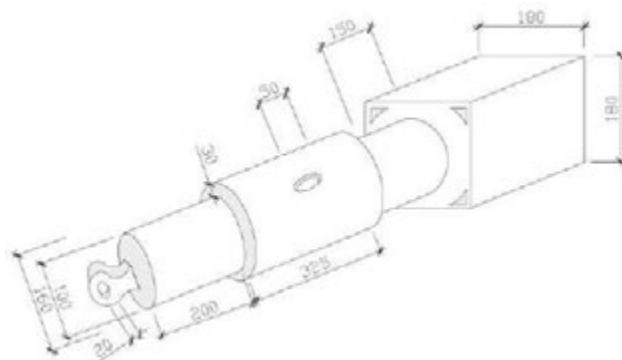


Рис. 2.7. Загальний вигляд температурного компенсатора

В проекті передбачено, що вся структура оболонки, тобто основна несуча конструкція оболонки, спирається на монолітний залізобетонний пояс, що влаштовується по периметру споруди. Колони – стійкі структури оболонки спираються на залізобетонний пояс через балансірні шарніри (рис. 2.8) та жорсткі з'єднання (рис. 2.9).

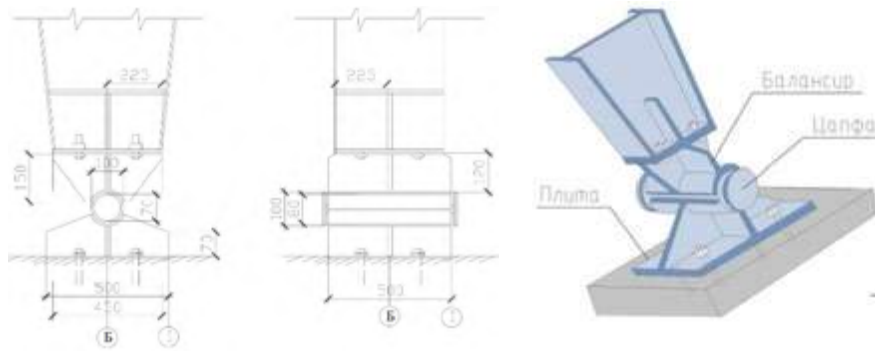


Рис. 2.8. Загальний вигляд опор структури оболонки з балансірним шарніром

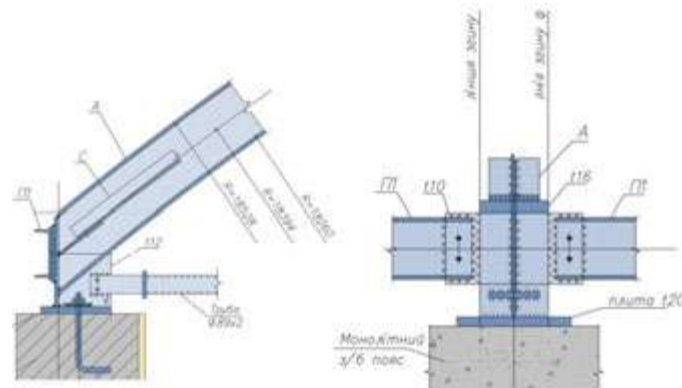


Рис. 2.9. Жорсткі опори структури оболонки

Просторова структура другого ярусу кріпиться на металеві колони – стійкі до яких приварюються дві балки (затяжки) на які встановлюються несучі вузли просторової структури другого ярусу (рис. 2.10).

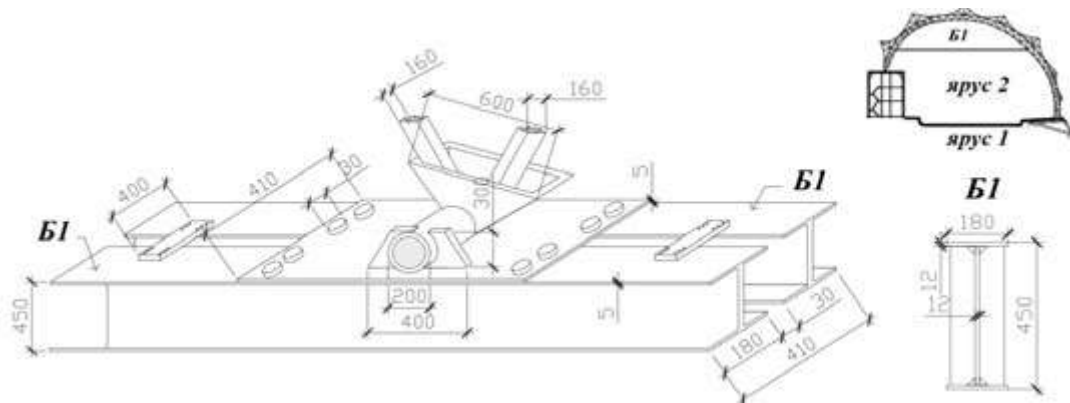


Рис. 2.10. Загальний вигляд шарнірної опори другого ярусу структури оболонки

Покриття оболонки виконано із світлопрозорих, тонованих фасадних систем, що забезпечує достатньо сонячну освітлюваність та інсоляцію. Фасадні системи виконані з алюмінію який покривається тонким шаром радіаційностійкого пластика, що захищає алюмінієвий сплав від сонячної радіації та уповільнює його старіння і деградацію.

Склопакети виконані із тонованого високоміцного скла стійкого до ультрафіолетового випромінювання. Згідно вимог СанПіН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гігієнічні вимоги до інзоляції та сонцезахисту приміщень...» склопакети забезпечують достатню освітленість та інзоляцію всього об'єму оболонки. Крім того склопакети забезпечують необхідну температуру та конденсат утворення від вологи на внутрішніх поверхнях конструкцій усередині споруди з підвищеним вологим режимом.

Елементи скління фасадів вирішені як основа архітектурна домінанта біонічної форми «Рапана». Колір склопакетів основних площин фасадів оболонки прийнято бежевим з відповідними відтінками під кольори равлика «Рапан».

Враховуючи складну конфігурацію скління оболонки передбачені герметичні, гнучкі рами із алюмінію, заводського виготовлення (рис. 2.11).

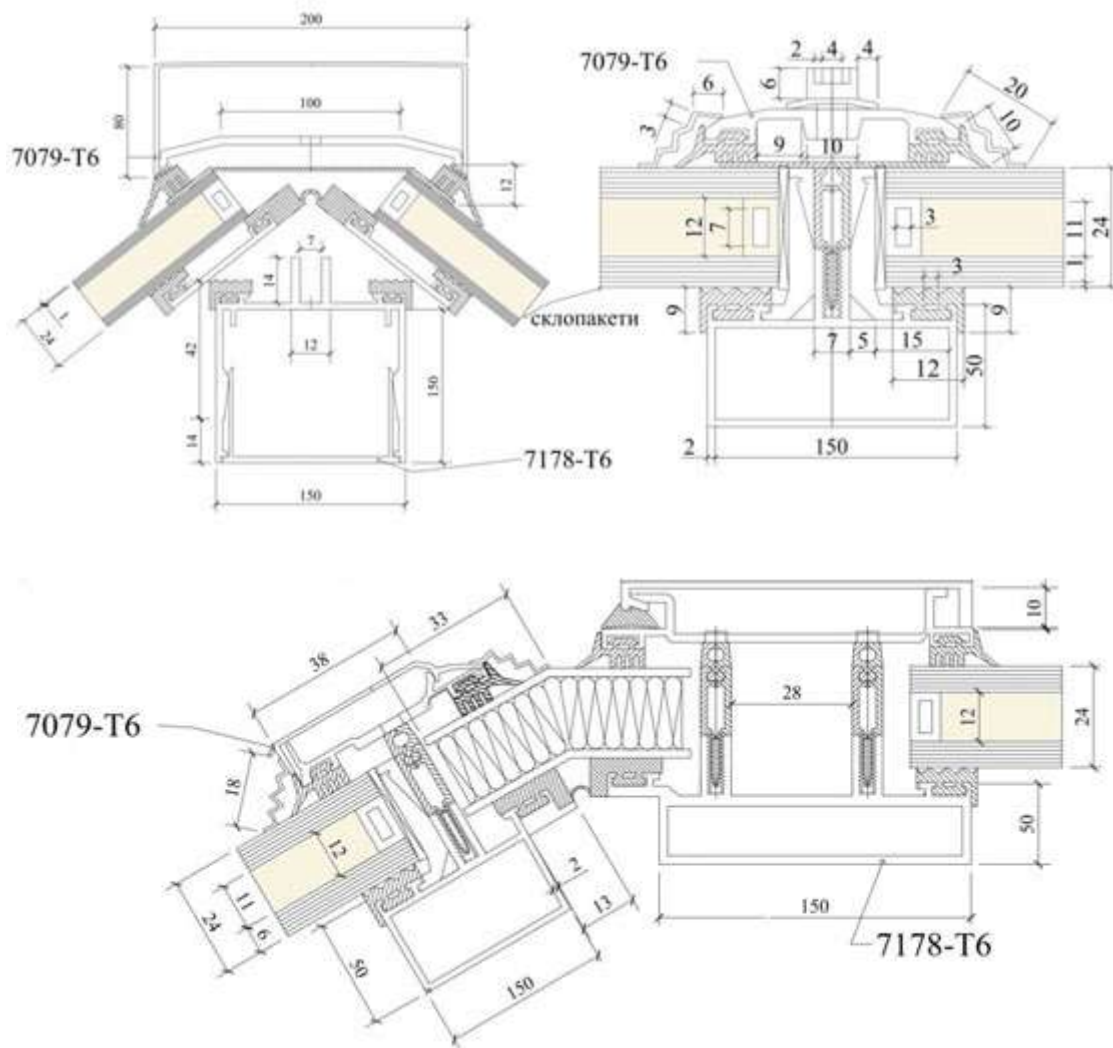


Рис. 2.11. Загальний вигляд алюмінієвих, гнучких, герметичних рам скління структури оболонки

Під оболонку споруди передбачено фундамент з буронабивних паль із монолітним залізобетонним ростверком. Плитний ростверк шарнірно спирається на заздалегід заготовлені залізобетонні оголовки буронабивних паль (рис. 2.12).



Рис. 2.12. Шарнірний вузел зєднання паль та плитного ростверку

Нисуча структура оболонки спроектована із товстостінних сталевих труб діаметром від 102 до 219 мм та стандартного профільного прокату, марка сталі Вст3Пс4. Відповідно до конфігурації оболонки змінюється її структура - кути нахилу та повороти, тим самим, окреслюється проектуємий контур об'єму (рис. 2.13).

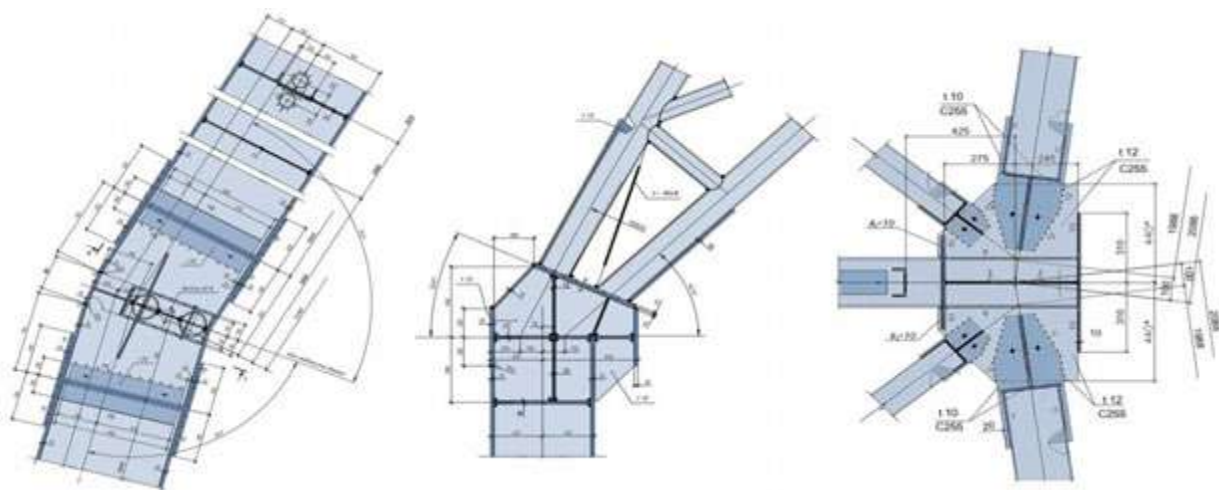


Рис. 2.13. Вузли структури просторової оболонки

Форм і пропорції фасадів чітко відповідають природній формі і фактури морського равлика «Рапан» (рис. 2.14).



Рис. 2.14. Загальний вигляд дитячого аквапарку м. БілгородДністровський

### **3. РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ**

#### **3.1. Стичний розрахунок сферичної оболонки**

##### **3.1.1. Загальні положення про оболонки**

Під дією зовнішніх навантажень в оболонках виникають внутрішні напруження, рівномірно розподілені, так зване мембранне напруження, або напруження в серединій поверхні, та зусилля згину, що утворюють в перерізах оболонки згинальні та оберткові моменти, а також поперечні сили. Завдяки наявності мембранних зусиль оболонки поєднують значну жорсткість і міцність щодо малої ваги. Якщо, при розрахунку, напруженнями від моментів згину можливо нехтувати, то оболонка називається безмоментною. Наявність моментів характерна для ділянок оболонок, які примикають до країв, зветься граничним ефектом.

Розрахунки оболонок проводять за двома групами граничних станів: по нисучій здатності та предатності до нормальних умов експлуатації. Розрахунки по I групі граничних станів на міцності та по II групі граничних станів на прогини та переміщення за вимогами ДБН В.2.6-98:2009, ДСТУ Б В.2.6-156:2010 та ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи».

У статичному розрахунку на міцність та жорсткість в оболонках необхідно визначити напруження, деформації та переміщення різних точок в залежності від навантаження. Як показує практика, в розрахунках на міцність, прогини можуть важатись малими в порівнянні з товщиною оболонки.

Важливим для оболонок є розрахунок на стійкість. Оболонки можуть втрачати стійкість, що проявляється в швидкому переході від одного рівноважного стану до іншого нерівноважного стану. Цей перехід настає при різних навантаженнях, залежно від початкової недосконалості форми оболонки, початкових напружен, дефектів у матеріалі, монтажі та інше. У цьому випадку прогини виявляються сумірними з товщиною оболонки і виникає необхідність проводити аналіз поведінки оболонки на нелінійних рівняннях.

Сама форма, конфігурація оболонки та геометрія сітки поверхні оболонки практично не визначає певного застосування будьякого вузлового з'єднання. Конструкція вузлів сітчастих оболонок залежить від напруженого стану її структури, умов зведення споруди та можливості виготовлення конструкційних елементів в заводських умовах. Конструювання вузлових з'єднань в оболонках полегшується умовами, виходячи з того, що стержні в вузлах сіток зводяться під однаковими кутами до нормалії поверхні. Необхідну жорсткість вузловим з'єднанням стержнів в вузлах сітки забезпечується застосуванням стандартних рішень, які частково спрощуються за рахунок відсутності розкосів. На практиці застосовуються конструктивні рішення вузлів де трубчаті стержні можуть стикуватися з використанням стандартних котикових профілів. Так, при контурі зводу по дузі кола використовується обрамлення кутиками, що дуже просто у виготовленні як однотипний елемент. Зазвичай труби використовують в сітчастих оболонках в різних вузлах при перехрещенні стержнів. Конструктивні рішення вузлів сітчастих оболонок постійно покращуються, постійно ведеться пошук нових варіантів з'єднання.

Для забезпечення загальної просторової жорсткості сферичної оболонки, конструктивно встановлюємо в'язі жорсткості.

