

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет будівництва та транспорту**  
**Кафедра Архітектури та інженерних вишукувань**

До захисту  
Допускається  
Завідувач кафедри  
Архітектури та інженерних  
вишукувань  
\_\_\_\_\_ Бородай Д. С.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**за другим рівнем вищої освіти**

На тему: «Удосконалення архітектурно-конструктивних рішень в ході капітального ремонту дитячого садочку в м. Суми»

Виконав (ла)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

А. С. Бурик

\_\_\_\_\_  
(Прізвище, ініціали)

Група

Буд 2301-1м  
\_\_\_\_\_

(Науковий)  
керівник

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Д. С. Бородай

\_\_\_\_\_  
(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: **Архітектури та інженерних вишукувань**  
Спеціальність: **192 "Будівництво та цивільна інженерія"**

**ЗАВДАННЯ**

**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

**Бурик Артем Сергійович**

**Тема роботи:** Удосконалення архітектурно-конструктивних рішень в ході капітального ремонту дитячого садочку в м. Суми

Затверджено наказом по університету № 3455/ос від " 07 " 10 2024р.  
Строк здачі студентом закінченої роботи: " 1 " грудня 2024 р.

Вихідні дані до роботи:

Дані інженерно-геологічних вишукувань, типові проекти, завдання проектування \_\_\_\_\_

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

Розділ 1. Загальна характеристика роботи, 1.1. Історія виникнення та сучасні тенденції використання незмінної опалубки, 1.2.Структура базової вартості бетонних робіт, Розділ 2. Опис архітектурно-планувального рішення будівлі,

2.1. Ситуаційний план, 2.2. Об'ємно-планувальне рішення, 2.3. Архітектурно-конструктивне рішення, Список використаних джерел

---

---

---

---

---

5. Перелік графічного та або мультимедійного матеріалу (з вказівкою обов'язкових креслень)

20 слайдів мультимедійного матеріалу

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Керівник :**

(підпис)

Д. С. Бородай

(Прізвище, ініціали)

**Консультант**

(підпис)

Д. С. Бородай

(Прізвище, ініціали)

**Завдання прийняв до виконання:**

**Здобувач**

(підпис)

А. С. Бурик

(Прізвище, ініціали)

## Анотація

Бурик Артем Сергійович «Удосконалення архітектурно-конструктивних рішень в ході капітального ремонту дитячого садочку в м. Суми» – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2024.

Робота складається із змісту, загальної характеристики роботи та її кваліфікаційних ознак, огляду досліджень за обраною темою, розділів основної частини, висновків за результатами МКР (українською та англійською мовами).

Сформульовано мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, методи наукового дослідження.

Дослідження присвячено розробці та оптимізації систем незнімної опалубки для реконструкції будівель. Основна увага зосереджена на використанні інноваційних матеріалів, таких як сталефібробетон і пінополістирол, що дозволяють одночасно підвищити міцність, теплоізоляцію та енергоефективність монолітних конструкцій. Використання цих технологій сприяє покращенню експлуатаційних характеристик і забезпечує економічно вигідні рішення для сучасного будівництва.

Результати дослідження демонструють, що впровадження незнімної опалубки дозволяє знизити трудовитрати на 40-50%, скоротити вартість будівництва стін на 20% і зменшити час виконання робіт на 47%. Інтеграція сталефібробетону забезпечує підвищення несучої здатності конструкцій та покращення теплоізоляційних властивостей. Застосування пінополістиролу дозволяє зменшити вагу конструкцій на 75% порівняно з традиційними стінами та оптимізувати споживання матеріалів, включаючи бетон і арматуру, що сприяє ефективнішому використанню ресурсів.

Дослідження підкреслює важливість екологічності та стійкості сучасного будівництва. Зменшення споживання бетону на 25-30% та транспортних

витрат на 35-45% сприяє зниженню вуглецевого сліду. Отримані результати свідчать про потенціал використання незмінної опалубки для створення економічно ефективних і довговічних конструкцій, що відповідають сучасним стандартам будівництва та енергоефективності.

Ключові слова: опалубка, арматура, стіна.

Список публікацій та/або виступів на конференціях студента:

1. Бородай Д. С. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НЕЗМІННОЇ ОПАЛУБКИ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ/ А. С. Бурик // Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції , 29 листопада 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.28

2. Бурик А. С. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НЕЗМІННОЇ ОПАЛУБКИ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ / Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції студентів, 8-12 квітня 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.14

В додатках наведено тези конференції, альбом слайдів мультимедійної презентації.

Структура роботи.

Робота складається з основного тексту на 50 сторінках, у тому числі 5 таблиць, 21 рисуноків. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 2 розділи, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 20 використаних джерел. Графічна частина складається з 20 слайдів мультимедійної презентації.

## **Abstracts**

Buryk Artem Sergiyovych 'Improvement of architectural and constructive solutions during the overhaul of a kindergarten in Sumy' - Master's qualification work in the form of a manuscript.

Master's qualification work in the speciality 192 'Construction and Civil Engineering.' - Sumy National Agrarian University, Sumy, 2024.

The work consists of the table of contents, general characteristics of the work and its qualification features, a review of research on the chosen topic, sections of the main part, conclusions on the results of the ICR (in Ukrainian and English).

The purpose, objectives, object and subject of the study, methods of scientific research are formulated.

The study is devoted to the development and optimisation of fixed formwork systems for building reconstruction. The main focus is on the use of innovative materials, such as steel fibre concrete and expanded polystyrene, which can simultaneously increase the strength, thermal insulation and energy efficiency of monolithic structures. The use of these technologies improves performance and provides cost-effective solutions for modern construction.

The results of the study show that the introduction of fixed formwork can reduce labour costs by 40-50%, cut the cost of wall construction by 20% and reduce the time required to complete the work by 47%. The integration of steel fibre concrete increases the bearing capacity of structures and improves thermal insulation properties. The use of expanded polystyrene can reduce the weight of structures by 75% compared to traditional walls and optimise the consumption of materials, including concrete and reinforcement, which contributes to more efficient use of resources.

The study highlights the importance of environmental friendliness and sustainability in modern construction. Reducing concrete consumption by 25-30% and transport costs by 35-45% helps to reduce the carbon footprint. The results show the potential of using fixed formwork to create cost-effective and durable structures that meet modern construction and energy efficiency standards.

Keywords: formwork, reinforcement, wall.

List of publications and/or conference presentations by the student:

1. Borodai D.S. TECHNICAL AND ECONOMIC RATIONALE FOR THE USE OF THE TECHNOLOGY OF UNREPLACABLE FORMWORK FOR OVERHAUL / A.S. Burik // Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference, 29 November 2024, KhNADU, Kharkiv, P.28.

2. Buryk A. S. TECHNICAL AND ECONOMIC RATIONALE FOR THE USE OF THE TECHNOLOGY OF UNREPLACABLE SHUTTERING IN OVERHAUL / Proceedings of the 86th International Student Scientific Conference, 8-12 April 2024, KhNADU, Kharkiv, P.14

The appendices contain the abstracts of the conference, an album of slides of the multimedia presentation.

Structure of the work.

The work consists of the main text on 50 pages, including 5 tables, 21 figures. The text of the paper contains a general description of the work, 2 chapters, conclusions and recommendations based on the results of the work, a list of 20 references. The graphic part consists of 20 slides of a multimedia presentation.