За основну розрахункову схему прийнята сферична оболонка сітчастої структури у збірному варіанті із металевого стандартного прокатного профілю. Згідно до технологічних вимог та виходячи з умови відсутності розтягуучих

напружень по всій поверхні в кільцевому напрямку, підйом сферичної оболонки, відповідне відношення стріли підйому до умовного діаметру, становить 1/7,2, що не порушує загальні умови проектування. Геометрична схема оболонки наведено на рис. 3.1, б.

Середнє значення стріли підйому радіусу сферичної оболонки:

$$r_c = \frac{(d^2 + 4f^2)}{8f} = \frac{(90^2 + 4 \cdot 12,5^2)}{(8 \cdot 12,5)} = 87,25 \text{ м.}$$

Середня лінія сферичної оболонки становить 87,2 м. Геометрична схема оболонки наведено на рис. 3.2.

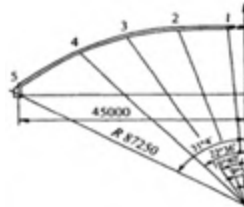


Рис. 3.2. Геометрична схема сферичної структурної оболонки

Для розрахунку оболонки сферичної форми в ПК «ЛІРА» прийнято розподіл снігового навантаження відповідно ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи», схема 2, додаток Ж, (рис. 3.3).

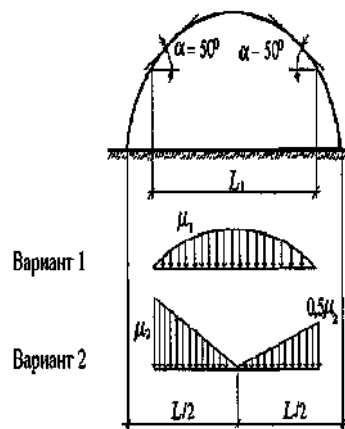


Рис. 3.3. Розподіл снігового навантаження на сферу оболонки

Значення  $\mu_1 = \cos 1,82\alpha$ ,  $\mu_2 = 2,45 \sin 1,45\alpha$ , розраховуються як:

$$\mu_1 = \cos 1,82\alpha,$$

$$\mu_2 = 2,45 \sin 1,45\alpha,$$

де  $\alpha$  – кут нахилу нормальї (град).

В зв'язку з тим, що чисельні значення мередіональних та кільцевих зусиль по всій структурованій поверхні оболонки від вітрового навантаження чисельно малі (з попередніх досліджень аналізу поведінки роботи оболонок) їх в розрахунок не водимо.

За алгоритмом обчислювального автоматизованого комплексу «ЛІРА» (версія 9.6) - признак розрахункової схеми №5. Просторова розрахункова схема сфiричної оболонки (рис. 3.4).

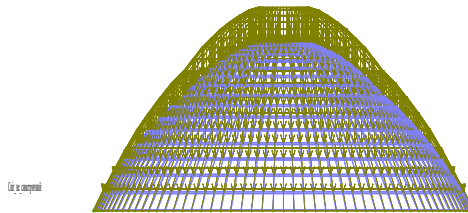


Рис. 3.4. Скінчено-елементна модель сфiричної оболонки (кольором відображені типи жорсткості)

Модулюємо снігове навантаження (рис. 3.5).

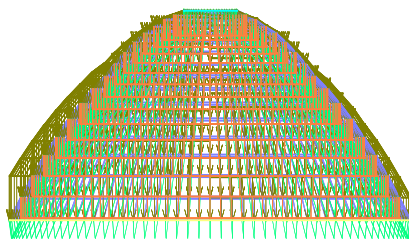


Рис. 3.5. Модель снігового навантаження (враховано симетричне та несиметричне навантаження по рис. 3.3)

### 3.1.3. Збір навантажень діючих на оболонку

Для розрахунку оболонки визначаємо нормативні та розрахункові навантаження. Споруда спроектована в м. Білгород - Дністровський розташована в III вітровому та I сніговому районах. Оболонка має висоту (стріла підйому) 40 м від поверхні землі на відкритій місцевості. Навантаження збираємо у табличній формі, табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Збор нормативних та розрахункових навантажень на оболонку

Вид навантаження	Навантаження нормативне КН/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт надійності по навантаженню $\gamma_f$	Навантаження розрахункове КН/м <sup>2</sup>
<b>1. Постійні навантаження:</b>			
- склопакети	172,0	1,05	181,0
- алюмінієвий профіль	80,0	1,3	104,0
- захисне покриття, ізоляційна плівка	70,0	1,3	91,0
- сталевий профіль оболонки	270,0	1,3	351,0
- металоконструкції другого ярусу	700,0	1,05	735,0
- містки експлуатаційні, огорожа (Н/пм)			1000,0
<b>Разом: на 1,0 кв. м:</b>	<b>≈1280</b>	-	<b>≈1420,0</b>
<b>Разом: при Н/пм</b>	-	-	<b>≈1000,0</b>
<b>2. Тимчасове навантаження</b>			
- снігове	1200,0	1,8	1920,0
- вітрове	-	-	-
<b>Разом:</b>	<b>1200,0</b>		<b>1920,0</b>

### 3.1.4. Напруженодеформований стан структури оболонки

В зв'язку з великим обсягом інформації проведено вибір найбільших напружень, що виникають в елементах структури оболонки (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Максимально напружені конструктивні елементи структурної оболонки

№ п.п.	Елемент оболонки	$N_{max}$ (КН)	$Q_{max}$ (КН)	$M_{max}$ (КНм)
--------	------------------	----------------	----------------	-----------------

1	Колонистійка оболонки	$\approx 88,0$	$\approx 25,0$	-
2	Опорні розкоси оболонки	$\approx 1269,0$	-	$\approx 20,5$
3	Нежній радіальний пояс	$\approx 789,0$	-	-
4	Верхній радіальний пояс	$\approx 986,0$	-	-
5	Розкоси структури оболонки	$\approx 258,0$	-	-
6	Стійкі оболонки	$\approx 526,0$	-	-

За результатами статичного розрахунку структурної оболонки в програмному комплексі «ЛПРА», по максимальним поздовжнім зусилля в стержнях структури визначаємо перерізи елементів оболонки.

### 3.2. Розрахунок колонистійкі структури оболонки

#### 3.2.1. Вихідні умови

Розрахункові напруження колонистійкі  $N_{max} = 88,0 \text{ КН}$ ;  $Q_{max} = 25,0 \text{ КН}$ .

Визначаємо розрахункову довжину колонистійкі:

– из площин  $l_y = 0,7 \times 5,0 = 3,5 \text{ м}$ ;

– в площин  $l_y = 2 \times 5,0 = 10,0 \text{ м}$ .

Гнучкіст колонистійкі приймаємо  $\lambda = 150$ .

Мінімальний радіус інерції:

$$I_x = 24690,0 \text{ см}^4;$$

$$i_{y \min} = \frac{3500}{150} = 23,3 \text{ см} - \text{из площини};$$

$$i_{x \min} = \frac{10000}{150} = 66,6 \text{ см} - \text{в площині}.$$

Висоту перерізу колони призначаємо конструктивно –  $h_c = 400 \text{ мм}$ .

Товщину стінки знаходимо з умови:

$$\frac{h_{ef}}{t_f} \leq \bar{\lambda}_{uw} \sqrt{\frac{E}{R_y}},$$

де  $\bar{\lambda}_{uw} = 1,2 + 0,35\bar{\lambda}$ , при  $\bar{\lambda}_1 = 9,12 > 2$

$$\bar{\lambda}_1 = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 150 \sqrt{\frac{240}{206000}} = 5,1$$

$$\bar{\lambda}_{uw} = 1,2 + 0,35 \times 5,12 = 2,9$$

$$\frac{h_{ef}}{t_f} \leq 2,9 \sqrt{\frac{206000}{240}} = 87,6$$

$$t \frac{h_{ef}}{87,6} = \frac{400}{87,6_{min}}$$

Товщину стінки колонистійкі приймаємо  $t_w = 6$  мм.

Визначаємо геометричні характеристики полка:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{h_u \times t_w^3}{12} + 2 \left[ \frac{b_f \times t_f^3}{12} + b_f \times t_f \left( \frac{h_o}{2} \right)^2 \right] = 24690,0 \text{ см}^4 \\ \frac{\delta_f}{t_f} = (0,36 + 0,1\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}} \\ \delta_f = t_f (0,36 + 0,1 \times 5,12) \sqrt{\frac{206000}{240}} = 25,5 t_f. \end{array} \right.$$

$$\frac{40 \times 0,6^3}{12} + 2 \left[ \frac{25,5 t_f^4}{12} + 25,5 \times t_f^2 \left( \frac{40^2}{4} \right) \right] = 24690$$

$$0,72 + 25,5 t_f^4 + 22400 t_f^2 = 300000$$

$$t_f^4 + 4500 t_f^2 - 11764,7 = 0$$

Товщина стінки  $t_{fmin} = 1,58$  см.

За стандартом уніфікації  $t_f = 16$  мм.

Визначаємо ширину полки колонистійкі:  $b_{fmin} = 1,6 \times 25,5 = 40,8$  см

Отже, переріз полка становить 200 x 16 мм; переріз стінки 360 x 6 мм.

### 3.2.2. Розрахунок колонистійкі по міцність

Титичні напруження:

$$\tau = \frac{Q}{t \times h} = \frac{24,6 \times 10^3}{0,006 \times 0,36} = 11,4 \text{ МПа} < 0,5 R_s = 0,5 \times 132,6 = 66,3 \text{ МПа},$$

де  $R_s = \frac{0,58R_{yn}}{\gamma_m} = \frac{0,58 \times 240}{1,05} = 132,6 \text{ МПа},$

де  $R_{yn}=240 \text{ МПа}; \gamma_n=1,05.$

$$\frac{N}{A_n \times R_y} = \frac{87,5 \times 10^3}{70,6 \times 10^{-4} \times 240 \times 10^6} = 0,005 < 0,1,$$

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{t} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{380}{6} \sqrt{\frac{240 \times 10^6}{206000 \times 10^6}} = 2,1 < 2,2 ,$$

$$\frac{N}{A_n} + \frac{M_x}{I_x} \times y \leq R_y \times \gamma_c$$

Визначаємо міцність перерізу:

$$\frac{87,5 \times 10^3}{70,6 \times 10^{-4}} + \frac{24,6 \times 10^3 \times 5,0}{799 \times 10^{-8}} = 139,0 \text{ МПа} < R_y \times \gamma_c = 240,0 \text{ МПа} \times 0,95 = 228,0 \text{ МПа}$$

Головна умова виконується міцність перерізу забезпечена.

### 3.2.3. Розрахунок колонистійкі на стійкість

Основна умова стійкост  $\frac{W}{\phi_l \times A} \leq R_y \times \gamma_c.$

Визначаємо відносний ексцентриситет колони:

$$m = \frac{e \times A}{W_x} ,$$

де  $e = \frac{M}{W} = \frac{48,8 \times 5,0}{799} = 3,0 \text{ м:}$

$$m = \frac{3,0 \times 144,4 \times 10^{-6}}{2654,8 \times 10^{-6}} = 15,4$$

З умови  $\frac{A_f}{A_w} = \frac{36 \times 1,6}{36 \times 0,6} = 2,7 > 1; \bar{\lambda} = 5,1; m = 15,4,$

Тоді коефіцієнт впливу форми пирерізу буде дорівнювати  $\mu=1,3.$

$$m_{ef} = \mu \times m = 1,3 \times 15,4 = 20,1 > 20,0$$

За данех умов розрахунок на стійкість не проводиться. Розрахунок проведемо як для звичайного згенального елиментя.

Провидемо розрахунок стійкість із площини колони:

$$\frac{W}{c \times \phi_y \times A} \leq R_y \times \gamma_c,$$

де  $\phi_y = \frac{332,0}{\bar{\lambda}_c(51-\bar{\lambda})}$ , при значені  $\bar{\lambda} = 5,12 > 4,5$ .

$$\phi_y = \frac{332,0}{5,1 \cdot 5,1^2 (51 - 5,1)} = 0,28$$

$$e = \frac{1}{1 + m_x \frac{\phi_y}{\phi_b}} \quad \text{при } m=15,4$$

$$\begin{aligned} \lambda &= 8 \times \left( \frac{l_{ef} \times t_f}{(h_w + t_f) \times b_f} \right)^2 \times \left( 1 + \frac{\frac{1}{2} (h_w \times t_f) \times t_w}{b_f \times t_f^3} \right)^3 \\ &= 8 \times \left( \frac{10000 \times 16}{360 \times 200} \right)^2 \times \left( 1 + \frac{0,5 \times 360,0 \times 6^3}{200 \times 16^3} \right) = 19,3\psi = 3,4 + 0,09 \\ &= 3,4 + 0,09 \times 19,3 = 5,1 \end{aligned}$$

$$\varphi_1 = \psi \times \frac{I_y}{I_x} \times \left( \frac{\lambda}{l_{ef}} \right)^2 \times \frac{E}{R_y} = 5,14 \times \frac{1070}{24690} \times \left( \frac{192,7}{10000} \right)^2 \times \frac{206000}{240} = 0,968$$

при  $\varphi_1 = 0,97 > 0,9$ ,

$$\varphi_b = 0,68 + 0,21 \times 0,968 = 0,88,$$

$$c = \frac{1}{1 + 19,4 \frac{0,28}{0,88}} = 0,17.$$

Визначаємо стійкість колони із площени:

$$\frac{87,5 \times 10^3}{0,17 \times 0,28 \times 100,0 \times 10^{-4}} = 180,9 < R_y \times \gamma_c = 240,0 \text{ МПа} \times 0,95 = 228,0 \text{ МПа}$$

З головної умови на стійкість - стійкість стінок і полок колони забезпечена.

### 3.3. Розрахунок структури оболонки

#### 3.3.1. Розрахунок опорних розкосів структури оболонки

Розрахункове зусилля  $N_{\max} = 1269,0 \text{ КН}$ ;  $M_{\max} = 20,5 \text{ КНм}$ .

$$\sum A = 40 \cdot 2 + 21,5 = 101,5 \text{ см}^2$$

$$\sum J_x = 2 \cdot \frac{1,6^3 \cdot 25}{12} + 1,0 \cdot \frac{21,4^3}{12} + 2 \cdot 40 \cdot 11,5^2 = 11415,0 \text{ см}^4$$

$$\sum J_y = \frac{1,0^3 \cdot 21,4}{12} + 2,0 \cdot \frac{1,6 \cdot 25,0^3}{12} = 4169,0 \text{ см}^4$$

$$W_x = \frac{11414}{12,3} = 929 \text{ см}^3;$$

$$i_x = \sqrt{\frac{11415,0}{101,5}} = 10,6 \text{ см}$$

$$W_y = \frac{4169,0}{12,5} = 333,5 \text{ см}^3;$$

$$i_y = \sqrt{\frac{4168}{101,4}} = 6,41 \text{ см}$$

Перевіряємо умову гнущкості:

$$\lambda_y = \frac{l}{i} = \frac{464}{6,41} = 72,3.$$

$$\phi_y = 0,7.$$

$$G = \frac{N}{\phi \cdot A} = \frac{1269,0}{0,7 \cdot 101,5} = 215,0 \text{ МПа} \leq \frac{R_y \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{335,0 \cdot 0,95}{1,2} = 265,0 \text{ МПа}$$

Умова гнущкості забизпечена.

За сортаментом підходить двотавр №25К,  $A=92,2 \text{ см}^2$ ;  $W_y=291,0 \text{ см}^3$ ;  $W_x=866,0 \text{ см}^3$ .

### 3.3.2. Нижній радіальний пояс структури оболонки

Розраховуємо при  $N_{\max} = 789,0 \text{ КН}$ .

Площа поперечного перетину буде дорівнювати:

$$A_d = \frac{N}{\phi R_y \gamma_c} = \frac{789}{25 \cdot 0,95 \cdot 0,75} = 47,4 \text{ см}^2.$$

де  $\gamma_c = 0,95$ .

За сортаментом підходить товстостінна трубу  $\text{Ø}219 \times 8 \text{ мм}$ ;  $A = 53,0 \text{ см}^2$ ; сталь марки Вст3Пс4;  $I = 2955,0 \text{ см}^4$ ;  $W = 270,0 \text{ см}^3$ ;  $i = 7,5 \text{ см}$ .

### 3.3.3. Верхній радіальний пояс структури оболонки

Розраховуємо при  $N_{\max} = 986,0 \text{ КН}$ .

$$\phi = 0,75.$$

$$A_d = \frac{N}{\phi R_y \gamma_c} = \frac{986}{0,75 \cdot 25} = 52,6 \text{ см}^2,$$

$$R_y = 250,0 \text{ МПа};$$

$$\gamma_c = 1,0.$$

За сортаментом підходить товстостіна трубу Ø219x8 мм;  $A = 53,0 \text{ см}^2$ ; сталь марки Вст3Пс4;  $I = 2955,0 \text{ см}^4$ ;  $W = 270,0 \text{ см}^3$ ;  $i = 7,5 \text{ см}$ .

Перевіримо гнучкість  $\lambda$  при  $l_{ef} = l = 400 \text{ см}$ :

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{400}{7,5} = 53,5.$$

Фактичне значення  $\phi = 0,85$ , перевіряємо стійкість елемента:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} = \frac{986}{0,85 \cdot 53,0} = 218,0 \text{ МПа} \leq R_y \gamma_c = 250,0 \text{ МПа.} \quad \text{тобто умова}$$

Основна умова виконується, стійкість елемента забезпечена.

### 3.3.4. Розкоси структури оболонки

Розраховуємо при  $N_{\max} = 258,0 \text{ КН}$ .

$$\phi = 0,7.$$

$$A_d = \frac{N}{\phi R_y \gamma_c} = \frac{258}{0,7 \cdot 25 \cdot 0,8} = 18,4 \text{ см}^2.$$

За сортаментом підходить трубу Ø127x5 мм;  $A = 19,2 \text{ см}^2$ ; сталь марки Вст3Пс4;  $I = 357,0 \text{ см}^4$ ;  $W = 56,2 \text{ см}^3$ ;  $i = 4,3 \text{ см}$ . Розраховуємо

Перевіряємо гнучкість:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{315,0}{4,3} = 72,8.$$

$$\phi = 0,46.$$

Перевіряємо стійкість:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} = \frac{31,4}{0,46 \cdot 8,3} = 217,0 \text{ МПа} \leq R_y \gamma_c = 250,0 \text{ МПа}.$$

Умова стійкості забезпечена.

### 3.3.5. Розрахунок стійок оболонки

Розраховуємо  $N_{\max} = 526,0 \text{ КН}$ .

$$\phi = 0,75$$

$$A_d = \frac{N}{\phi R_y \gamma_c} = \frac{526,0}{0,75 \cdot 33,5 \cdot 0,9} = 23,4 \text{ см}^2.$$

За сортаментом підходить прямокутна трубу 160x120x5мм;  
 $A=26,9 \text{ см}^2$ ; сталь марки Вст3Пс4;  $I_x= 978,0 \text{ см}^4$ ;  $I_y = 628,0 \text{ см}^4$ ;  $W_x =122,3 \text{ см}^3$ ;  
 $W_y = 104,7 \text{ см}^3$ ;  $i_x = 6,0\text{см}$ ;  $i_y = 4,8\text{см}$ .

$$\lambda_y = \frac{l}{i} = \frac{270}{4,8} = 56,0$$

$$\phi_y = 0,75$$

$$W_x = \frac{978}{6,03} = 112\text{см}^3;$$

$$i_x = \sqrt{\frac{978}{26,9}} = 6,02\text{см}$$

$$G = \frac{N}{\phi \cdot A} = \frac{526,0}{0,75 \cdot 26,9} = 261,0\text{МПа} \leq \frac{R_y \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{335,0 \cdot 1,0}{1,2} = 279,0 \text{ МПа}$$

Умова виконується.

## 4. РОЗДІЛ ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

### 4.1. Інженерногеологічні умови

Проведеними інженерногеологічними дослідженнями при розвідці ґрунтів на глибину 18,0 м та проведеними лабораторними дослідженнями визначині показники ґрунтових прошарків (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Інженерногеологічні умови

№ шару	Тип ґрунтового прошарку	Шільність ґрунтів, $\rho$ (г/см <sup>4</sup> )	Шільність часток ґрунту $\rho_s$ (г/см <sup>3</sup> )	Вологість ґрунту, W(д.о.)	Позначка шарів ґрунтів від деної поверхні, (м)
ІГ-1	Рослинний шар	1,48	-	-	0,5
ІГ-2	равильний шар	1,72	2,42	0,4	8,6

ІГ-3	Пісокк середньої крупності	1,6	2,66	0,06	18,1
------	----------------------------------	-----	------	------	------

Грунтові води зафіксовано на позначки - 12,1 м, від деної поверхні, сезонне коливання не зафіксовано. Грунтові води не агресивні до бетону марки W- 4. Згідно ДБН В.1.1-12:2014, сейсмічність ділянки забудови складає 8 балів. Категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями - III.

#### 4.2. Визначення характеристик ґрунтових прошарків

##### ІГ-1. Рослинний прошарок:

- не придатний для використання як ґрунтова основа.

##### ІГ-2. Гравілястий ґрунт:

- визначимо коефіцієнт пористості ґрунту

$$e = \frac{p_s}{p}(1+W) - 1 = \frac{2,42}{1,72} \times (1+0,4) - 1 = 0,96;$$

- визначимо питому вагу ґрунту

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1+e} = \frac{32,74 - 9,81}{1+0,83} = 12,53 \text{ кН/м}^3,$$

де  $\gamma_w = \rho_w g = 1,0 \times 9,81 \text{ кН/м}^3$  - питома вага води.

- визначимо  $C_n$  і  $\phi_n$  (як нормативні значення)

$$C_n = 16,8 \text{ кПа};$$

$$\phi_n = 16,5^\circ;$$

- розрахункові значення для другого граничного стану:

$$\phi_{11} = \frac{\phi_n}{\gamma_\delta} = \frac{16,5}{1,0} = 16,5^\circ ;$$

$$C_{11} = \frac{C_n}{\gamma_\delta} = \frac{16,8}{1,5} = 11,2 \text{ кПа};$$

$\gamma_\delta = 1$  - коефіцієнт умови работ.

- розрахункові дані для першого граничного стану.

$$\phi_1 = \frac{\phi_n}{\gamma_\delta} = \frac{16.5}{1.15} = 14,35^\circ ;$$

$$C_1 = \frac{c_n}{\gamma_\delta} = \frac{16.8}{1.5} = 11,2 \text{ кПа};$$

де при визначені  $C_1$  значення  $\gamma_\delta = 1,5$  ;

при визначені  $\phi_1$  для пішаних ґрунтів  $\gamma_\delta = 1,1$ ;

для гравілястих  $\gamma_\delta = 1,15$ .

Нормативне значення модуля деформації  $E = 9,0 \text{ МПа}$ .

Розрахунковий опір  $R_o = 182,5 \text{ кПа}$ .

### ІГ - 3. Пішаний ґрунт:

- пісок середньої крупності;

- визначаємо питому вагу:

$$y = \rho g = 1,72 \times 9,81 = 16,61 \text{ кН/м}^3 ,$$

де  $\rho$  - щільність ґрунту;

$g$  - прискорення вільного падіння;

- визначаємо питому вагу частинок:

$$Y_s = \rho_s \times g = 2,42 \times 9,81 = 32,74 \text{ кН/м}^3 ,$$

де  $\rho_s$  - щільність частинок ґрунту;

- визначаємо пластичність:

$$I_p = W_L - W_P = 0,25 - 0,14 = 0,1$$

- визначаємо текучість:

$$I_L = \frac{W - W_P}{I_p} = \frac{0,4 - 0,14}{0,1} = 2,6$$

- визначаємо як нормативні значення:

$$C_n = 1,55 \text{ кПа};$$

$$\phi_n = 37^\circ ;$$

$$E = 34,0 \text{ МПа};$$

- розрахункові значення для другого граничного стану:

$$\phi_{11} = \phi_n = 37^\circ ;$$

$$C_{11} = C_n = 1,55 \text{ кПа};$$

- розрахункові значення для першого граничного стану:

$$\phi_1 = \frac{\phi_n}{\gamma_{\partial}} = \frac{37}{1.1} = 33,64^\circ ;$$

$$C_1 = \frac{C_n}{\gamma_{\partial}} = \frac{1,55}{1,5} = 1,03 \text{ КПа};$$

- розрахунковий опір  $R_o = 400,0 \text{ КПа}$ .

Визначення значення характеристик ґрунтових прошарків зводимо в таблиці нормативних (табл. 4.2) та розрахункових значен (табл. 4.3).

Таблица 4.2

нормативні значення фізико-механічних характеристик ҐРУНТІВ

№ Ґ	Глибина залягання підлоги, м	Щільність $t/m^3$		Питома вага, $кН/м^3$			Природна вологість	Ступінь		$I_p$	$I_L$	$e$	$C_n$	$\phi_n$	$E$	$R_o$
		$\rho$	$\rho_s$	$\gamma$	$\gamma_s$	$\gamma_{sb}$		Теку- чості, $W_L$	Розко- лення, $W_p$							
Ґ-2	8,6	1,72	2,47	18,15	32,74	12,53	0,25	0,25	0,16	0,1	2,6	0,96	16,8	16,5	9,0	182,5
Ґ-3	18,0	1,66	2,66	15,7	26,1	-	0,06	-	-	-	-	0,76	1,55	37	34,0	400,0

Таблица 4.3

Розрахункові значення фізико-механічних показників ҐРУНТІВ

№ Ґ	Назва ґрунту	Розрахунок за II групою					Розрахункових за I групою		
		$\gamma_{11}$ ( $кН/м^3$ )	$C_{11}$ ( $КПа$ )	$\phi_{11}$ ( $^\circ$ )	$E$ ( $МПа$ )	$R_o$ ( $КПа$ )	$\gamma_1$ ( $кН/м^3$ )	$C_1$ ( $МПа$ )	$\phi_1$ ( $^\circ$ )
Ґ-2	Ґравілястий	16,61	16,8	16,5	9,0	182,5	16,61	11,2	14,35
Ґ-3	Пісок середньої крупності	17,17	1,55	37,0	34,0	400	17,17	1,03	33,64

### **4.3. Визначення необхідної несучої здатності буронабивної палі**

Палі всіх типів розраховуються по опору ґрунтової основи і по опору матеріалу стовбура палі. Опір матеріалу стовбура палі визначається згідно нормам проектування бетонних та залізобетонних конструкцій.

При проектуванні пальових фундаментів розрахунком вирішуються наступні задачі:

1. Визначення несучої здатності палі по ґрунті та матеріалу.
2. Визначення кількості паль та їх розташування у розтверку.
3. Розрахунок розтверку по міцності та визначення його розмірів.

Для проведення розрахунку фундаментів необхідно мати данні з інженерногеологічних вишукувань проведених на будівельному майданчику, дані по фізико-механічним характеристикам ґрунтових прошарків та потужність пластів їх залягання, дані про розрахункові навантаження що діють на фундаменти.

Розрахунки буронабивних паль проводять.

По першій групі гранечних станів: на міцності матеріалу палі та розтверків.

По другій групі гранечних станів: по деформаціям та переміщенням.

Розрахунок паль і їхніх основ по несучій здатності виконується на основні та особливі поєднання навантажень, по деформаціям на основні з'єднання.

Визначаємо розрахункове навантаження, допустиме на палю, в даних інженерногеологічних умовах будівельного майданчика.

З денної поверхні заляга рослинний шар глибиною 0,5 м. Нижче заляга пласт гравілястих ґрунтів товщина яких в середньому становить 6,4 м, нижче – пісок середньої крупності, середньої щільності до глибини 18,0 м.

З проведеного аналізу ґрунтових умов будівельного майданчика та фізико-механічних характеристик основ, можливо зробити висновок, що

гравілястий прошарок має не великий опір. Тому нисучим шаром під буронабивні палі необхідно прийняти шар піск середньої крупності.

Визначаємо мінімальну довжину палі з даних інженерногеологічних умовах, що дорівнює:

$$l_{ce} = 0,3 + 6,4 + 1,0 = 7,7 \text{ м.}$$

Нисуча здатність буронабивної весячої палі визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_c \left( \gamma_{CR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i \right),$$

де  $\gamma_c$ ,  $\gamma_{CR}$ ,  $\gamma_{cf}$  – коефіцієнти умови роботи палі;

$A$  – площа поперечного перерізу палі,  $A = 0,1225 \text{ м}^2$ ;

$u$  – периметр поперечного перерізу палі,  $u = 1,4 \text{ м}$ .

Глибина заглиблення нижнього кінця буронабивної палі відносно рівня деної поверхні 9,5 м.

Розрахунковий опір під нижнім кінцем палі:

$H, \text{ м}$	$R, \text{ кПа}$
7.0	3700
9.5	$R_x$
10.0	4000

$$R_x = 3700 + \frac{4000-3700}{10,0-7,0} \times (9,5 - 7,0) = 3950 \text{ КПа.}$$

Розрахунковий опір на боковій поверхні палі визначаємо за шарово приймаючи кожний шар товщиною не більше 2,0 м.

Розбиваємо шари ґрунту та враховуємо середню глибину розташування кожного шару. Розбиваємо на чотири шари:

$$- h_1 = 2,0 \text{ м;}$$

$$- h_2 = 2,0 \text{ м;}$$

$$h_3 = 2,0 \text{ м;}$$

$$h_4 = 0,4 \text{ м.}$$

Середня глибина розташування цих шарів:

$$H_1 = 1.8 + \frac{2}{2} = 2.8 \text{ м}$$

$$H_3 = 1.8 + 2 + 2 + \frac{2}{2} = 6.8 \text{ м}$$

$$H_5 = 1.8 + 2 + 2 + 2 + 0.4 + \frac{1.3}{2} = 8.85 \text{ м}$$

$$H_2 = 1.8 + 2 + \frac{2}{2} = 4.8 \text{ м}$$

$$H_4 = 1.8 + 2 + 2 + 2 + \frac{0.4}{2} = 8.0 \text{ м}$$

Розрахунковий опір ґрунтів оп бічну поверхню буронабивної палі для проміжного значення визначається інтерполяцією. Визначаємо опір ґрунту об бічну поверхню на глибині  $H_1 = 2,8 \text{ м}$ , при  $I_L = 0,6$ .

Спочатку інтерполюємо по показнику тикучості при середній глибині розташування шару 2,0 м:

$$I_L = 0,6 \quad - \quad f = 12,0 \text{ КПа}$$

При глибині розташування шару 3,0 м:

$$I_L = 0,6 \quad - \quad f = 14,0 \text{ КПа}$$

Розрахунковий опір ґрунту при розташуванні середнього шару на глибині 2,8 м, при  $I_L = 0,6$ .

$$H_1 = 2.0 \text{ м} \quad f = 12 \text{ КПа}$$

$$H_2 = 2.8 \text{ м} \quad - \quad f_1 = ? \quad f_1 = 14,0 - \frac{14,0 - 12,0}{3,0 - 2,0} \times (3,0 - 2,8) = 13,6 \text{ КПа.}$$

$$H_3 = 3.0 \text{ м} \quad f = 14 \text{ КПа}$$

Опір ґрунту на глибині  $H_2 = 4,8 \text{ м}$ , при  $I_L = 0,6$ .

На глибині шару 4,0 м:

$$I_L = 0,6 \quad - \quad f = 16,0 \text{ КПа.}$$

На глибині шару 5,0 м:

$$I_L = 0,6 \quad - \quad f = 17,0 \text{ КПа.}$$

Опір ґрунту на глибині 4,8 м, при  $I_L = 0,6$ .

$$f_2 = 17,0 - \frac{17,0 - 16,0}{5,0 - 4,0} \times (5,0 - 4,8) = 16,8 \text{ КПа.}$$

На глибині  $H_3 = 6,8 \text{ м}$ , при  $I_L = 0,6$ .