## **ЗМІСТ**

<b>Розділ 1. Загальна характеристика роботи.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Історія виникнення та сучасні тенденції використання незмінної опалубки.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2. Структура базової вартості бетонних робіт.....</b>	<b>16</b>
<b>Розділ 2. Опис архітектурно-планувального рішення будівлі.....</b>	<b>43</b>
<b>2.1. Ситуаційний план.....</b>	<b>43</b>
<b>2.2. Об'ємно-планувальне рішення.....</b>	<b>43</b>
<b>2.3. Архітектурно-конструктивне рішення.....</b>	<b>44</b>
<b>Список використаних джерел.....</b>	<b>49</b>

## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми:** Використання незнімної опалубки при ремонті дитячого садка актуальне завдяки її теплоізоляційним властивостям, що забезпечують комфортний мікроклімат і знижують витрати на опалення. Технологія підвищує міцність і довговічність конструкцій, особливо важливо для старих будівель. Швидкий монтаж скорочує тривалість ремонту, зменшуючи незручності для дітей.

**Мета і завдання дослідження:** Дослідження спрямоване на оцінку ефективності використання незнімної опалубки при реконструкції дитячих садків. Розглядаються аспекти зміцнення стін та фундаментів, що підвищують стабільність і довговічність будівель. Аналізується потенціал технології щодо покращення енергоефективності завдяки теплоізоляційним властивостям, які знижують енергоспоживання на опалення та охолодження.

Окрему увагу приділено прискоренню процесу реконструкції, що зменшує час виконання робіт і знижує витрати. Також враховуються безпека матеріалів, екологічний вплив і відповідність сучасним стандартам дитячих закладів. Досліджуються довгострокові переваги, включно зі зменшенням потреб у технічному обслуговуванні та продовженням терміну експлуатації будівель.

**Об'єкт дослідження:** Використання технології незнімної опалубки.

**Предмет дослідження:** Капітальний ремонт дитячого садка в місті Суми.

**Методи дослідження:** Методи дослідження включають аналіз даних із проектів реконструкції, експериментальне моделювання та інспекції на об'єктах. Дані з проектів реконструкції дитячих садків і шкіл використовуватимуться для оцінки впливу незнімної опалубки на міцність конструкцій, енергоефективність та графіки будівництва. Експериментальне моделювання дозволить дослідити теплоізоляцію і довговічність конструкцій за різних умов та прогнозувати їхню поведінку в довгостроковій перспективі.

Інспекції на об'єктах реконструкції допоможуть оцінити процес встановлення опалубки, його вплив на швидкість будівництва, витрати та загальну ефективність.

**Наукова та технічна новизна одержаних результатів:** Наукова новизна дослідження полягає в оптимізації систем незмінної опалубки з використанням сталевібробетону та пінополістиролу, що покращують міцність і енергоефективність монолітних конструкцій. Незмінна опалубка знижує трудовитрати на 40-50%, вартість стін на 20%, час будівництва на 47%, зменшує вагу конструкцій на 75% порівняно з цегляними стінами. Використання сталевібробетону підвищує несучу здатність і теплоізоляцію, а пінополістиролу — зменшує витрати бетону на 25-30%, арматури на 5-10% і транспортні витрати на 35-45%, забезпечуючи екологічність і економічну ефективність будівництва.

**Апробація та публікація результатів роботи:** 1. Бородай Д. С. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НЕЗМІННОЇ ОПАЛУБКИ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ/ А. С. Бурик // Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції , 29 листопада 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.28

2. Бурик А. С. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НЕЗМІННОЇ ОПАЛУБКИ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ / Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції студентів, 8-12 квітня 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.14

### **1.1. Історія виникнення та сучасні тенденції використання незмінної опалубки**

Однією з невід'ємних проблем залізобетонного будівництва є необхідність опалубки та риштувань для зведення несучих конструкцій. Ця залежність істотно підвищує витрати, а також споживання матеріалів, праці та енергії. Зусилля щодо пом'якшення цього недоліку тривають за допомогою таких методів, як використання незмінної залізобетонної

опалубки, збірно-монолітних конструкцій і збірних залізобетонних систем. Однак ці стратегії ще не повністю усунули залежність від опалубки, а в деяких випадках і будівельних риштувань, які в певній формі залишаються невід'ємними протягом усього процесу будівництва.

Проблема опалубки давно визнана найважливішим фактором при виготовленні та будівництві залізобетонних конструкцій. В останні роки, особливо для багатоповерхових будинків з використанням монолітних бетонних систем, багаторазова або інвентарна опалубка стала звичайною практикою. Хоча цей вид опалубки можна використовувати багаторазово, його висока початкова вартість є значним фінансовим тягарем. Крім того, цикли опалубки повинні синхронізуватися з часом, необхідним для досягнення бетоном необхідної міцності, що ще більше ускладнює часові рамки проекту.

У виробництві збірних залізобетонних елементів часто використовується стаціонарна металева опалубка в контрольованих заводських умовах. Таке використання металевої опалубки в поєднанні з необхідністю термічної обробки під час твердіння значно збільшує загальну вартість цих залізобетонних елементів.

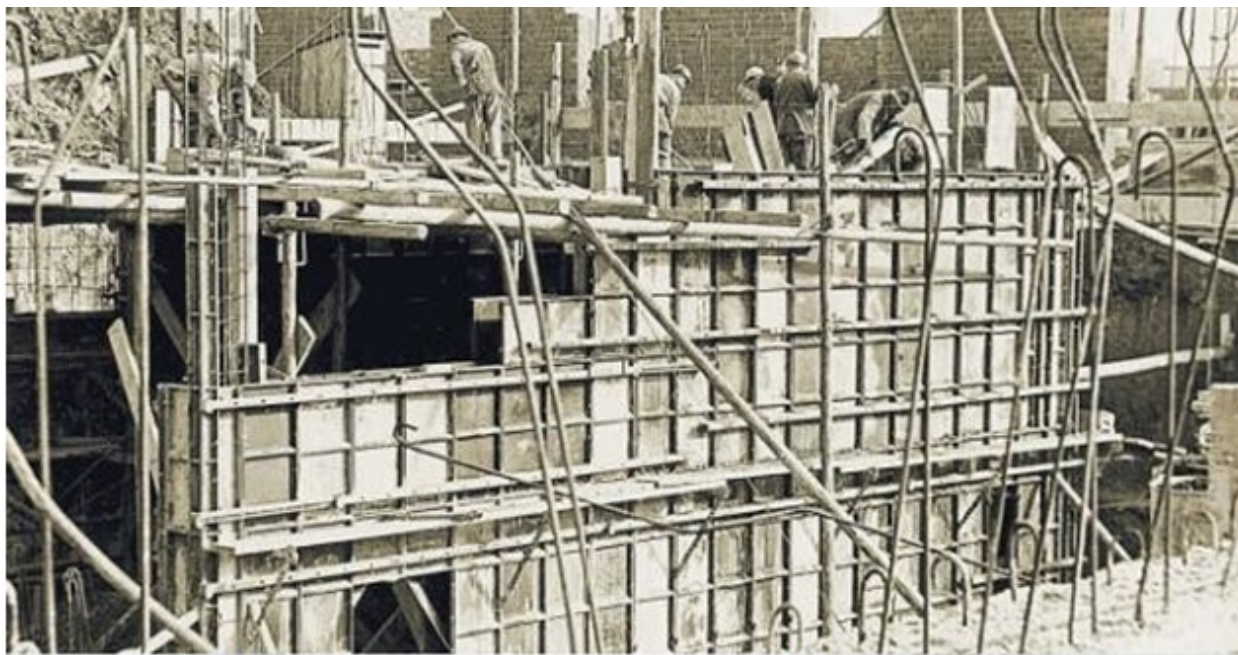
Достовірно підтверджено, що опалубка становить 30–35% від загальної трудомісткості будівництва монолітних залізобетонних конструкцій, а її вартість становить 20–30% від загальної вартості проекту. Усвідомлюючи це, було докладено значних зусиль для стандартизації та індустріалізації систем опалубки, щоб зменшити витрати та підвищити ефективність.

Впровадження незнімної опалубки представляє інноваційний підхід, який обіцяє суттєвий прогрес у швидкості та якості будівництва. Цей метод пропонує кілька переваг: зменшення використання арматури та цементу, зниження сприйнятливості до перебоїв у виробництві бетону, пов'язаних із погодними умовами, покращена акустична та теплоізоляція, а також оптимізація будівельних процесів завдяки спрощеному монтажу компонентів заводського виробництва. Усунення операцій з демонтажу та зменшення

залежності від важкого вантажопідйомного обладнання додатково сприяють більш ефективному робочому процесу будівництва.

Системи незнімної опалубки являють собою значний технологічний прогрес у будівельній галузі, що з'явився у другій половині ХХ століття. Їхній розвиток значною мірою був зумовлений гострою потребою вирішити проблему післявоєнної нестачі житла в багатьох країнах. Вивчення рішень незнімної опалубки почалося одночасно в різних частинах світу протягом 50-х років, оскільки фахівці прагнули підвищити ефективність будівництва.

В Австрії була розроблена система з використанням цементно-стружкових плит виробництва. Ця система забезпечила довговічне та адаптоване рішення незнімної опалубки. Приблизно в цей же час в Німеччині був синтезований полістирол, який незабаром став ключовим матеріалом для утеплення в будівництві. Швейцарія внесла свій внесок у ці розробки, представивши пресовані цементні плити, зміцнені мінералізованою деревною стружкою, тоді як у Північній Америці з'явилася ізоляційна бетонна форма з пінополістиролу, яка набула популярності як у Сполучених Штатах, так і в Канаді.



**Рис. 1.1. Перші застосування стаціонарної опалубки**

У Франції використання незнімної опалубки було інтегровано в перехід від панельних методів будівництва до каркасної технології. До 90-х років цей

перехід затвердив каркасну технологію як домінуючий підхід у секторі житлового будівництва. Подібним чином пострадянські країни почали використовувати збірно-монолітні каркаси, що відображає глобальну тенденцію до більш ефективних систем будівництва. Широке впровадження незнімної опалубки в арабських країнах також продемонструвало ефективність каркасної технології у вирішенні житлових питань, коли використання щитів незнімної опалубки стало звичайною практикою.

Показано, що практичне застосування залізобетонних конструкцій з використанням незнімної опалубки значно прискорює терміни будівництва, зменшує загальну вагу каркасів конструкцій і мінімізує використання бетону. Ці вдосконалення призводять до значної економії як матеріалів, так і енергії. Незнімна опалубка не тільки підвищує швидкість будівництва, але й узгоджується з більш широкими цілями щодо зменшення споживання ресурсів та оптимізації будівельних процесів.

Сучасні вимоги до теплоефективності будівель поставили під сумнів економічну життєздатність традиційних матеріалів, таких як цегла, керамзитобетон і керамічні блоки. Необхідна товщина цих матеріалів для досягнення належного теплового захисту часто є непропорційно великою, що викликає потребу в інноваційних конструкційних матеріалах і системах, які збалансують міцність, довговічність і теплові характеристики з економічною доцільністю. Одним із найефективніших рішень, яке зараз досліджується, є використання тришарових стінових систем.

У цих системах зовнішні шари стін служать незнімною опалубкою, а центральний шар складається з ізоляційних матеріалів. Товщина ізоляційного шару визначається точними тепловими розрахунками для забезпечення оптимальної продуктивності. Такий підхід дозволяє знизити витрати на матеріали та підвищити енергоефективність конструкції. Ліван, з його багатими лісовими ресурсами та добре розвинутою текстильною та деревообробною промисловістю, має особливо хороші можливості для отримання прибутку від цієї технології. Переробивши промислові відходи з

цих галузей, можна значно знизити вартість будівельних матеріалів, а також зменшити екологічні ризики, пов'язані з невикористаними відходами деревини.

Визначальна особливість незнімної опалубки як конструктивного компонента полягає у взаємодії між ізоляційним бетонним сердечником і стінками опалубки. Міцність зчеплення між бетоном і внутрішньою поверхнею незнімної опалубки визначається такими факторами, як сили зчеплення, суцільність матеріалу та площа контактної поверхні. Склад бетону, включаючи тип і частку цементу, добавок і фракції заповнювача, безпосередньо впливає на міцність цього зв'язку.

Одним з особливо перспективних матеріалів у цій галузі є каустичний магнезит. Потенційне застосування магнієвих зв'язуючих речовин широке, і їхня універсальність ще далеко не повністю реалізована. Багатство магнезитових покладів Лівану робить його ключовим гравцем у майбутньому розвитку будівельних матеріалів на основі магнезію. Використовуючи хлоридні розчини та різні наповнювачі, магнієві композити можна сконструювати для виробництва широкого спектру матеріалів, від теплоізоляторів до структурних компонентів. Ця універсальність у поєднанні з чудовими експлуатаційними характеристиками магнієвих матеріалів говорить про багатообіцяюче майбутнє для їх інтеграції в практику екологічного будівництва.

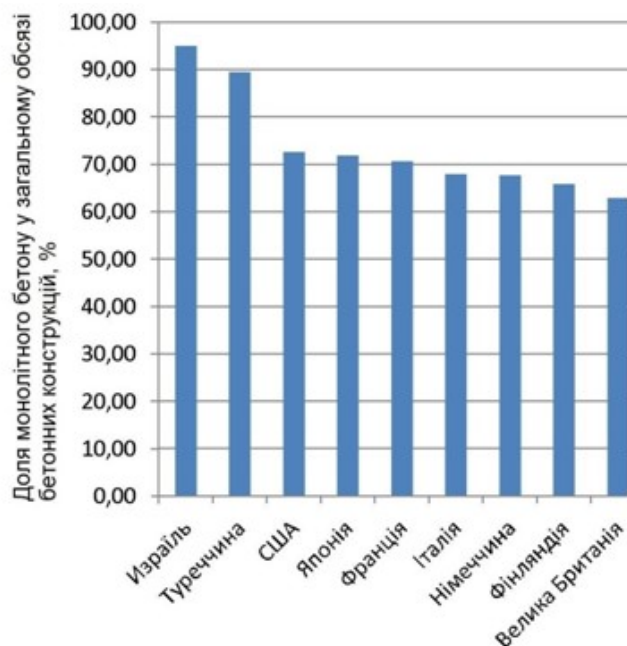
У цих дослідженнях кристалічний магнезит використовувався як ключовий компонент. Детальний хімічний і фазовий склад використовуваного каустичної магнезиту наведено в супровідних таблицях. Цей тип магнезиту особливо підходить для будівельних застосувань завдяки його високій чистоті та сприятливим фізико-хімічним властивостям, які забезпечують підвищену реакційну здатність і зв'язування при включенні в будівельні матеріали.