Глибина розташування шару 6,0 м:

$$I_L = 0,6 \quad - \quad f = 18,0 \text{ КПа.}$$

На глибині шару 7,0 м:

$$I_L = 0,6 \quad - \quad f = 18,5 \text{ КПа.}$$

Опір ґрунту на глибині 6,8 м, при  $I_L = 0,6$ .

$$f_3 = 18,5 - \frac{18,5-18,0}{7,0-6,0} \times (7,0 - 6,8) = 18,4 \text{ КПа.}$$

Опір ґрунту на глибині  $H_4 = 8,0$ м, при  $I_L = 0,6$ .

Глибина розташування шару 8,0 м:

$$I_L = 0,6 \quad - \quad f_4 = 19,0 \text{ КПа.}$$

Опір ґрунту на глибині  $H_5 = 8,85$  м.

Глибина розташування шару 8,0 м:  $f = 62,0$  КПа.

Глибина розташування шару 9,0 м:  $f = 63,5$  КПа.

Розрахунковий опір ґрунту на глибині 8,8 м:

$$f_5 = 63,5 - \frac{63,5 - 62,0}{9,0 - 8,0} \times (9,0 - 8,85) = 63,27 \text{ КПа.}$$

Середня глибина розташування шару ґрунту, м	Розрахунковий опір ґрунту по боковій поверхні палі, КПа	Товщина $i$ -того шару, м
$H_1 = 2,8$ м	$f_1 = 13,6$	$h_1 = 2$
$H_2 = 4,8$ м	$f_2 = 16,8$	$h_2 = 2$
$H_3 = 6,8$ м	$f_3 = 18,4$	$h_3 = 2$
$H_4 = 8,0$ м	$f_4 = 19,0$	$h_4 = 0,4$
$H_5 = 8,85$ м	$f_5 = 63,27$	$h_5 = 1,3$

Визначаємо нисучу здатність палі:

$$F_d = 1,0 \times (3950 \times 0,123 + 1,2 \times (2 \times 13,6 + 2 \times 16,8 + 2 \times 18,4 + 0,4 \times 19,0 + 1,3 \times 63,3)) = 746,3 \text{ КН.}$$

Розрахункове навантаження, допустиме на палю:

$$N_{ce} = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{746,3}{1,4} = 533,1 \text{ кН,}$$

де  $\gamma_k$  - коефіцієнт що, приймається 1,4 , так, як нисуча здатність палі визначається розрахунком.

#### 4.4. Розрахунок пальового розтверку

Мінімальна глибина закладання розтверку в нашому випадку визначається з конструктивних міркувань по проектному рішенню вертикального планування, де відмітка чистої підлоги прийнята  $\pm 0,00$  м.

Навантаження на розтверк:  $N = 3530,0$  кН;

Приймаємо клас бетону для розтверку С15/20, з значеннями:

$$- R_c = 8,5 \text{ МПа};$$

$$- R_{ct} = 0,75 \text{ МПа};$$

$$- \gamma_{c1} = 0,85.$$

Арматура - класу А300,  $R_s = 280$  МПа.

Допустиме розрахункове навантаження на палю становить  $533,1$  кН.

Необхідна кількість паль в розтверку:

$$n = \frac{3530,0 \cdot 1,5}{533,1} = 5,6 \text{ палі (приймаємо 6 палів)},$$

де  $k = 1,5$

Приймаємо шість паль з відстанню між ними  $1,0$  м.

Визначаємо глибину закладання розтверку:

$$h_p = 0,7 + a_k + 0,4 = 1,8 \text{ м},$$

Висоту розтверку приймаємо  $0,9$  м.

#### 4.5. Перевірка несучої здатності найбільш завантаженої палі

Перевірку проводимо по формулі:

$$N = \frac{\sum N_{1\phi}}{n} \pm \frac{\sum M}{\sum y^2}$$

З обов'язковим виконанням умов:

$$N_{cв_{max}} > 0 ; N_{cp} \leq N_{cв} ; N_{min} > 0.$$

$$\sum N_{1\phi} = 1,2(N + G) = 1,2(3530 + 155,8) = 4422 \text{ кН},$$

де  $G$  - вага розтверку та ґрунту на обрізах.

$$G = b_p a_p h \gamma_{cp} = (2,65 \times 1,7 \times 1,1 \times 2,1) \times 10 + (0,3 \times 1,7 \times 0,7 \times 14,5) \times 10 = 155,8 \text{ КН}$$

Розрахункове навантаження на крайню палею:

$$N = \frac{2460,0}{6,0} \pm \frac{620,7 \times 1,05}{4,0 \times 1,05^2} = 410,0 \pm 147,8 \Rightarrow \frac{N_{max}}{N_{min}}$$

$$N_{max} = 557,8 \text{ КН} < 1,2 \times 533,1 = 639,7 \text{ КН}$$

$$N_{cp} = 410 \text{ КН} < N_{ce} = 533,1 \text{ КН}$$

$$N_{min} = 262,2 \text{ КН} > 0$$

Всі умови виконуються.

#### 4.6. Розрахунок розтверку на продавлення кутовою палею

Розрахунок ведемо за формулою:

$$F_{ai} \leq R_{bt} h_{01} \times \left[ \beta_1 \left( b_{02} + \frac{C_{02}}{2} \right) + \beta_2 \left( b_{01} + \frac{C_{01}}{2} \right) \right],$$

де  $F_{ai}$  - розрахункове навантаження на кутову палею;

$b_{01}, b_{02}$  - відстань від граней кутової палі до граней плити розтверку;

$C_{01}, C_{02}$  - відстань від внутрішніх граней кутових паль до грань рами.

При товщині плити розтверку  $h = 90 \text{ см}$ :

$$C_{01} = 0,31 \text{ м}; C_{02} = -0,6 \text{ м}$$

$$\frac{h_{01}}{c_{01}} = \frac{90,0}{31,0} = 3,2, \text{ приймаємо } \frac{h_{01}}{c_{01}} = 2,5;$$

$$C_{01} = 0,4 h_{01} = 0,4 \times 100 = 40,0 \text{ см.}$$

$$C_{02} = -0,6 \text{ величина відємна, тоді приймаємо } \frac{h_{01}}{c_{02}} = 2,5, \text{ а } \beta_2 = 1,0,$$

$$C_{02} = 40 \text{ см.}$$

$$F_{a1} \leq F_a = 0,75 \times 1,0 \times \left[ 1,0 \times \left( 0,45 + \frac{0,4}{2} \right) + 1,0 \times \left( 0,45 + \frac{0,4}{2} \right) \right] \times 10^3 = 975,0 \text{ КН}$$

$$F_{a1} = 557,8 \text{ КН} < F_a = 975,0 \text{ КН.}$$

Міцність розтверку на продавлення кутовою палею забезпечена.

#### 4.7. Розрахунок осадки фундаменту

Підраховують розміри умовного палового фундаменту:

$$\phi_{срII} = \frac{\phi_1 l_1 + \phi_2 l_2}{l_1 + l_2} = \frac{16,5 \times 7,7 + 37,0 \times 8,9}{7,7 + 8,9} = 27^\circ 6$$

Фундамент шириною 4,8 м.

Середній тиск на підшву умовного фундаменту складає:

$$P = \frac{N_n}{A} + \gamma_o \alpha \gamma_f \frac{b}{A} = \frac{3662}{4,8 \times 1,7} + 20 \times 1,0 \times 1,15 \times \frac{4,8}{4,8 \times 1,7} = 487,9 \text{ КПа}$$

Методом пошарового додавання визначаємо осідання фундаменту.

Під нижнім кінцом палі:

Пісок, середньої щільності:

$$\gamma_{II} = 17,17 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3},$$

$$C_{II} = 1,6 \text{ КПа};$$

$$\phi_{II} = 37^\circ;$$

$$E = 34,0 \text{ МПа};$$

$$R_o = 400,0 \text{ КПа}.$$

$$h_i = \frac{1}{4} b = 0,25 \times 4,8 = 1,2 \text{ м (приймаємо товщину шару 1,2 м)}.$$

Кінцеву осадку  $i$ -того шару знаходимо по формулі:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zpi} h_i}{E_i},$$

де  $\beta = 0,8$

Осадку визначимо пошарово у табличній формі (табл. 4.4).

$$P_o = P - \sigma_{zg.o} = 487,9 - 162,1 = 325,8 \text{ КПа}.$$

$$\sigma_{zg.o} = \sum \gamma_{II} h_i = 18,15 \times 7,7 + 17,17 \times 1,3 = 162,1 \text{ КПа}.$$

Таблиця 4.4

### Визначення осадки пального фундаменту

№	Z, м	$\xi = \frac{2Z}{b}$	$\alpha$	$\sigma_{zg}, \text{КПа}$	$\sigma_{zp}, \text{КПа}$	$\sigma_{cp}, \text{КПа}$	$h_i, \text{м}$	$E_i, \text{КПа}$	$S_i, \text{КПа}$
0	0	0	1	162,1	325,8	265	1,2	34000	0,007
1	1,2	1,4	0,627	182,7	204,27				
2	2,4	2,8	0,282	203,3	91,87	148,1	1,2	34000	0,004
						71,2	1,2	34000	0,002
3	3,6	4,23	0,154	223,9	50,17	49,35	1,2	34000	0,0014
						36,97	1,2	34000	0,001
4	4,8	5,65	0,149	244,5	48,54				
5	6	7,1	0,078	265,1	25,41				

$$\sum S = 0.015 \text{ м} = 1.5 \text{ см} < S_u = 12 \text{ см}$$

Умова просадки фундаменту виконуться.

## 5. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

### НА ЗВЕДЕННЯ БЕТОННИХ БАСЕЙНІВ

#### 5.1. Область застосування

Технологічна карта розроблена на влаштування бетонних басейнів з умов їх конструктивних та технологічних особливостей за принципами загальної організації будівельного веробництва на основі чинних будівельних норм та правил із урахуванням вимог охорони праці та техніки безпеки.

Організація робіт з влаштування бетонних басейнів передбачає первину підготовку документів:

- проєкт веробництва робіт (ПВР);

- проєкт здійснення робіт (ППР).
- технологічна карта з влаштування бетонного басейн.

Перший документ містить пояснювальні записки, плани і креслення з детальною інформацією щодо зведення басейну в конкретних умовах. При створенні проєкту враховуються індивідуальні особливості та нормативні технікоархітектурні вимоги.

ППР на зведення бетонного басейну містить набір вихідних даних, поетапний опис робіт, характеристики конструктивних рішень тощо.

Технологічна карта визначає технологічну послідовність виконання робочих процесів і операцій.

## 5.2. Загальні відомості про басейни

Створення бетоної чаші басейну складна технологічна процедура з великою кількістю інженерних рішень, технологічних процесів і операцій.

Найбільш відповідальним технологічним процесом є гідроізоляція бетоної чаші басейну. Цей процес складається з різноманітних технологічно послідовних операцій які вважаються обов'язковою процедурою, яку необхідно передбачати в проєктних рішеннях (рис. 5.1).

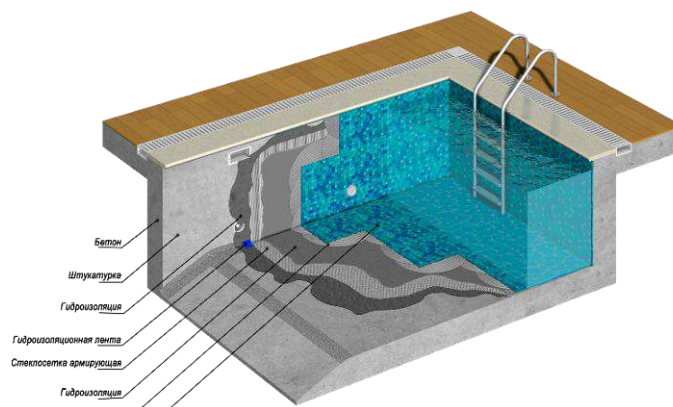


Рис. 5.1. Технологічні операції по влаштуванню бетоної чаші басейна

Мета гідроізоляції басейну – підвищення водонепроникності та захист металевих елементів арматури та бетоної основи від негативного впливу води. Лужне

серидовище, що утворюється у бетоні під впливом вологи, негативно впливає на міцність арматурної сталі. Внаслідок цього, на дні та стінах басейну можуть з'явитися тріщини. Бетон без гідроізоляції здатний вбирати воду, втрачаючи свої робочі якості. Окрім цього, сама вода в басейнах досить специфічна – із вмістом хлору чи інших хімічних добавок. А далеко не кожна марка гідроізоляційного засобу здатна протестостояти хімічним ушкодженням.

Надійна гідроізоляція бетонних конструкцій здатна запобігти виникненню серйозних проблем. Для вирішення проблеми гідроізоляції бетоної чаші басейну застосовують два способи:

- зовнішня гідроізоляція;
- внутрішня гідроізоляція.

Зовнішня гідроізоляція робиться для захисту від капілярного вбирання води бетоном із ґрунту. Вона служить для відсічення проникнення ґрунтових вод, і виробляється для басейнів, заглиблених в ґрунт.

Внутрішня гідроізоляція запобігає виникненню протікання води з басейну. Така гідроізоляція стін басейну наноситься після остаточного затвердіння бетону та перед проведенням засипки пазах.

Проблема якісної гідроізоляції басейну заслуговує на особливу увагу. Оскільки саме якісна гідроізоляція забезпечить надійність та довговічність конструкції чаші.

Конструктивне рішення басейну представлено на рис. 5.2.

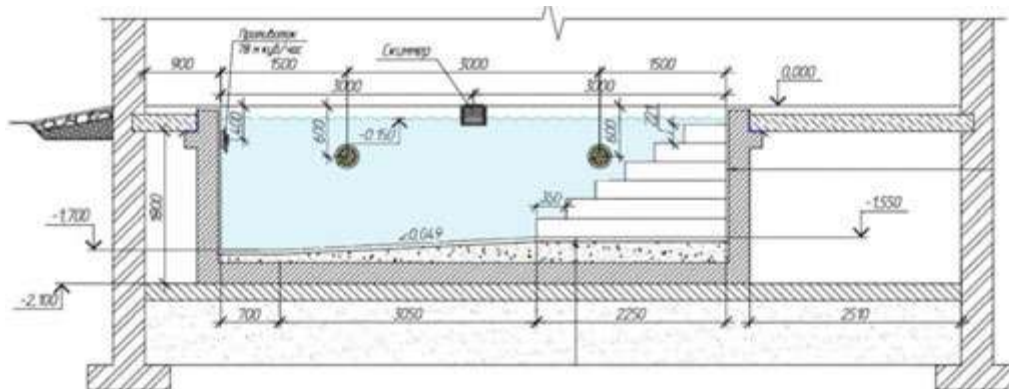


Рис. 5.2. Конструктивне рішення чаші басейну

Інженерне обладнання басейну представлено на рис. 5.3.