Зростаючою тенденцією в будівельній галузі є використання органічних наповнювачів, одним із найвидатніших прикладів є деревна

тирса. Деревна тирса, побічний продукт процесу деревообробки, що складається з дрібно подрібнених частинок деревини, виявилася універсальною добавкою до будівельних розчинів і бетонів. Протягом останніх кількох років інтеграція органічних матеріалів, таких як тирса, у будівельні матеріали набула популярності, зумовлена як проблемами сталого розвитку, так і функціональними перевагами, які надають ці матеріали.

Концепція незнімної опалубки бере свій початок від революційної системи, яка з'явилася в Італії в 70-х роках. Цей метод зробив революцію в будівництві приватного сектора, запровадивши легку ефективну систему опалубки, яка могла залишатися на місці після заливки бетону. Технологія виявилася успішною в Німеччині, де швидко набула популярності, а звідти поширилася в інших частинах світу, включно з Україною.

У високоурбанізованих країнах, таких як Ізраїль, монолітні бетонні конструкції складають 94% усіх бетонних конструкцій, що є найвищим відсотком серед розвинених країн. Хоча такі країни, як Японія, Сполучені Штати та Німеччина, різною мірою сприйняли монолітне будівництво, жодна з них не досягла такого рівня впровадження, як Ізраїль.



**Рис. 1.2. Доля монолітного бетону у загальному обсязі бетонних конструкцій для розвинутих країн світу**

## 1.2. Структура базової вартості бетонних робіт

При будівництві монолітних залізобетонних конструкцій процеси монтажу арматури і монтажу опалубки є найбільш трудомісткими і найменш механізованими. Приблизно 75% цих операцій виконується вручну на будівельному майданчику. Значну частину загальних витрат, пов'язаних зі зведенням бетонних і залізобетонних конструкцій, припадає на витрати на опалубку, часто більше 45% загальних витрат на будівництво. Зокрема, укладання бетону становить 7,7% від загальних витрат, арматурні роботи – 8,6%, тоді як домінує монтаж опалубки, що становить 45,6% від загальної вартості.



**Рис. 1.3. Структура споживчих властивостей монолітних залізобетонних конструкцій**

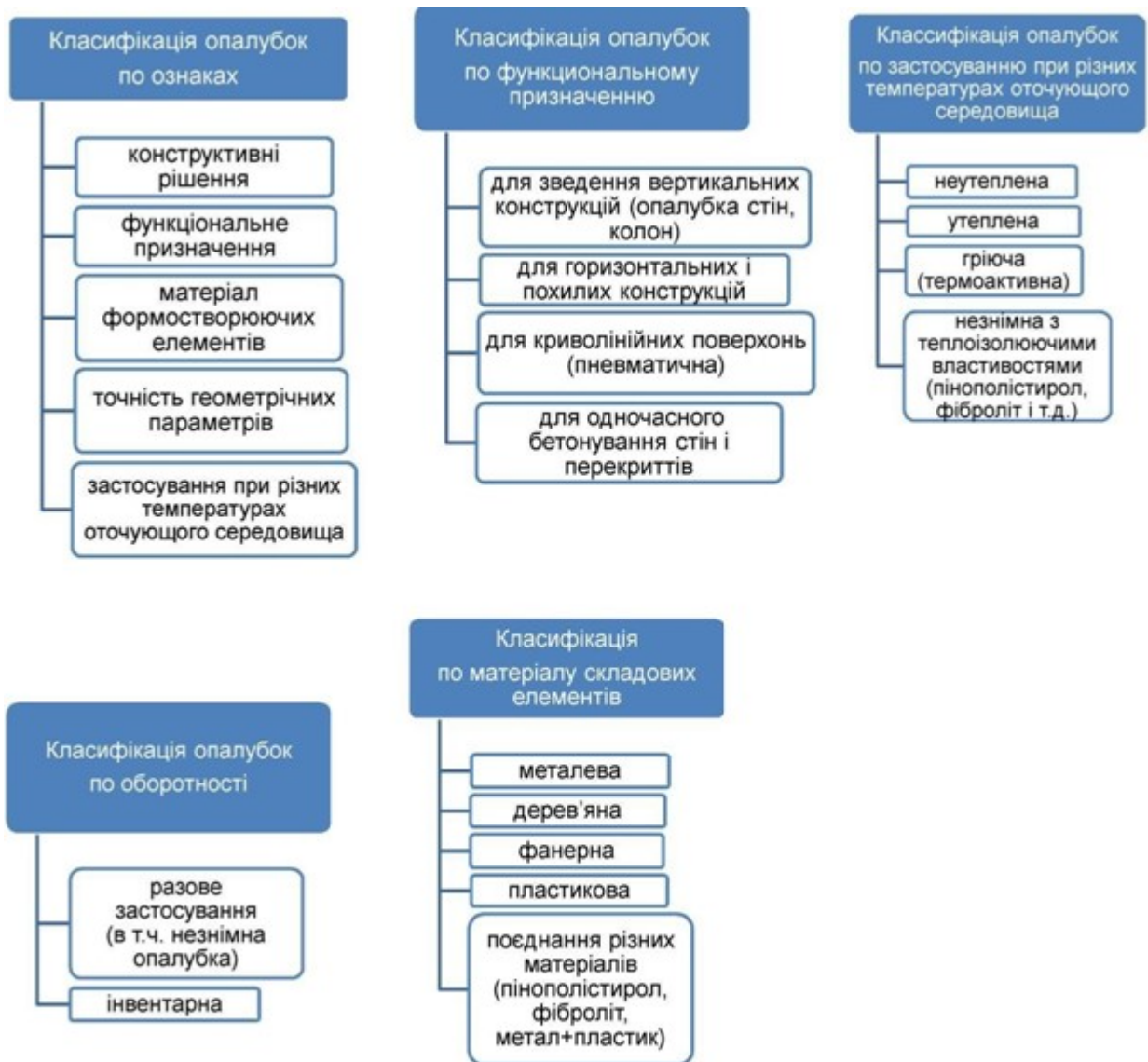
Отже, очевидно, що розробка ефективних систем опалубки потребує цілеспрямованих досліджень, оскільки важливо враховувати вплив технологічних параметрів на якість монолітних конструкцій. Правильно спроектовані системи опалубки можуть істотно підвищити ефективність будівництва за рахунок оптимізації термінів проекту, підвищення технологічності та зниження загальних витрат.

На ефективність монолітного будівництва значний вплив роблять удосконалення систем опалубки, які на сучасному етапі розвитку потребують комплексного науково-технічного забезпечення.

**Таблиця 2.1. Цільові функціональні призначення різних типів опалубок**

Тип опалубки	Цільове функціональне призначення
Дрібнощитова	Бетонування монолітних конструкцій, в т.ч. з вертикальними (стіни, колони), горизонтальними (перекриття, ригелі) і нахиленими поверхнями
Великощитова	Бетонування великорозмірних монолітних конструкцій, в т.ч. стін і перекриттів
Блочна	Бетонування замкнутих окремо розташованих монолітних конструкцій (ростверків, колон, фундаментів), внутрішніх просторів замкнутих чарунок
Об'ємно-переставна	Одночасне бетонування стін і перекриттів, а також додаткових конструкцій (колон)
Ковзна	Бетонування вертикальних (головним чином висотою більше 40 м) стін переважно постійного січення
Горизонтально-рухома	Бетонування водоводів, колекторів, тунелів, що зводяться відкритим способом (котюча опалубка); оброблення тунелів, що зводяться закритим способом (тунельна опалубка)
Підйомно-переставна	Бетонування вертикальних висотних споруд зі змінним січенням (труби, градирні)
Пневматична	Бетонування просторових монолітних конструкцій криволінійної геометрії (сфери, куполи, оболонки)
Незнімна	Бетонування монолітних конструкцій без розпалубки, створення гідроізоляції, облицювання, утеплення, зовнішнього армування. Може включатися або не включатися в розрахункове січення конструкції.

Системи опалубки являють собою складні вузли, що складаються з формоутворюючих, опорних, з'єднувальних та інших різноманітних технологічних елементів. Ці системи можна класифікувати на основі ряду характеристик, причому для незнімної опалубки передбачена окрема класифікація, організована відповідно до матеріалів, які використовуються в їх конструкції.



**Рис. 1.4. Класифікація опалубок**

Незнімну опалубку можна класифікувати за кількома ознаками. За конструктивним виконанням це плоскі, ребристі, профільовані та стандартизовані перфоровані блокові системи. За функціональним призначенням незнімну опалубку можна розділити на опалубну, облицювальну, тепло- і гідроізоляційну. Крім того, системи незнімної опалубки класифікуються відповідно до їх структурної взаємодії з бетоном під час експлуатації. Ці категорії включають структурно несприйнятливі (ненесучі) і структурно сприйнятливі (несучі) системи.

Конструктивно несприйнятлива незнімна опалубка не зчіплюється композиційно з бетоном і не сприяє збільшенню несучої здатності монолітної

конструкції протягом терміну служби. Натомість цей тип опалубки виконує допоміжні функції, такі як захист, облицювання, теплоізоляція та гідроізоляція.



**Рис. 1.5. Класифікація незнімних опалубок по матеріалу виготовлення**

Конструктивно сприйнятлива незнімна опалубка підвищує міцність монолітних конструкцій за рахунок поліпшення несучої здатності поперечного перерізу, тим самим збільшуючи граничний стан по міцності. На етапі експлуатації він також виконує захисні та ізоляційні функції, характерні для структурно несприйнятливої опалубки.

Системи незнімної опалубки пропонують численні конструктивні рішення та знаходять широке застосування в сучасному будівництві. Показано, що використання неінвентарних типів опалубки знижує як трудомісткість, так і загальні витрати, що робить їх ефективним варіантом у сучасній практиці будівництва.

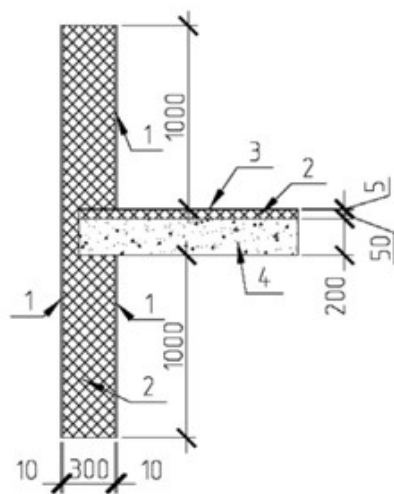
Оскільки вимоги до енергозбереження посилюються, традиційні стінові матеріали, такі як цегла, керамзитобетон і керамічні блоки, тепер повинні використовуватися такої товщини, що це стає економічно не вигідним. Ця проблема призвела до розробки нових матеріалів, продуктів і будівельних технологій, які відповідають вимогам щодо міцності, довговічності та теплової ефективності, залишаючись економічно ефективними. Багато сучасних систем мають тришарові стінові конструкції, які оптимізують структурну цілісність та ізоляційні властивості.

Щоб повністю використати економічні переваги незнімної опалубки, її необхідно ефективно використовувати як на етапі будівництва, як опалубку, так і на етапі експлуатації, як частину готової конструкції. Це вимагає оптимізації конструктивної форми, геометрії та товщини елементів опалубки. Конструкція систем опалубки повинна відповідати багатьом вимогам, що вимагає структурних інновацій для досягнення економічно ефективних рішень.

Для вдосконалення систем незнімної опалубки з'явилося кілька сучасних технологій. Наприклад, теплоізоляційні бетонні форми, або термоблоки, складаються з полістирольних плит, з'єднаних стяжками, створюючи сендвіч-конструкцію із залізобетонною основою. Ці системи вимагають зовнішньої та внутрішньої обробки для забезпечення механічного та протипожежного захисту шарів полістиролу.

Ще одна інновація – декоративна незнімна опалубка з модульних елементів. Ці модулі збираються на місці за допомогою фасадних і внутрішніх облицювальних панелей, з'єднаних стяжками, з утеплювачем і армуванням, розміщеними всередині. Система забезпечує точну геометрію опалубки стін і забезпечує постійну теплоізоляцію, захищаючи конструкцію від різких коливань температури. Декоративний облицювальний шар може бути виконаний з таких матеріалів, як метал, пластик, фібробетон або керамічний граніт.

Інші інновації в незнімній опалубці включають стінові конструкції, що складаються з магnezитових плит, заповнених пінополістиролбетоном. Магnezитові плити мають високі адгезійні властивості, забезпечуючи міцне зчеплення з пінобетоном по всій площі контакту. Ці плити, з'єднані плоскими поліетиленовими кріпленнями, забезпечують як зовнішній, так і внутрішній шари стіни. Вони створені як п'ятишарова конструкція, що складається з магnezиту, скловолоконної сітки та магnezитового наповнювача, що забезпечує відмінну тепло- та звукоізоляцію, а також механічну міцність.



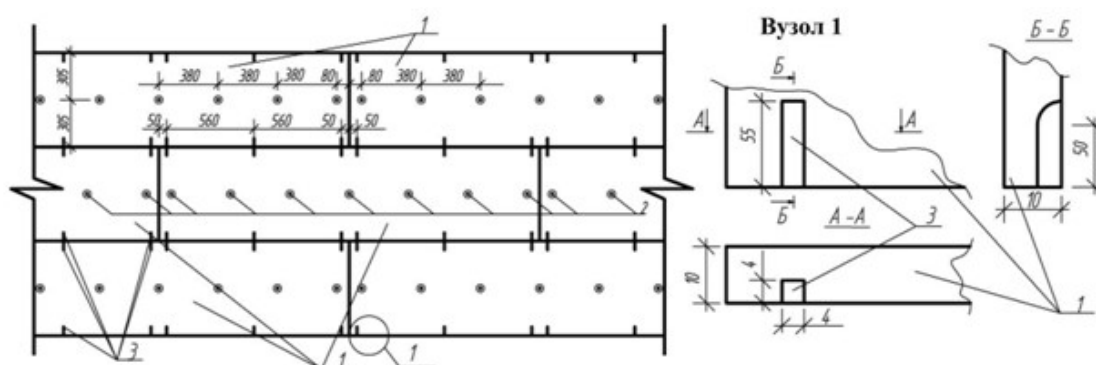
**Рис. 1.6. Поперечний розріз глухої частини зовнішньої стіни будинку: 1 – магnezитова плита (товщина 10 мм); 2 – пінополістиролбетон; 3 – магnezитова плита (товщина 5 мм); 4 – залізобетонна монолітна плита перекриття**

Технологічний процес складання цієї стінової конструкції включає в себе кілька чітких етапів. Спочатку магnezитові плити ретельно різються в заводських умовах. За допомогою різача 5 мм пластини розрізають навпіл за їхніми більшими розмірами (2450 мм або 2250 мм), щоб отримати секції розміром 610×2450×12 мм і 610×2250×12 мм.