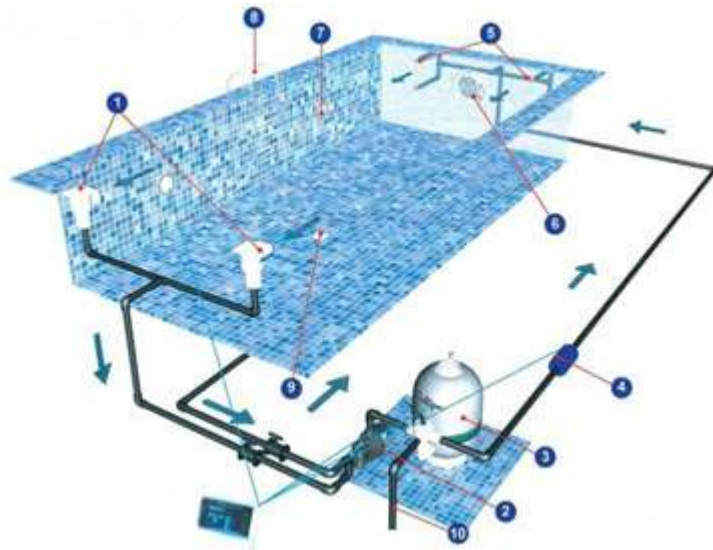


Рис. 5.3. Оснащення бетонного басейну інженерним обладнанням і комунікаціями: 1 – скіммери; 2 – насос; 3 – фільтри; 4 – нагрівач; 5 – форсунка; 6 – протеток; 7 – прожектори; 8 – сходи; 9 – доний злив; 10 – злив в каналізацію

### 5.3. Технологія влаштування бетонної чаші басейну

При установці опалубки повина бути забезпечена необхідна геометрія чаші, задана точність розмірів і міцність елементів опалубки. Для виготовлення залізобетонних чаш басейнів застосовують уніфіковані металеві і одноразові дерев'яні опалубки. Для армування використовується арматура періодичного профілю. Перетин арматури, крок осередку визначаються на стадії проектування. Арматура обов'язково повина бути оброблена спеціальними антикорозійними складами, що забезпечують корозійну стійкість і довговічність всієї конструкції. Зазвичай це полімерні фарби.

Перед бетонуванням чаші необхідно встановити та закріпити заставні елементи: доний злив, форсунки, застави для форсунок, скіммери, прожектори, протеток, обвзати їх трубами ПВХ та кабілями.

Для пристрою чаші басейну використовується бетон модифікований гідроізоляційною добавкою пластефікатором ПЛАСТИПРУФ, який дозують до

0,5% від ваги цементу або 0,5 кг на 100 кг цементу. Перевищення дози може викликати уповільнення схоплювання бетону без негативного впливу на кінцеву міцність. Для відливки чаші басейну на 1,0 м<sup>3</sup> бетоної суміші необхідно:

- цемент М500 – 300,0 кг;
- пісок (річковий) – 998,0 кг;
- дрібний щебінь фракції 5 – 10 мм – 230,0 кг;
- крупний щебінь фракції 20 – 40 мм – 691,0 кг;
- добавка ПЛАСТИПРУФ – 1,5 кг.

Водо цементне відношення бетоної суміші становить 0,611, вік бетону через 7 днів – 40,0 МПа, через 28 днів – 47,7 МПа.

При спорудженні бетоної чаші басейну у місцях примикан елементів конструкції утворюються звані «холодні шви» (робочі шви), тому їх потрібно обов'язково герметизувати, щоб запобігти протіканню. Для цього перед заливанням бетоної суміші у місця примикан елементів конструкції чаші прокладають герметизуючі матеріали. Для гідроізоляції холодних швів використовуються гідроізоляційні шпонки. Вони виготовлені із міцних полімерних матеріалів, що надовго гарантує надійну герметизацію робочих швів при заливанні бетоної суміші.

Зведення бетонних чаш басейну вимагає виконання певних технологій через свою специфіку та постійну взаємодію з водним середовищем, що викликає необхідність забезпечення особливого захисту від руйнівної дії вологи. Ця специфіка басейнів обумовлює особливу ретельність при виконанні гідроізоляційних робіт та обов'язкове застосування спеціальних засобів.

Застосування нових технологій дозволяє максимально тривало підтримувати високі експлуатаційні властивості бетоної конструкції басейну. Сучасні матеріали, створені на основі новітніх технологій, застосовуються безпосередньо при зведенні басейнів будь-якого рівня складності.

#### **5.4. Технологія виконання робіт по гідроізоляції чаші басейну**

Для дотримання всіх будівельних норм, гідроізоляція басейну має проводитися комплексно з дотриманням всіх технологічних процесів і операцій. Гідроізоляція бетоної чаші басейну виконується тільки після того, як бетон повністю висохне і набере свою міцність (не менш 28 днів). Технологічна послідовність виконання робіт з гідроізоляції чаші басейну наведена на рис. 5.4.

##### ***I. Підготовка чаші басейну:***

1. Підлошка;
2. Зовнішня гідроізоляція;
  - дно басейна – два шари герметизуючої суміші;
  - стіни басейну – два шари гідроізоляції;
3. Залізобетона конструкція чаші басейна;
4. Резеновий шнур для герметизації швів.

##### ***II. Вирівнювання стін та дна чаші басейну:***

5. Рідкий латекс Planicrete;
6. Стяжка Торсем Pronto;
7. Комбінований шар із рідкого латексу Planicrete та штукатурка Nivoplan;
8. Металева сітка;
9. Переливний желоб басейну.

##### ***III. Гідроізоляція басейну:***

10. Стрічка гідроізоляціна;
11. Гідроізоляція (два шари);
12. Скловолокно Marenet 150.

##### ***IV. Оздоблення басейну:***

13. Клей для керамічної плитки Keraflex Maxi S1;
14. Керамічна плитка;
15. Шовний заповнювач Ultracolor Plus;
16. Силіконовий герметик Mapesil AC.

До початку гідроізоляційних робіт необхідно очистити поверхню бетону чаші, так як гідроізоляцію можна наносити тільки на очищену поверхню. Головна мета цієї операції, це зробити ідеально чисту рівну бетону основа без пилу чи сторонніх частинок, виступів, нерівностей, каверн.

Необхідно заздалегідь обробити всі поверхні, шви та інші елементи. У місцях проходження інженерних комунікацій потрібно зробити поглиблення у вигляді «ластівченого хвоста» і заповнити матеріалом «Пенеплаг». Це у подальшому допоможе усунути ймовірні напірні течії. Після висихання штраф погрунтувати «Пенетроном». Такий комплекс робіт забезпечить довготривалу ізоляцію.

Для зовнішньої гідроізоляції застосовується бітумна паста або емульсія «Марей». Вона не вимагає спеціальних професійних навичок від персоналу для її застосування. Головною особливістю цього матеріалу є те, що вона фракційно смолоподібна речовина яка не розчиняється у воді після висихання. Після її нанесення на поверхні чаші утворюється водонепроникне та міцне покриття (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Зовнішня гідроізоляція з бітумної паста або емульсії «Марей»

Паста наносити шіткою-маковицею або шпателем. Перший шар наноситися як ґрунт. Для цього пасту розводять водою на 50%, тобто 1:1. Після висихання наноситися у два шари без додавання води.

Для обробки стиків конструкції басейну застосовуються «Пенебар». Гідроізоляційний жгут «Пенебар» має підвищену стійкість до гідростатичного тиску і тому застосовується для гермитичності стиків, швів і т.д. Термін служби гідро прокладки «Пенебар» зовсім не обмежений, він здатний збирігати властивість максимально довго. Спочатку кути проклеюються жгутом, а потім використовується гідроізоляція «Пенетрон». «Пенетрон» це матеріал розроблений на принципі гідроізоляції проникаючої дії. Серед числених переваг матеріалів системи «Пенетрон» відноситься можливість проводити гідроізоляцію басейну як із зовнішньої, так і з його внутрішньої сторони. Проникаючий принцип дії матеріалів системи «Пенетрон» дозволяє значно збільшити густину бетону, завдяки чому підвищується його опірність несприятливим впливам довкілля. Гідроізоляція «Пенетрон» екологічно чиста, не піддається впливу хімічних, механічних пошкоджень та впливу ультрафіолету. Системне застосування даних матеріалів дозволяє використовувати їх, як індивідуально, так і комплексно. На даний час проникаюча гідроізоляція «Пенетрон» найбільш ефективна що продовжує експлуатаційний термін конструкції басейну. Крім продовження терміну служби застосування матеріалів системи «Пенетрон» є також одним із найважливіших заходів оптимізації експлуатаційної придатності бетоної конструкції чаші басейну. Вся внутрішня гідроізоляція наноситися в два шари: спочатку один шар, потім укладається скловолоконна сітка і наноситися другий шар.

У самої конструкції басейну є вразливі місця – це різні шви, примикання та стики. Саме на їхньому перитині цементний розчин з часом вимивається, що і створює протікання басейну. Щоб цього уникнути, слід усі подібні місця обробити сумішю «Пенекріт». Перед нанесенням суміші обов'язково потрібно

погрунтувати шви «Пенетроном» і лише після цього наносити «Пенекріт». Матеріал не просто перекриває доступ до води, а вростає у бетоні плити. Це дозволяє максимально підвищити показники водонепроникності конструкції басейну. Завдяки цьому зчепленню ймовірність розшарування матеріалу практично зникає.

В басейні передбачено багато трубопроводів, що проходять крізь стіни. До цих місць слід ставитися з особливою увагою, оскільки саме через них відбувається найбільший відсоток перибігів (рис. 5.6).

Для належної герметизації цих місць використовується профілі HYDROTITE® та еластомірний герметик Leakmaster®. Ці елементи герметизуються за допомогою безусадкових швидкосхоплюваних розчинів з відмінними тиксотропними властивостями. Так застосовується гідравлічний розчин з миттєвим схоплюванням і розширюваними властивостями - MAXJOINT® ELASTIC.

Останій етап у гідроізоляції басейнів – це обробка всієї поверхні розчином «Пенетрон». Ця операція допоможе надалі уникнути утворення теч та інших руйнувань на поверхні бетон. Такі технології гідроізоляції чаші басейну надійно усувають усі щілини шляхом закупорювання всіх капілярів і вирівнюють поверхні, надаючи стінкам стійкості до проникнення води.

**Декоративне оздоблення басейну можливо виконати** через 3 доби в залежності від вологості гідроізоляційно покриття готово до подальших робіт. На гідроізоляційне покриття без проблем наноситься будь-яка штукатурка, шпаклівка, плитка і т. д. Для монтажу плитки використовується універсальний високоеластичний клей для плитки зі зниженим водопоглинанням KRYL TILE.

### **5.5. Механізація робіт з гідроізоляції чаші басейну**

Для механізованого нанесення гідроізоляційних шарів на бетону чашу басейна використовується професійний апарат безповітряного розпилення призначений для виконання робіт із можливістю широкого застосування

спеціальних та двокомпонентних сумішей високої вязкості. Апарат безповітряного розпилення застосовують у сферах антикорозійної обробка та ізоляція бетонних поверхонь (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Загальний вигляд апарата SM-4000Pro для нанесення латексних, силіконових, епоксидних, поліуретанов, бітумних розчинів

В апараті SM-4000Pro закладено метод безповітряного розпилення, який передбачає підтримку стабільно високого тиску в робочозаданому режимі. Функцію контролю та стабілізації тиску виконує система смартконтроль, яка встановлена на апараті. Ця система значно полегшує ручну працю. Оператор апарату встановлює лише необхідний тиск, отримуючи інформацію з рідкокристалічного дисплея, про подальшу роботу. Основна технічна характеристика апарату SM-4000Pro наведена у табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Технічна характеристика апарату SM-4000Pro

№	Опис характеристики	Показник
1.	Продуктивність	4,0 літр/хв
2.	Робочий тиск	230 бар
3.	Живлення	мережа 220V/50 HZ
4.	Потужність	2200 Вт

○	Максимальні розміри сопла	0,031"
○	Вага	26,0 кг

### **5.6. Вимоги техніки безпеки при виконанні гідроізоляційних робіт**

Вимоги до виконання ізоляційних робіт на будівельному майданчику зазначено в розділі 16, НПАОП 45.2-7.02-12 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві (ДБН)».

Під час виконання ізоляційних робіт необхідно передбачити заходи із запобігання впливу на працюючих таких небезпечних виробничих факторів:

- підвишена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвишена температура матеріалу ізоляції;
- розташування робочого місця поблизу перепадів по висоті більше ніж 1,3 м;
- падіння, обрушення піднятого вантажу;
- гострі краї, задирки, шорсткість поверхонь устаткування, матеріалів;
- підвищена напруга в електричному колі;
- розташування робочого місця в зоні можливого обвалу укосів виїмки.

У проектно-технологічній документації повинно бути передбачено:

- використання колективних і індивідуальних засобів захисту працівників під час приготування і транспортування гарячих мастик і матеріалів;
- унеможливлення виконання робіт з використанням відкритого полум'я на технологічних ділянках, де виконуються ізоляційні роботи;
- заборона виконання будівельно-монтажних робіт, підіймання і перенесення вантажів кранами над ділянками, де виконуються гідроізоляційні роботи;

Робочі місця для проведення гідроізоляційних робіт з можливим виділенням пожежо небезпечних речовин повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння.

Під час виконання ізоляційних робіт в закритих приміщеннях, робочі місця повині бути забезпечені вентиляцією та місцевим освітленням від електромережі напругою не вище 12 В з арматурою у вибухобезпечному виконанні.

Забороняється підніматись (спускатись) з бачками по приставних драбинах.

Під час робіт з просочувального гідроізолювання з використанням шкідливих хімічних композицій робітники повині бути забезпечені гумовими рукавичками та респіраторами.

Під час нанесення гідроізоляційних матеріалів роботи необхідно починати з місць, найвіддаленіших від виходів із приміщень, залишаючи виходи і проходи завжди відкритими і вільними від матеріалів, інструменту тощо.

## **6. РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТА**

### ***6.1. Організація робіт з будівництва об'єкта***

Організація будівництва по зведенню споруди аквапарку розроблена згідно вимог ДБН А.3.1-5-2009 «Організація будівельного виробництва».

Виробництво підготовчих і основних будівельних робіт виконується в один будівельний сезон.

Проведення робіт основного і підготовчого періоду передбачається здійснювати потоковим способом з максимально можливим використанням машин і механізмів.

Організаційнотехнологічні схеми встановлюють черговість зведення основних об'єктів підсобного і обслуговуючих призначення, енергетичного і транспортного господарства, зв'язку, зовнішніх мереж, систем водопостачання, каналізації, теплопостачання. Організаційнотехнологічні схеми впорядковують особливості будівельних рішень, генерального плану, а також прийняті методи організації будівництва.

## 7. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

### Оплата праці по бригадному підраду

Для виконання певного технологічного комплексу робіт потрібні спільні (бригадні) зусилля працівників, а кінцеві результати виробництва є безпосереднім наслідком їх праць.

На законодавчому рівні бригадну систему організації та оплати праці визначено у вимогах ст. 2526 - 2528 Кодексу законів про працю України. Згідно ст. 2526 КЗпП України визначені умови формування колективу бригади, умовами ст. 2527 КЗпП України встановлюється порядок розподілу колективного заробітку в бригаді із застосуванням коефіцієнта трудової участі, а статтею 2528 КЗпП України визначена взаємна відповідальність власника або уповноваженого ним органу та бригади.

У бригаду працівники зараховуються за згодою колективу бригади. При цьому, не допускається відмова бригади в зарахуванні працівників, які направлені в бригаду в порядку працевлаштування відповідно до законодавства (молодих спеціалістів, випускників навчальних закладів системи професійно-технічної освіти тощо).

На зборах колективу бригади обирається бригадир (таємним або відкритим голосуванням) і затверджується керівником підрозділу, до складу якого входить данна бригада.

Умови та розміри оплати праці підприємства господарської сфери встановлюють самостійно в колективному договорі з дотриманням норм законодавства, генеральної, галузевої угод.

Згідно вимог ст. 11 КЗпП України на підприємствах незалежно від форми власності та господарювання, що використовують найману працю та мають права юридичної особи, укладаються колективні договори. Колективний договір укладається на основі чинного законодавства, прийнятих сторонами зобов'язань з

метою регулювання виробничих, трудових і соціально-економічних відносин та узгодження інтересів працівників, власників та уповноважених ними органів.

До умов колективного договору належать умови, якими встановлюються форми, систем, розмір заробітної плати та інші види трудових виплат (доплат, надбавок, премій та ін.).