Згодом наскрізні отвори діаметром 25 мм висвердлюються по центру вздовж більшого розміру цих пластин. Крім того, фрезерують отвори діаметром 45 мм і глибиною 5 мм. Центри цих отворів розташовані на відстані 350 мм один від одного, причому перший набір отворів розташований на відстані 75 мм від країв пластини.

Підготовка також передбачає фрезерування шести надрізів уздовж верхнього та нижнього країв кожної пластини. Кожна виїмка має 5 мм у глибину та ширину та 50 мм у довжину. Перша і шоста виїмки розташовані на відстані 45 мм від країв, а друга і третя – на відстані 550 мм. Відстань між третім і четвертим виїмками становить 120 мм, наступні виїмки розташовані з інтервалом 550 мм.

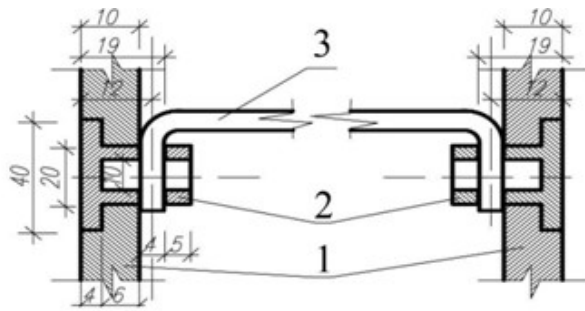
Після завершення цих підготовчих етапів плити з потрібними розмірами та технологічними отворами транспортуються на будівельний майданчик для складання.



**Рис. 1.7. Схема монтажу магnezитових панелей: 1 – магnezитові панелі розміром; 2 – наскрізні отвори  $d=20$  мм з фрезеруванням отворів пазами  $d=40$  мм; 3 – поглиблення (виїмки)**

Для закріплення магnezитових плит на призначених для них місцях використовуються поліетиленові компоненти. Ці компоненти складаються з болтів діаметром 12 мм, які мають головку та хвостовик, а також поперечний наскрізний отвір діаметром 5 мм у хвостовику. Ці болти вставляються в попередньо просвердлені отвори в магnezитових плитах.

Для точного позиціонування плит і визначення загальної товщини стінки використовуються U-подібні кріпильні кронштейни з поліетилену. Кожен кронштейн має довжину 310 мм і вставляється в поперечні отвори поліетиленових болтів. Така конфігурація гарантує, що магnezитові плити залишаються надійно закріпленими на місці, встановлюючи заплановану товщину стіни.



**Рис. 1.8. Схема фіксації товщини стіни поперечними фіксаторами: 1 – магнетитові панелі; 2 – закладні деталі у формі болта з хвостовиком; 3 – Z-подібна фіксуюча скоба**

Трудозатрати на зведення 100 м<sup>2</sup> стін з пінополістиролбетонних блоків, зменшеної товщини 30 см без додаткової обробки, складають 175 людино-год. Натомість зведення стін з використанням незнімної опалубки з пінополістиролбетону вимагає 160 людино-годин. Таке зниження трудовитрат доповнюється підвищенням загальної технологічності процесу при збереженні конструктивних характеристик стінок. Ці стіни приблизно на 82% готові до фінішної обробки та мають високу ремонтпридатність.

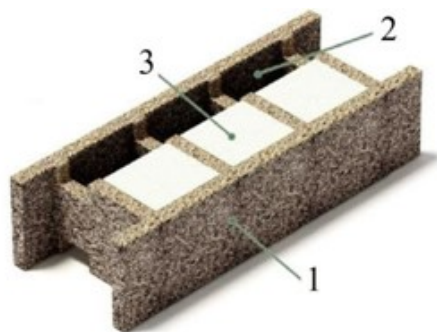
Енергоефективні стінові конструкції, що містять пінополістирол, були ретельно вивчені, що призвело до розробки нової багатошарової стінової системи з використанням незнімної опалубки з полістиролу. Ця система об'єднує арматурні решітки в обидва шари опалубки, які з'єднані між собою Z-подібними арматурними стрижнями для створення єдиної конструкції. Основною метою цих розробок є оцінка соціальних, економічних, екологічних і технологічних переваг цієї системи. На основі моделювання будівельних процесів для малоповерхового будинку дані свідчать про трудомісткість 8,75 людино-годин на квадратний метр. Було також виявлено, що корисний внутрішній простір на 12,5% більше, ніж у традиційних цегляних стінах.

Крім того, дослідження розглядали різні типи незнімної опалубки. Наприклад, деякі опалубні системи, такі як екноблок, демонструють високу ступінь готовності обладнання. При цьому товщина бетону в стіновій конструкції може варіюватися від 140 мм до 240 мм, а загальна товщина

стіни може бути додатково збільшена за допомогою додаткових стяжок. Виявлено три варіанти даної опалубної системи: стандарт — для утеплення фундаментів і стін з двосторонньою облицюванням із зовнішнім розміщенням утеплювача на залізобетонну стіну; комбі, який використовується для фундаментів і утеплених несучих стін, де тільки з одного боку виконана декоративна обшивка; і техноблок без утеплювача, призначений для фундаментів, колон і несучих стін, що потребують подальшого облицювання.

Ще одним технологічним рішенням є використання армопанелей з теплоефективними вставками. Після монтажу арматурних каркасів з обох боків конструкції бетонують методом торкретування. Такий підхід створює безшовну монолітну конструкцію стіни, позбавляючи від необхідності використання важкої будівельної техніки та додаткових заходів захисту ізоляції.

Інші інновації в незнімній опалубці включають системи, виготовлені з арболітових панелей або порожнистих блоків. Ця опалубка збирається за допомогою стяжок та інших з'єднань, нагадуючи традиційну розбірну опалубку. Блоки встановлюються безшовною кладкою, а для досягнення необхідної термостійкості використовуються вставки з пінополістиролу. Після укладання арматури в зібрану опалубку заливається бетон. Шерстка поверхня арболіту забезпечує відмінне зчеплення як з несучою бетонною стіною, так і з шарами зовнішньої і внутрішньої обробки.



**Рис. 1.9. Опалубка з пустотних арболітових блоків: 1 – арболітова оболонка; 2 – порожнина для укладання бетонної суміші; 3 – термовкладиш**

Дослідження параметрів незнімної опалубки показало, що її роль як формоутворюючого елемента можна значно підвищити за рахунок включення її в конструкцію самої секції, зокрема за рахунок використання сталевих фібробетону. Цей матеріал забезпечує широкий спектр керованих властивостей і полегшує нетрадиційні методи формування залізобетонних конструкцій. Ця перевага особливо помітна при формуванні тонкостінних конструкцій складної форми. При проектуванні елементів опалубки, армованої сталевим волокном, як частини загальної конструкції, обчислювальний аналіз за допомогою спеціального програмного забезпечення, такого як SCAD або Lira, є важливим для забезпечення точності.

Запропоновані рішення для інтеграції незнімної опалубки зі сталевим фібробетоном мають потенціал для значного зниження матеріальних витрат, пов'язаних як з технологічним обладнанням, так і з конструкцією, при збереженні високих експлуатаційних стандартів.

Огляд поточного стану конструкції незнімної опалубки показує, що вона відіграє вирішальну роль у будівництві енергоефективних будівельних конструкцій, особливо тих, що використовують елементи опалубки заводського виробництва. Незнімна опалубка відрізняється від знімної опалубки тим, що після укладання та затвердіння бетону вона стає постійною частиною конструкції. Ця інтеграція означає, що вона повинна бути врахована в структурних розрахунках поряд з бетоном і армуванням як на етапі проектування, так і на етапі експлуатації будівель. При правильному проектуванні незнімна опалубка може підвищити ключові параметри конструкції, включаючи несучу здатність, теплозахист, звукоізоляцію та загальну довговічність.

Дослідження використання опалубки з пінополістиролу так само показали ефективність класичних методів розрахунку на міцність, стійкість і деформативність блочних конструкцій опалубки. Теоретичні дослідження та перевірені розрахунки елементів опалубки, в тому числі сполучних ланок і

поліпропіленових стяжок, підтвердили життєздатність цих систем. На оптимізацію процесів бетонування в системі незнімної опалубки впливають кілька факторів, наприклад висота, товщина та довжина стіни; властивості матеріалу опалубки; клас і відсоток армування в бетоні; і умови навколишнього середовища, такі як клімат і рівень вібрації під час бетонування. Суцільний, пошаровий підхід до бетонування з ретельно зв'язаною арматурою забезпечує як просторову міцність, так і жорсткість кінцевої конструкції.

Використання незнімної опалубки з пінополістиролу та піноскла в малоповерховому житловому будівництві широко вивчалось, особливо в таких регіонах, як Йорданія. Технологічність цих систем є високоефективною, розрахунки показують рейтинг технологічності 0,87, заснований на експертних оцінках ключових критеріїв, таких як виробництво, транспортування, характеристики бетону, монтаж і експлуатація будівлі. Ці системи зменшують витрати енергії та робочої сили, необхідні для будівництва, водночас забезпечують екологічні переваги та довговічність, що робить їх придатними для масового малоповерхового будівництва як промисловими, так і традиційними методами.

В Австрії була розроблена система незнімної опалубки з цементно-стружкових плит. У Німеччині полістирол був синтезований і пізніше використаний в будівельній практиці в Сполучених Штатах. Приблизно в той же час Швейцарія представила пресовані цементні плити з мінералізованою деревною стружкою, що вплинуло на розвиток теплоізоляційних бетонних форм, у Сполучених Штатах і Канаді. Ці перші інновації заклали основу для сучасних досягнень у технології незнімної опалубки, яка продовжує розвиватися й сьогодні.

У Франції впровадження технології незнімної опалубки відбулося під час переходу індустрії житлового будівництва від панельних до каркасних методів будівництва, які набули популярності на початку 90-х років. Цей перехід ознаменував значний розвиток будівельної практики, особливо в

пострадянських країнах, де в цей же період стали більш поширеними збірно-монолітні каркаси. Подібна тенденція спостерігалася в різних арабських країнах, де широке застосування технологій каркасного будівництва включало незнімну опалубку для вирішення багатьох будівельних завдань.

Сьогодні незнімна полістирольна опалубка широко використовується в США і Канаді. Цей метод є формою монолітної конструкції, яка пропонує покращені теплові властивості як для стін, так і для стелі, забезпечуючи переваги енергозбереження під час самого процесу будівництва. Ідею, що лежить в основі TVF, можна простежити ще в Швейцарії, де вперше у виробництві пресованих цементних плит із мінералізованої деревної стружки, які нагадують сучасні матеріали. Тільки в США і Канаді в даний час більше сімдесяти компаній виробляють різні фірмові системи за цією технологією. До 1993 року в США за цим методом було побудовано близько 1000 житлових будинків, а до 2000 року прогнозується, що приблизно 65 000 будинків буде побудовано за допомогою систем.

Системи незнімної опалубки є альтернативою іншим технологіям будівництва, таким як блоки з легкого бетону з підвищеними теплотехнічними властивостями, пустотні стіни, утеплені різними матеріалами, різні види сендвіч-панелей. Ці системи складаються з ряду пінополістирольних блоків різного розміру та форми, з'єднувачів для з'єднання блоків, а також додаткового набору інструментів і риштувань для встановлення на місці. За потреби на з'єднувачі в опалубці можна розмістити арматуру. Отриманий бетон може набувати кількох форм, включаючи гладку суцільну (плоску), вафельну сітку, екранну сітку (яка має отвори, що нагадують екран телевізора), або конфігурації стовпів і балок.



**Рис. 1.10. Незнімна опалубка з полістиролбетону**

Ще одна широко поширена технологія монолітного будівництва з незнімною опалубкою – цементно-стружкова система. Ця система складається з двох деревоцементних плит розміром  $2000 \times 500 \times 30$  мм кожна, скріплених між собою металевими стяжками. Типове застосування цієї опалубки передбачає ручне укладання панелей для фундаменту, стін і стелі з подальшою заливкою бетону. Для стін опалубка встановлюється на підготовлену основу, закріплюється металевими стяжками і цвяхами, а потім пошарово заливається бетоном.

Перекрыття формують вручну шляхом укладання порожнистих коробів або плит на тимчасові опори і балки, армування конструкції і заливки бетоном усієї конструкції. Зовнішня обробка може включати цементно-вапняну штукатурку або декоративний сайдинг і фасадні плити. Ця опалубка використовується як у нових проектах будівництва, так і при реконструкції та реконструкції старих будівель.

Дослідження систем незнімної опалубки призвело до розробки комплексної класифікації основних видів незнімної опалубки. Ця класифікація включає:

- Опалубка із залізобетонних плит, які після бетонування функціонують як частина монолітної конструкції;
- Азбестоцементна плитна опалубка;
- Армована цементна опалубка;
- Уніфікована пустотна опалубка бетонних блоків;
- Склоцементна листовая опалубка;
- Фібробетонна опалубка;
- Сітчаста опалубка;
- Сталева листовая опалубка для великих залізобетонних конструкцій.

Ця класифікація підкреслює різноманітність матеріалів і методів, доступних для будівництва систем незнімної опалубки, кожен з яких пропонує унікальні переваги з точки зору міцності, теплових характеристик і ефективності будівництва.

Дослідження представляє техніко-економічну ефективність використання незнімної опалубки, демонструючи значне зниження витрат на оплату праці на 17–64% порівняно з традиційною інвентарною опалубкою, хоча й з незначним збільшенням загальних витрат. Слід зазначити, що при використанні в якості гідроізоляції незнімної опалубки трудомісткість зменшується в 2,4 рази з відповідним зниженням вартості на 35-45%. Така ефективність особливо актуальна при будівництві колон промислових і цивільних будівель, розрахованих на будь-яке навантаження, а також при перекритті таких конструкцій, як балки, ферми, плити з різним прольотом, в тому числі з великими навантаженнями.

Система також застосовна для спеціальних інженерних споруд. Помітним прогресом є ситуація, коли спільне функціонування бетону та сталі не забезпечується через склеювання, що вимагає використання додаткової стержневої арматури.

Конструкції, в яких використовується незнімна опалубка, можна класифікувати на три окремі групи залежно від умов їх виробництва: збірні на заводі, виготовлені на місці та ті, які можна виготовляти на заводі або час від часу на будівельному майданчику, що забезпечує гнучкість у їх використанні.

Характеристики цементно-тирсової опалубки показують, що такі матеріали, як компоненти дерев'яної плити, мінеральна в'язуча речовина, хімічні добавки, вода роблять цементно-тирсову плиту високоефективною та технологічною, вдосконалений для використання в опалубці. У порівнянні з пінополістиролом, цементно-тирса виявляється негорючим і є інвестиційно привабливим завдяки меншій вартості. Однак полістирольній опалубці часто віддається перевага через кращу механічну обробку та можливості кріплення в будівельних умовах.