У випадку, коли застосовується колективна організація праці, на підприємстві необхідно розробити та затвердити додаток до колективного договору, а саме, Положення про бригаду оплати праці, в якому визначається, як саме розподіляється заробітна плата між членами бригади.

При колективній оплаті праці заробіток підраховується на підставі загальних результатів праці бригади. Основним показником, який характеризує трудову участь робітників у колективній праці, є індивідуальний виробіток, розрахований на основі міжгалузевих, галузевих та інших нормативів. Питання забезпечення відповідності оплати праці робітників їх особистому вкладу в розмірі коефіцієнту трудової участі (КТУ) вирішує трудовий колектив бригади. Сутність коефіцієнта трудової участі полягає в тому, що кожному робітнику бригади встановлюється коефіцієнт, який характеризує ступінь його участі у виконанні загального завдання.

Під час розподілу заробіток бригади між її членами необхідно забезпечити безпосередню залежність заробітку кожного робітника від його індивідуального внеску в загальний результат роботи.

Розподіл колективного заробітку між членами бригади проводиться відповідно до присвоєних тарифних розрядів та фактично відпрацьованих годин. З метою більш чіткого обліку індивідуального вкладу кожного робітника в результати колективної праці бригади за рішенням її загальних зборів при розподілі заробітної плати застосовується коефіцієнт трудової участі (КТУ), щомісячно.

Законодавством надано право підприємствам самостійно визначати порядок визначення та застосування КТУ у відповідному Положенні, затверженому керівником підприємства за погодженням з профспілковим комітетом або іншим уповноваженим на представництво трудовим колективом органом.

Величина КТУ визначається та встановлюється кожному робітнику та затверджується рішенням загальних зборів колективу бригади або рішенням ради бригади, якщо такі повноваження їй делеговано колективом бригади. Кофіцієнт трудової участі застосовується при розподілі надтарифної частини (доплат, премій тощо).

Разом з тим, при розподілі всього колективного заробітку бригади слід ураховувати, що до нього не включаються доплати за роботу в нічний і надурочний час, роботу у святкові дні, доплат до середнього заробітку в установлених законодавством випадках (як гарантійні виплати, установлені законодавчо), за керівництво бригадою або ланкою, надбавки за професійну майстерність. Також не включаються до колективного заробітку, а нараховуються безпосередньо працівнику виплати за раціоналізаторство та інші виплати за особисті успіхи у праці та за умови праці.

Враховуючи зазначене, варто звернути увагу роботодавців на те, якщо вклад у роботу бригади, члена бригади – працівника встановлюється бригадою менший, то повинно бути документальне обґрунтування, а саме, звіти за місць роботи працівника відповідно місяць, за який встановлюється кофіцієнт, у яких буде підтвержено, що вклад у роботу бригади працівником був меншим, чим у інших працівників за цією посадою або виконаною роботою.

Приклад розрахунку кошторис наведено в Додатку №1

## 8. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

### 8.1. Охорона праці та техніка безпеки при роботі на висоті

Роботи, що виконуються на висоті 1,3 м і більше від поверхні ґрунту, покриття або робочого настилу, у тому числі з робочих платформ підйомників і механізмів, а також на відстані менше 2 м від неогороджених перепадів на висоті 1,3 м і більше вважаються висотними роботами.

Основним засобом індивідуального захисту під час виконання робіт є запобіжні пояси ПЛ (рис. 8.1) або ПБ (рис. 8.2).



Рис. 8.1. Пояс ламковий ПЛ стандарт

Рис. 8.2. Пояс запобіжний безпунктовий

До виконання робіт на висоті допускаються особи, не молодші 18 років та які пройшли:

- професійний добір відповідно до Переліку робіт, де є потреба у професійному доборі;
- медичний огляд відповідно до вимог Положення про медичний огляд працівників певних категорій;
- спеціальне навчання та перевірку знань з охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці;
- навчання та перевірку знань з протипожежної безпеки осіб, які виконують вогниві роботи, відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні.

На кожному підприємстві залежно від місцевих умов і особливостей виробництва роботодавець затверджує наказ прелік робіт на висоті, які виконуються за нарядами-допусками.

Роботи, не передбачені цим переліком, виконуються за розпорядженнями осіб, яким надано право видачі нарядів.

## **8.2. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті**

Роботи на висоті виконуються нарядам передбаченими чиним законодавством, якщо до них включені вимоги безпеки під час виконання відповідних робіт на висоті згідно з Правилами.

До нарядів додаються проекти виконання робіт (ПВР) чи технологічні карти за рішенням осіб, які мають право видачі нарядів, з урахуванням вимог цих Правил. Склад та зміст основних рішень з охорони праці в ПВР, відповідно до НПАОП 45.2-7.02-12 Охорона праці та промислова безпека у будівництві.

Наряд виписується у двох примірниках, один з яких залишається у працівника, який його видав, другий передається відповідальному керівнику робіт. Наряд виписується розбірливим почерком або за допомогою засобів друкування. Не допускається виписувати наряд олівцем, виправляти і закреслювати написаний текст.

Наряд видається на строк, необхідний для виконання заданого обсягу робіт, але не більше п'ятнадцяти календарних днів від дня початку роботи. Наряд може бути продовжений один раз на термін не більше п'ятнадцяти календарних днів від дня продовження. Продовжити наряд може працівник, який його видав, а у разі його відсутності – інший працівник, маючий право видавання нарядів для виконання робіт на висоті.

При зміні складу бригади більше ніж на половину кількості членів бригади, які розпочинали роботу, видається новий наряд.

У разі виникнення у процесі роботи небезпечних або шкідливих виробничих факторів, не передбачених нарядом, роботи припиняються і можуть бути продовжені тільки після усунення вище наведених факторів.

Перед нарядом проводиться ціловий інструктаж, розяснюються питання:

- способи безпечного виконання робіт;
- порядок підходу до робочого місця та виходу з нього;
- стан робочого місця;
- порядок користування засобами страхування;
- порядок і місце установки вантажопідіймалних засобів;
- способи безпечного переходу з одного робочого місця на інше;
- методи установки або знімання елементів конструкції, будівлі тощо;
- забезпечення необхідними умовами праці на робочому місці (освітленість, температура, вологість повітря, шум, вібрація тощо);
- стан рихтуван, площадок, драбин, огорожен, опорних та страхувальних канатів тощо;
- необхідність застосування засобів індивідуального захисту (касок, запобіжних поясів тощо);
- порядок застосування верхолазного спорядження та страхувальних засобів під час виконання робіт у безпорному просторі.

Обсяг і зміст цілового інструктажу визначаються залежно від видів робіт, що виконуються.

### **8.3. Робітників, що виконують роботу на висоті**

Робітник який веде роботу на висот повинен знати і виконувати вимоги цих Правил, інших нормативноправових актів та інструкцій з охорони праці, що стосуються їх робіт чи професій; дбати про особисту безпеку, а також про безпеку оточуючих людей під час виконання будь-яких робіт; виконувати роботи із застосуванням касок, запобіжних поясів, інших засобів

індивідуального та колективного захисту; проходити в установлюваному порядку медичний огляд.

#### **8.4. При виконанні висотних робіт забороняється**

Для забезпечення техніки безпеки під час виконання робіт на висоті необхідно враховувати погодні обмеження. Працювати забороняється:

**1. При порвах вітру понад 10 м/с.** У таких ситуаціях зростає ризик втрати орієнтації та падіння як людей, так і великогазових деталей та інструментів. Особливо обережно необхідно монтувати громіздкі конструкції: рекламні банери, антени і т. д.

**2. В ожиледицю, туман, при грозі або недостатньому освітленні, вночі.** Зледеніння опорних майданчиків, страхувального обладнання та робочих поверхонь суттєво знижує безпеку висотних робіт. Розкати грому, яскраві спалахи блискавки або погана видимість ускладнюють орієнтації фахівці також впливають на безпеку.

**3. При температурі повітря нижче -20 °С, або вище +35 °С.**

### **9. НАУКОВО – ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ**

#### **АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ СТВОРЕННЯ ОБРАЗУ ОБ'ЄКТІВ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОЇ БІОНІКИ**

У період 1950-1970 тепологічні форми стали основою архітектурного модернізму. На той час, в своє більшості, використовувалися прості раціональні геометричні форми будівель (рис. 9.1).

В таких будівлях цілісно сформована об'ємна форма має чітко виражений силуетний контур. За допомогою прийомів виявлення композиції простих об'ємів досягається архітектурно-художній образ об'єкта (рис. 9.2).

В 1964 році в м. Чикаго за проектом архітектора Бертрана Голдберга зводиться багатофункціональний висотний комплекс Марина Сіті (англ. *Marina*

City). Будівлі мають незвичайну круглу форму, що нагадує кукурудзяні початки (рис. 9.3 ).

багатофункціонального комплекс; в – планування житлових квартир

Комплекс складається з двох 65-ти поверхових будівел висота 179 м. На той час у шістдесяті роки дві башти були найбільш висотними житловими будинками та найвищою залізобетоною конструкцією у світі.

В будівлі з 21 поверху розташовуються житлові квартири. Їхня особливість в тому, що в них повністю відсутні прямі кути та грані, кожна квартира має форму сектора круга та панорамні балкони (рис. 9.2 в). Саме ці будівлі можна вважати одними з найперших будівель архітектурнобудівельної баоніки.

## **9.1. Ціль наукового дослідження**

### ***Поставлені задачі дослідження:***

- провисти аналіз еволюції будівель спроектованих за принципами архітектурної баоніки;
- визначити світові тенденції розвитку архітектурнобудівельної баоніки;
- визначити класифікацію стилів архітектурної баоніки;
- визначити основні принципи формоутворення структури будівлі;
- підготувати загальні висновки.

***Об'єкт дослідження:*** світовий досвід створення об'єктів будівництва що спроектовані за принципами архітектурнобудівельної баоніки.

***Мета роботи:*** визначити основні прийоми формоутворення архітектурно-баонічних проектних рішень будівель.

***Методи дослідження:*** аналіз співставлення існуючих світових аналогів та перспективних проектних рішень об'єктів архітектурнобудівельної баоніки.

***Результати робіт:*** визначити перспективи подальшого розвитку проектних рішень по створення об'єктів архітектурнобудівельної баоніки.

## 9.2. Еволюція архітектурнобудівельної баоніки

Дизайнстудія Reiser+Unemoto Architects спроектувала в м. Дубай незвичайну будівлю за дизайнерською формою у вигляді «Екзоскелета». Особливості конструктивного рішення полягають в захисті внутрішнього простору від зовнішніх чиників – вітру, надвесоких зовнішніх температур, сейсмічних впливів та інших неприємливих умов (рис. 9.4). Будівля спроектована таким чином, що все вертикальні навантаження сприймає саме зовнішній «Екзоскелет», що дозволило отримати більшого об'єму внутрішнього простору.



Рис. 9.4. Будівля у вигляді «Екзоскелет», м. Дубаї

Одна з найбільш відомих будівел Англії в м. Лондоні, спроектована знаменитим британським архітектором сером Норманом Фостером. Будівля спроектована і нагадує форму «Огірок» (англ. - *Gherkin*). Це найскравіший зразок сучасної архітектурної баоніки, за що автор отримав престижну премію Королівського інституту британських архітекторів. Будівля заввишки 180 метрів спроектована таким чином, що незважаючи на пишну та вигнуту форму, в конструкції будівлі присутні всього один елемент з гнутого скла. Завдяки ефективності конструкції та аеродинамічній формі, дія вітрових навантажень зводиться до мінімуму. А завдяки формі, будівля споживає вдвічі менше електроенергії ніж аналогічні будівлі такого типу (рис. 9.5).



Рис. 9.5. Будівля «Огірок» - символ м. Лондон, Англія

Дубайська вежа Бурдж Халіфа м. Дубаї найвищий хмарочос світу що піднявсь на висоту 828 м. Вежа спроектована американским архітектором Едріан Смітом, який створив надзвичайну архітектурно баонічну форму вежі у вигляді нагромажених сталагмітів (рис. 9.6). Будівля позиціонується як справжн «місто в місті» зі своїми зеленими зонами, власними бульварами та парками, чиселними офісними, торговими цнтрами та житловими приміщеннями.



Рис. 9.6. «Місто в місті» - вежа Бурдж Халіфа м. Дубаї

За проєктом архітектурної компанії «НОК International» в м. Баку Азербаджан зведені «Вогняні Вежі» (англ. *Flame Towers*). Це багатофункціональні комплекс які своїм зовнішнім виглядом нагадують язики полум'я. Фасади будівел повніст покриті LED екранами, які відображають рух вогню, що видно з найвіддаленіших точок міста. Полум'я веж візуально створює ефект гігантських факелів, що підкреслю назву «Вогняні вежі». (рис. 9.7).



Рис. 9.7. Вогняні Вежі, м. Баку. Висота 190 м

Вежа – «Слон» (англ. *Chang*) м. Бангкок Таїланд була зроблена архітектором Саметом Джамсаем та втілено велич тварин – слона. Слони займають важливе місце в культурі та побуті тайці, за легендою, в прадавні часи, вони захишала королівство Таїланд. Три бетонних корпуси зеднані між собою за формою нагадують велитенського слона. Будівля такої символічної форми слона визначина як унікальна (рис. 9.8).



Рис. 9.8. Вежа «Слон» м. Бангкок

Будівля «Capita Green» в м. Сінгапур називають «Велике дерево в місті» (Big Tree in the City). Ультрасучасна 40поверхова будівля за задумкою японського архітектора Тойо Йто (Тоуо Іто & Associates) походить на рослину, що тягнеться у гору до сонця. На трох рівнях розташовані справжні зелені паркові зони, а на тирасі даху влаштовано «зелений ліс»! (Sky Forest). Фасадна система будівлі – «жива стіна» (рис. 9.9).



Рис. 9.9. Будівля «Capita Green» в м. Сінгапур з конструктивною фасадною системою - «жива стіна»

Будівля «Гранд Лісбоа» в м. Макао Китай має сферичний подіум та вежу що нагадує форму квітки лотоса. Таку унікальну форму по феншуй втілив архітектор Сун Меном і Деннсом Лау. Будівля вважається самим живописним і унікальним готелем Азії (рис. 9.10).



Рис. 9.10. Готель «Гранд Лісбоа» в м. Макао Китай

### **9.3. Тенденції розвитку архітектурнобудівельної баоніки**

На березі річки Дніпро в м. Києві, архітекторами «Київського бюро «Архиматіка» спроектовано багатофункціональний комплекс у формі традиційної української писанки. Фасад передбачено викласти із світлодіодних екранів, які будуть змінювати візерунки «Писанки» (рис. 9.11).



Рис. 9.11. Проект будівлі у вигляді традиційної української «Писанки»  
Яскравим прикладом архітектурної баоніки є проект вежі «PieXus» – будівля морського транспортного вузла у м. Гонконг (рис. 9.12).

Вражає своє футуристичною фантазія проект архітектора Цветана Тошкова, який отримав назву «City in the Sky». Родзинкою цього баонічного проекту є екологічні гігантські хмарочоси у формі квіток лотоса (9.13).



Рис. 9.12. Проект вежі «Pie Xus»,  
м. Гонконг



Рис.9.13. Фантастичний проект  
«City in the Sky»

Бельгійський архітектор Вінсент Калєбот, представив проєкт екологічного житлового району «Нурегіон», який планують побудувати в Індія в м. Нью-Делі. Автор проєкту назвав його на честь найвишого дерева в світі, п'ятнадцяти метрового Гіперіона, що росте в США. Автор проєкту назвав його на честь найвишого дерева в світі 115-метрового Гіперіона, що росте в США. За проєктом «Нурегіон» біля житлового району будуть зведені фермерські господарства, що вироблятимуть органічну їжу, а альтернативні джерела енергії повністю забезпечать житловий район електроенергією яка буде генеруватися за допомогою вітрових турбін і фотоелектричних елементів (рис. 9.14).



Рис. 9.14. Проєкт екологічного житлового району «Нурегіон» м. Нью-Делі

Проєктувальники працюють не тільки над створенням образу окремих об'єктів з архітектурнобудівельної баоніки, а і над образом сучасного баонічного міста. Поряд з Парижем – «Новий Париж» (рис. 9.14). Кожен окремий об'єкт органічно вписується в існуюче природнобіологічне середовище.

На сьогодні заявлено та анонсовано багато проєктів розроблених за принципам архітектурної баоніки. Баоніка в архітектурі набуває особливого значення, рятуючи людей від урбаністичної задухи супер мегаполісів, допомагаючи людині зєднатися з природою. Ідея баоніки набирають все більшу популярність як нова концепція - будувати не «хмарочос», а цілі «баонічні міста». До структури таких міст входять нові енергитичні та екологічні сестеми, втілючи в життя найновітніші наукові розробки та тихнології. Це концептуально новий підхід містобудування і архітектури – баонічне місто для тисяч людей (рис. 9.15).



Рис. 9.15. Концептуальні проєкти майбутніх «біонічні міста»

Людська фантазія безмежна а сучасні технології ниосяжні. При розумному підході до будівництва «хмарочос-місто» можливо жити комфортно при цьому заощаджувати природні ресурси, використовуюч відновлювані можливості природи.

#### **9.4. Стили архітектурної баоніки**

Архітектурний стиль це сукупність основних рис та знак архітектури що проявляються у функціональних, конструктивних, мистецьких, художніх особливостях будов. В архітектурній баоніки на даний час визначалися та сформувалися певні стилі які можливо за певними характерними ознаками класифікувати.

#### **9.5. Художні особливості об'єктів архітектурної баоніки**

В архітектурній баоніки одним із прийомів виразності художньої композиції досягається з допомогою використання фронтальних акцент елементів, що виступають з площини основного об'єму. При цьому фронтальні елементи можуть бути різними за геометрією, фактурою, колором. Для виділення форми використовують функціональні елементи проміжних поверхів - зимовий сад, тераси, оглядовий майданчик, відкриті площадки, технічні поверхи, сходи та інше. Прикладом членування форми в стилі деконструктивізму є фасад будівлі «Al Hamra Tower» в м. Нью-Йорк. Саме завдяки конструкції фасаду який складається із 10500 різноманітних сталевих панелей, складається враження - спад водопаду (рис. (9.16)).

Ультрасучасний художній образ втілює в будівлю Фінансового центру Nanjing Greenland Financial Center в м. Наньцзін, КНР, що спроектувала компанія «Skidmore, Owings & Merrill». Художній образ будівлі втілює древню китайську міфологію - «танцюючий дракон», філософію, історію та архітектуру. Зовнішні стіни виконані із скланих панелей, встановлених під кутом, що дуже нагадує панцир дракона. (рис. 9.16).

*а)*



*б)*



Рис. 9.16. Художня композиція фасаду Фінансового центру в м. Наньцзін: *а* – фасад «Панцир дракона»; *б* – будівля «Танцюючий дракон»

### **9.6. Формоутворення архітектурно баонічної структури будівлі**

Формоутворення об'ємнопросторової структури будівель здійснюється з урахуванням різних аспектів – природнокліматичних умов, містобудівної значимості, функціонального призначення, можливості застосування сучасних конструктивних та технологічних рішень, інженерних систем, тощо.

Впливовим фактором створення форми будівлі є природнокліматичні умови. При створенні форми об'єкта потрібно врахувати температурні перепади, зміну атмосферного тиску, сприйняття вітрових і аеродинамічних впливів, сонячне випромінювання та інзоляції. Так прості форми перетворюються на форми, що забезпечують раціональне сприйняття вітрових навантажень, покращення

аеродинамічних властивостей, створюють комфортні умови з природнього освітлення, вентиляції та інзоляції.

### ***Раціональна структура***

Овалом в плані, спроектована висотна будівля Міжнародного фінансового центру Гуанчжоу, м. Гуанжоу, КНР. Висота 103-х поверхового хмарочоса становить 437,5 м. Будівля спроектована таким чином, що від основи, башта трохи розширюється до середини, потім знову звужується до даху, що надає будові особливу витонченість. Серцевина башти виконана з залізобетону, форму надає трубчастий каркас (рис. 9.17, *a*).

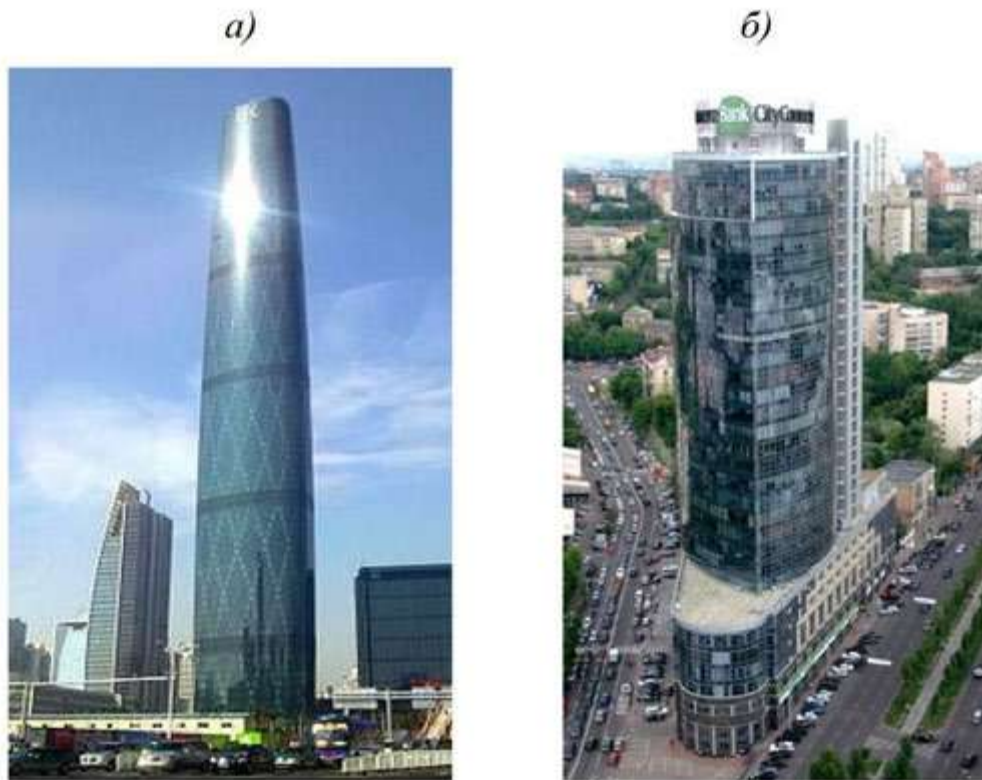


Рис. 9.17. Будівлі в поперкових планах яких закладено овальне рішення: *a* – хмарочос «Guangzhou International Finance Centre»; *б* – висотна будівля «Парус»

Прикладом овальної планувальної схеми є одна із найвищих будівель в м. Києва – «Парус» (англ. *The Sail*). Загальна висота офісного центру у тридцять шість поверхів, становить 156 метрів. Проект будівлі розроблено

«Архітектурним бюро Комаровського» та «Архітектурним бюро Бабушкина» Особливістю будівлі є то, що в плані будівля нагадує овальну зернену сочивиці (рис. 9.17, б).

### *Східчаста структура*

Основу структури закладино сполученні по висоті вертикальних об'ємних елементів, що поступово зменшують її об'єм та розмір. Будівля «Вілліс Тауер» проєктувалась за принципом пучка бамбуку де блоки поверхів за певною пропорційністю зменшують свій розмір і звужують композицію форми. В основі композиції плану закладено чотири модульних квадратів, які наростають в об'ємі по висоті, утворюючи при цьому східчасту композицію як пучок бамбук (рис. 9.18.).

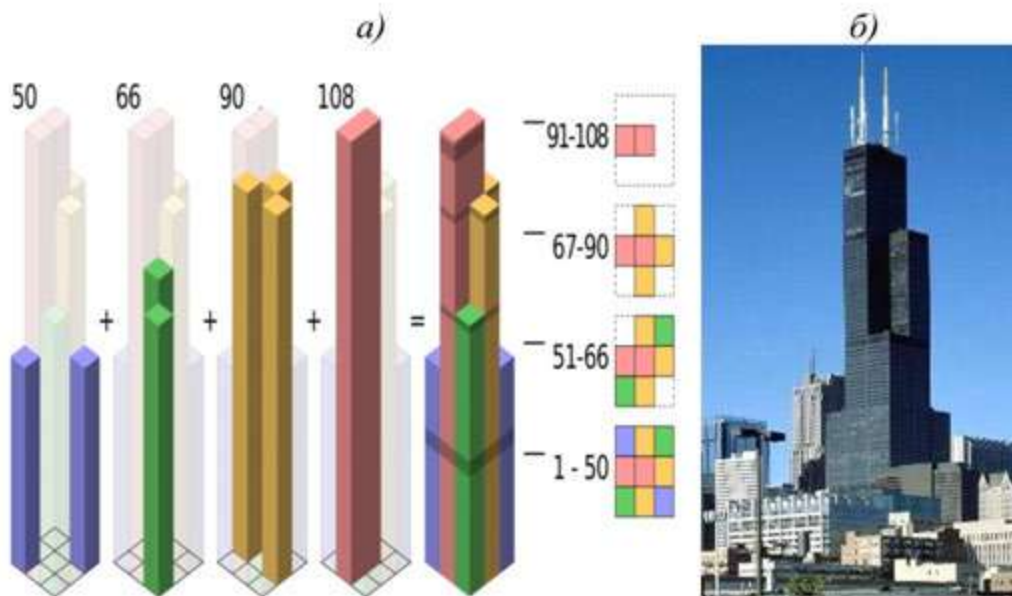


Рис. 9.18. Східчаста структура за прототипом пучка бамбуку – будівля «Willis Tower» в м. Чикаго: а – сполучення по висоті вертикальних об'ємних елементів; б – загальний вигляд будівлі «Вілліс Тауер»

Ефектну об'ємнопросторову структуру створив Бей Юйміна, що складається з простих геометричних форм у вигляді великого ограненого кришталю – будівля банку «China Tower» в м. Гонконг. Вся конструкція спирається на п'ять сталевих колон розташованих по кутах будівлі. Колони

опоясані трикутними рамами, стіни складині із гігантських скляних трикутників які обрамляють металеві рами. Через незвичайну форму та відбивання сонячних променів будівля нагадує велечезний кристал (рис. 9.19). Така незвичайна багатогранна форма будівлі була створена не тільки для краси, завдяки такій формі вона може протистояти потужним тайфунам.

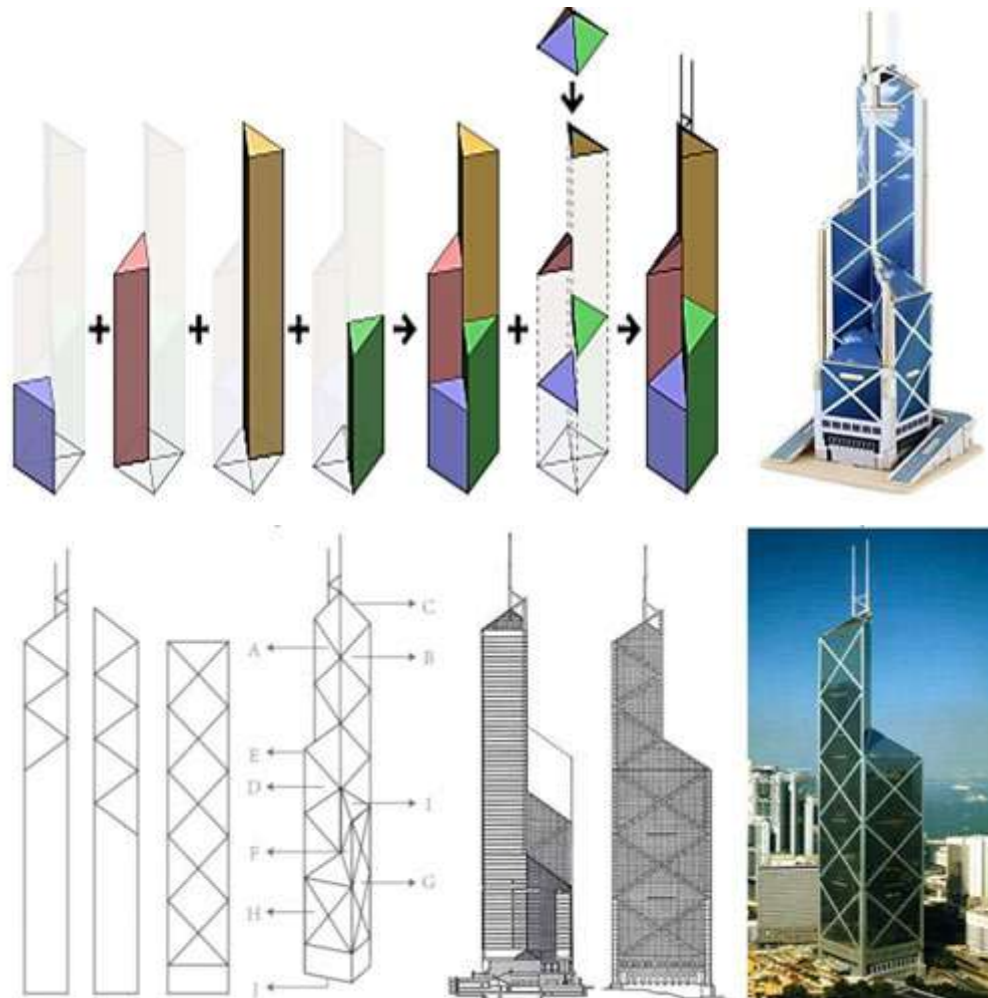


Рис. 9.17. Об'ємнопросторова структура будівля «China Tower» в м. Гонконг

### ***Структурна трансформація***

В основу формоутворення закладено закручуванню елементів відносно композиційного центру. Закручування або здвиг об'ємнопланувальних елементів (секцій, поверхів, блоків) надає формі динамічність, просторову активність всіх фасадів (рис. 9.18).

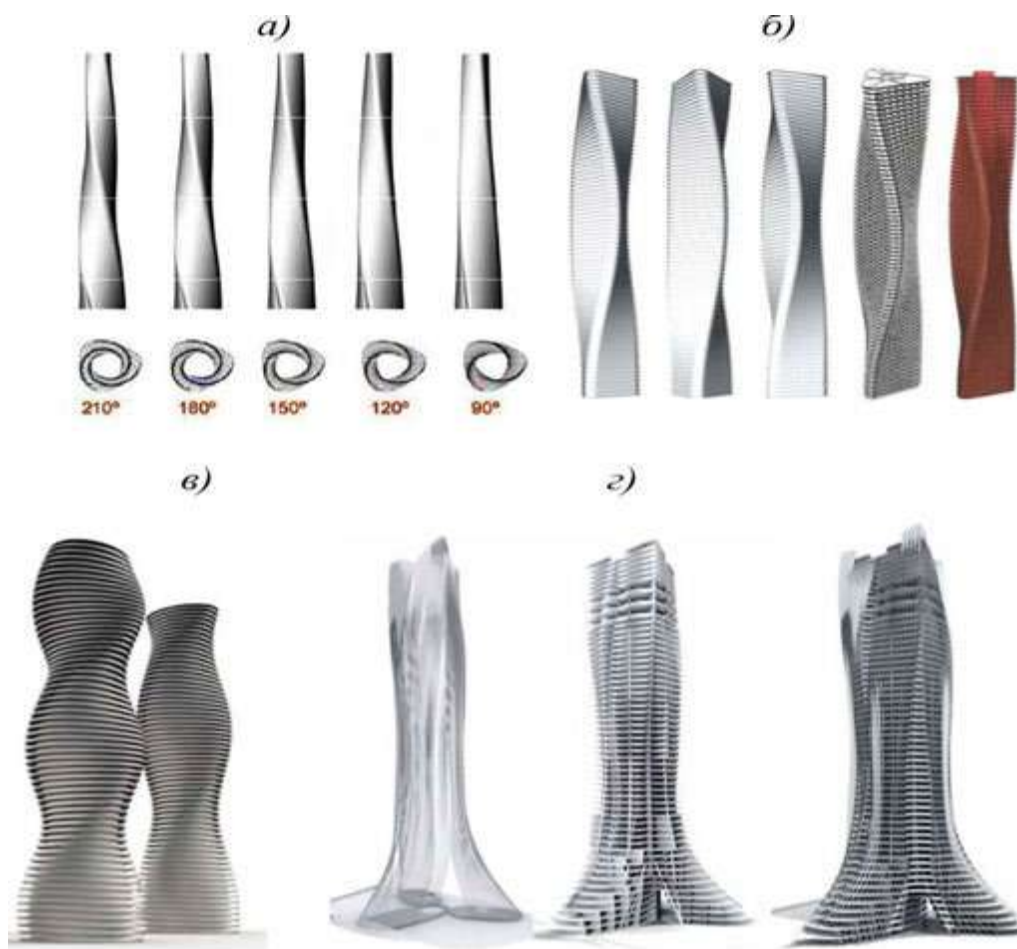


Рис. 9.18. Трансформація об'ємнопросторової структури будівель: *a* – закручування зовнішнього фасаду відносно центра будівлі; *б* – закручення відносно композиційних центрів; *в* – закручення об'ємнопланувальних елементів; *г* – здви́г об'ємно-планувальних елементів

Унікальну об'ємно-просторову структуру будівлі «Turning Torso» створив архітектор Сантьяго Калатрава відтворив її схоже на природні рухи людини. Прототипом незвичайної форми стала його скульптура - «Закручений торс». Будівля складається з одного планувального елемента – сегмента. Кожен з сегментів повернутий відносно центральної осі на визначений кут за годинниковою стрілкою, а останній сегмент повернутий на 90°, ніби людина розгортаються (рис. 9.19).

*a)*

*б)*

*в)*

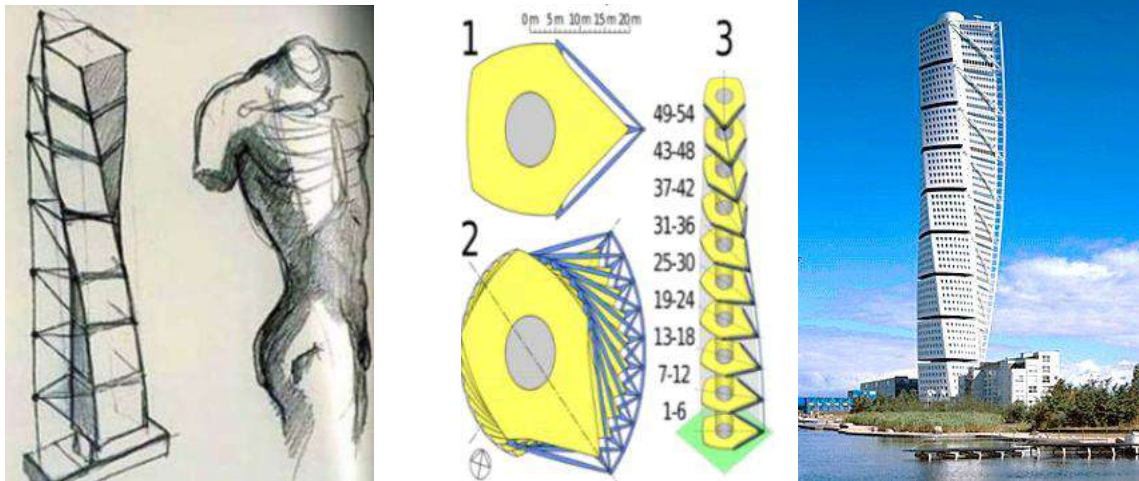


Рис. 9.19. Об'ємнопросторова структура будівлі «Turning Torso»: *а* – закручування зовнішнього фасаду відносно центра будівлі нагадує торс людини, що розгортається; *б* – єдиний утворюючий елемент що обертається за годинниковою стрілкою; *в* – загальний вигляд будівлі

Рекордсменом серед спіральних будівель є «Вежа Безкінечність» відома як «Infinity Tower» в м. Дубай. Будівля має незвичайну спіральну форму яка динамічна спрямовується в нескінченність. Вона називається «Танцююча споруда», адже кожен поверх зміщений до попереднього під кутом, при цьому перший поверх по відношенню до восьмидесятого розташовується під кутом в дев'яносто градусів. Багато експертів порівнюють цей хмарочос з справжнім витвором мистецтва, перлиною дубайської архітектури та вважають унікальною (рис. 9.20).

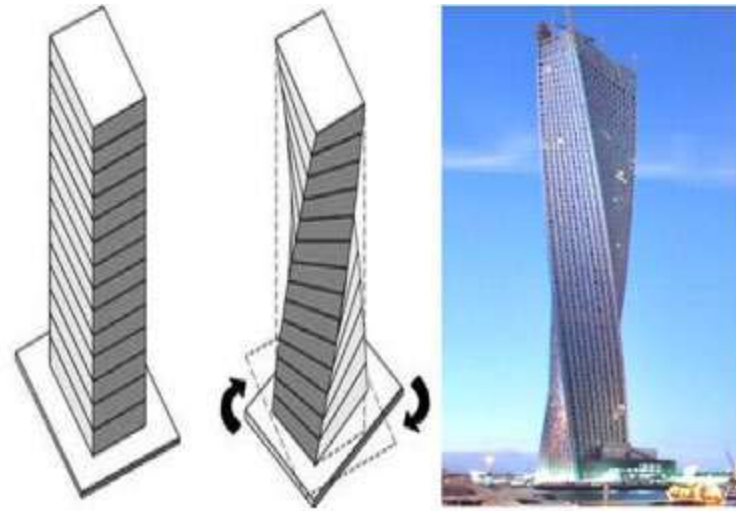


Рис. 9.20. Спіральна об'ємнопросторова структура будівлі «Infinity Tower»

Будівлі комплексу «Absolute World Towers» (Абсолютний мир) в м. Міссісоґ, Канада мають витончину «скручину» об'ємнопросторову структуру. Їх особливість в тому, що в них немає двох однакових поверхів і балконів. Таке формоутворення створило не тільки унікальні будівлі, а й забезпечило органічне поєднання з існуючим міським пейзажем (рис. 9.21).

### ***Складне формоутворення***

Оригінальним рішенням формоутворення об'ємнопросторової структури є будівля «Al Hamra Tower» (Вежа Аль-Хамра) м. Ель-Кувейт. Вежа незвичайна формою, що нагадує накинутий плащ на будівлю. Така форма будівлі містить не тільки естетичні, но і практичні цілі, створюючи певні теплоізоляційні функції з захисту від перегріву. Будівля має вражаючий футурестечний вигляд (рис. 9.22).

Багатофункціональний комплекс «Marina Bay Sands» унікальний по формі та конструктивним рішенням розробив американський архітектор, професором Гарвардського університету Моше Сафді. На дахах трох веж розташована велика тираса у вигляді гондоли, в якій знаходяться басейн та сад «Sands SkyPark» площею 12,4 тисяч квадратних метрів. Басейн у стилі «Infinity Pool» є

унікальним у світі за висотою розташування та розмірами. Щоб поглинути коливання веж від вітру, в басейні вмонтовано три спеціальні шви із заорами до 500 мм. Окремі підпорки під кожною з трьох чаш басейну врівноважують осадку трьох веж та зберігають горизонтальне положення басейну (рис. 9.23).



Рис. 9.23. Загальний вигляд комплексу «Marina Bay Sands»

Неменьш яскравим прикладом іноваційних архітектурних і конструктивних рішень є Шанхайська башта (англ. *Shanghai Tower*) в м. Шанхаї. Башта висотою 632 м спроектовано американським архітектурним бюро «Gensler» (рис. 9.24).

Хмарочос складається з дев'яти циліндрових будівель (рис. 9.24, а, б), які збудовані одна на одній і мають зовні друге подвійне «покриття» трикутної форми, що створює форму обертання частини будівлі (рис. 9.24, в). Двошарове скління покращує теплоізоляційні властивості будівлі та забезпечують пропускання багато природного світла, знижує витрати на енергію для освітлення та опалення приміщень (рис. 9.24, г). Звужена форма вежі зменшує вітрові навантаження майже на 25%. Величезний вплив на забезпечення стабільності конструкції надає

наявність плавального басейну, розташованого на 57 поверсі хмарочоса, даючи можливість будівлі балансувати в просторі під дією вітрових і сийсмічних навантажень. В будівлі спроектовано дев'ять зелених садових зон, а на фасаді будівлі встановлено 270 вітрогенераторів.

### **Загальні висновки**

На сьогодні немає єдиного підходу та методики проектування будівель за принципами архітектурної баоніки. В існуючій нормативній базі важко знайти чіткі визначення такого типу об'єктів будівництва.

На даний час, фактично, сформовано перспективний напрямок проектування будівель за принципами архітектурної баоніки. Він полягає у поєднанні стилю біологічного функціоналізму з органічною архітектурою, що є продуктивним зв'язком людини з природою, зверненням до людської сутності та індивідуальності.

Вивчення та подальший розвиток архітектурної баоніки є цілком спрямована наукова задача, що дозволяє вийти за межі вже відомих, розроблених архітектурних образів та надихає на створення нових нетрадиційних форм. Форм, в яких буде більш органічно поєднуватись простір і час, вдосконалюватись життєдіяльність людини в гармонії з оточуючим природним середовищем.

Аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду проектування об'єктів за принципами архітектурної баоніки дозволяє виділити основні тенденції в розвитку архітектурнопланувальних рішень і функціональної організації:

- зростання кількості функціональних складових;
- інтеграція «екологічних просторів» в структуру будівель;
- енергетична незалежність проєктованих будівель.

В архітектурній баоніки сполучення прийомів формоутворення при організації об'ємнопросторових рішень будівель, дозволяє отримати велике

розмаїтя варіантів гармонійних, цілісних і динамічних структур при проектуванні об'єктів будівництва. Необхідно відзначити, що формоутворення та архітектурнохудожнє рішення будівлі не може залежати тільки від його призначення. Узгодженість архітектури є обов'язковою умовою домобудування. В архітектурній баоніці побудова об'ємно-просторового рішення, художні рішення деталей фасадів, повинні розкривати призначення самої будівлі, створюючи відповідний емоційний настрій людини. Все це, свідомо визначає унікальність об'єкта в системі містобудування. Будівлі спроектовані за принципами архітектурної баоніки повинні мати відповідний статус, комфортність умов та споживчі якості.

## 10. ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

Характеристика джерела	№	Бібліографічний опис
Нормативні документи зі стандартизації	1	ДБН В.2.2-13-2003. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. Державний комітет України з будівництва та архітектури. Київ : «Укрархбудінформ», 2004. – 105 с.
	2	ДБН А.2.1-1-2008. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Інженерні вишукування для будівництва. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. –72 с.
	3	ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. Київ, Мінрегіонбуд України, 2013. – 65 с.
	4	Настанова з проектування котлованів для улаштування фундаментів і заглиблених споруд. ДСТУ-Н Б В.2.1-32:2014. Київ:

		Мінрегіонбуду України, 2015 р.
5		ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. Київ : Мінрегіонбуду України, 2014 р.
6		«Культурно-видовищні та дозвіллієві заклади». ДБН В.2.2-16-2019, Реєстраційний номер VN01:9964-5529-2725-0036. Київ : ПАТ "КИЇВЗНДІЕП" (01422826), Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 85 від 26.03.2019 р.
7		Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель та споруд : ДСТУ Б В.2.6-207:2015. – [Чинний з 2016-04-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – 258 с. – (Національний стандарт України).
8		Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість : ДБН В.1.2-6-2008. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008.
9		ДБН В.2.2-13-2003. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. Державний комітет України з будівництва та архітектури. Київ : «Укрархбудінформ», 2004. 105 с.
10		ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі

		будівельних конструкцій. – Введено вперше; введ. 2016-04- 01. Київ, Мінрегіонбуд України, 2016. 57 с.
11		ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ: Мінрегіонбуд України, 2006 – С.35.
12		ДСТУ Б В.1.2.-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. Київ : Мінбуд України, 2006 р.
13		ДСТУ Б В.2.7-215:2009. Бетони. Правила підбору складу. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010 – С.14
14		ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011р.
15		Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с.
16		ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний. Для залізобетонних конструкцій. К.: Держспоживстандарт України. 2006. – 17 с.
17		ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти будинків та споруд. Основні положення проектування». Київ: Мінрегіонбуд України, 2009 р.
18		ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і

		промислова безпека в будівництві. К.: Мінбуд України. 2009. – 44 с.
	19	Системи протипожежного захисту : ДБН В.25-56:2014. . – [Введені в дію з 2015-07-01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с.
	20	ДБН А.3.1-7-96. Управління, організація та технологія. Виробництво бетонних і залізобетонних виробів. Київ: Держком містобудування України, 1997.
	21	ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ: Міністерство регіонального розвитку, житлово-комунального господарства України, 2017 – С.41.
	22	Правила визначення вартості будівництва : ДСТУ Б.Д.1.1–1:2013. –К. : Мінгеріонбуд України, 2013. – 88 с.
Книги: - один автор	23	Лінда С. М. Архітектурне проектування громадських будівель і споруд. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2010 — 608 с.
	24	Михайленко В. Є. Основи біодизайну: навч. посіб. К.: Каравела, 2011. 224 с.
	25	Карпюк В. М. Розрахункові моделі силового опору прогінних залізобетонних конструкцій у загальному випадку напруженого стану : монографія / В. М. Карпюк. – Одеса : ОДАБА, 2014. – 352 с.
- два автори	26	Акопнік С. В. Архітектурна біоніка та перспективи її розвитку / С. В. Акопнік, А. С.

		Бабак // Архітектурний вісник КНУБА : наук.-вироб. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; відп. ред. П. М. Куліков. – Київ : КНУБА, 2017. – Вип. 13. – С. 274 - 282. - Бібліогр. : 5 назв.
- група авторів	27	Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна, Н.О. Костира. – Київ : НУБіП України, 2024. – 264 с.
	28	Ясієвич В. Є. Архітектурна біоніка // Мардер А. П., Євреїнов Ю. М., Пламеницька О. А. та ін. Архітектура: короткий словник-довідник. Київ : Будівельник, 1995. С. 30.
	29	Архітектурна типологія громадських будинків і споруд: підручник / [Л.М.Ковальський, А.Ю.Дмитренко, В.М.Лях та ін.] за загальною ред. д.архіт., проф. Л.М.Ковальського, к.т.н., доц. А.Ю.Дмитренка. –К., Інтерсервіс, 2018. 484 с.: іл.
	30	Григоренко Я. М., Влайков Г. Г., Григоренко А. Я. Численно-аналитическое решение задач механики оболочек на основе различных моделей. – Киев: ИД «Академперіодика», 2006. – 472 с.
	31	Методы расчета оболочек. Т.1. Теория тонких оболочек, ослабленных отверстиями / [А.Н. Гузь, И.С. Чернышенко, Вал.Н. Чехов, Вик.Н. Чехов, К.И. Шнеренко]. К.: Наук. думка, 1980.

		636 с.
	32	Бабіч Є. Є. Технологічні карти у будівництві : навч. посіб. / Є. Є. Бабіч, О. М. Кухнюк, О. Є. Поляновська. – Рівне : НУВГП, 2018. - 91 с. УДК: 624:658.5 (075)
	33	Технологія будівельного виробництва. Підручник/ В.К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г.М. Батура та ін.; За ред. В.К. Черненка, М.Г. Ярмоленка. – К.: Вища шк., 2002. – 430с.