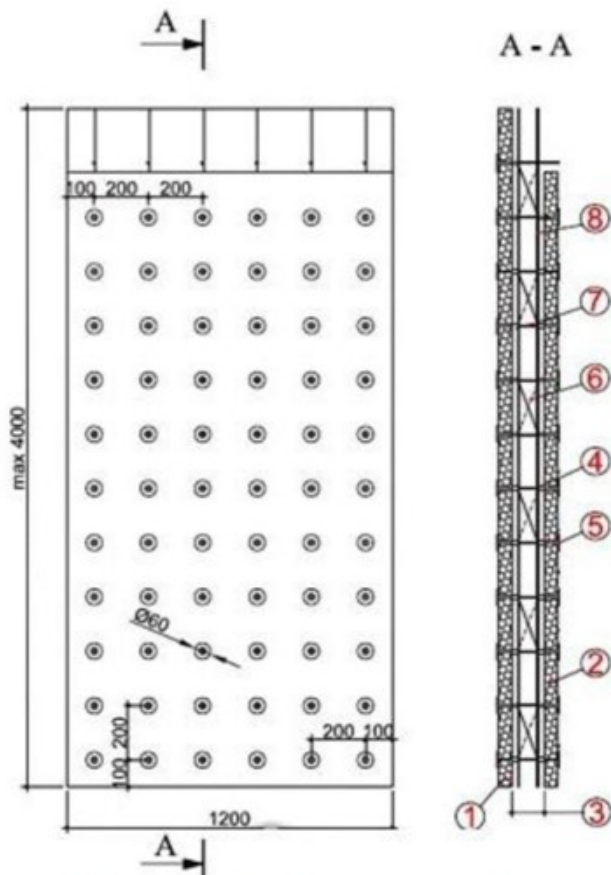
Технологія Plastbau, будучи альтернативною, не має певних елементів, важливих для формування індивідуальної монолітної залізобетонної просторової системи, таких як поздовжні та поперечні стіни, ребристі перекриття, обв'язувальні каркаси, необхідні для з'єднання стін і перекриттів будівлі. Ядро цієї системи складається з армованих каркасів і полістирольних плит високої щільності. Технологія включає в себе три види елементів різного призначення. Перший тип — це панелі з полістиролу, що використовуються як перегородки, з розмірами 0,5 м в ширину, 5-10 м в довжину і 50-100 мм в товщину. Ці панелі містять оцинковані термопрофілі (шириною 40 мм, товщиною 1 мм), що полегшує монтаж інженерних систем. Крім того, в системі використовується опалубка для плит перекриття, що складається з двох полістирольних плит товщиною 45 мм.

Процес заливки бетонної суміші складається з трьох етапів:

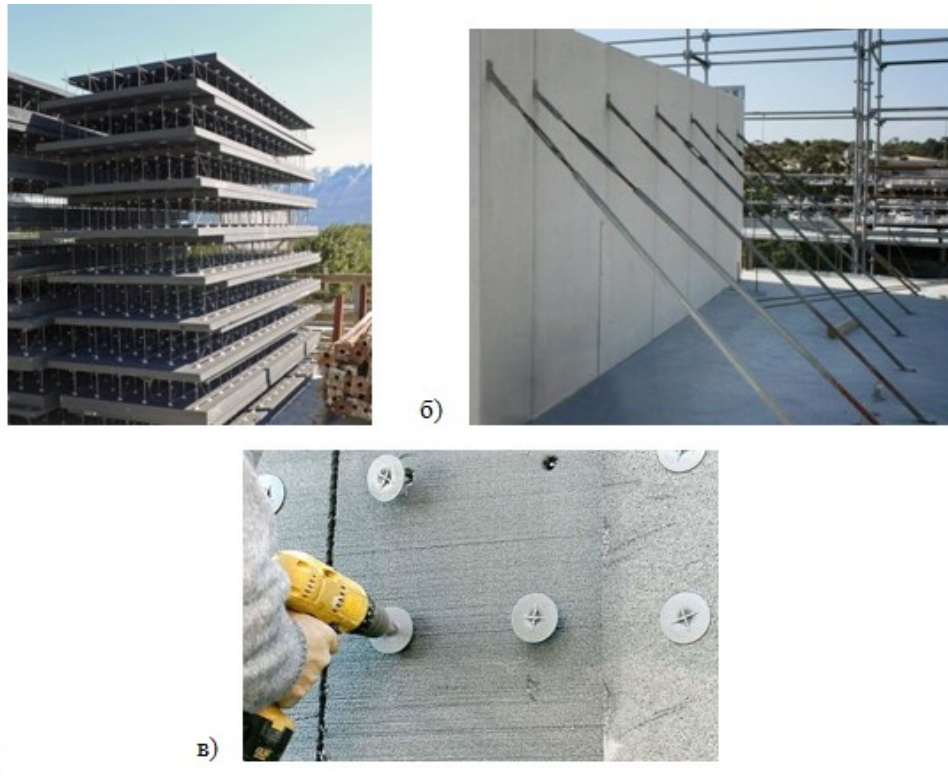
1. Заповнення до нижньої межі віконних прорізів;
2. Заливка до верхньої межі віконних прорізів;
3. Остаточна заливка стінової опалубки до верху.

Відмінною рисою цього методу будівництва є його гнучкість у зміні як товщини полістирольних плит, так і бетонного шару, що робить його адаптованим до різних кліматичних зон.

Однак, з точки зору автоматизації, ця технологія залишається недостатньо вивченою порівняно з більш традиційними методами, які використовують опалубку з регульованим об'ємом, розсувну або термоактивну опалубку. Міжстадійний контроль міцності проводиться тільки в лабораторних умовах шляхом руйнівного контролю стандартних зразків. Це обмеження свідчить про те, що загальний графік будівництва може не відповідати початковим прогнозам і на нього можуть впливати зовнішні фактори навколишнього середовища, такі як температура та швидкість вітру.



**Рис. 1.11. Незнімна опалубка «Пластбау»: 1, 2 – зовнішня та внутрішня пінополістирольні плити; 3 – товщина укладеного бетону; 4, 5 – поліпропіленові дистансер і гайка; 6, 7 – діагональний та поперечний стрижні; 8 – вертикальна арматура (8, 10, 12 мм)**



**Рис. 1.12. Опалубочна система «Пластбау» для малоповерхових будівель: а – складування панелей незнімної опалубки; б – тимчасове кріплення панелей підкосами; в – з'єднання панелей за допомогою ручного електроінструменту**

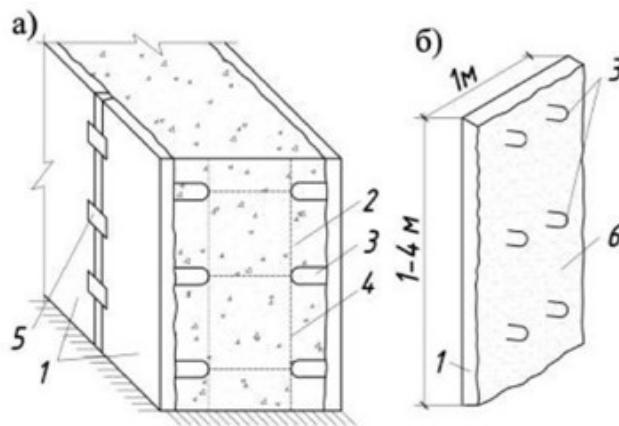
Запропоновано спосіб використання незнімної опалубки з тонкостінних залізобетонних плит, підкреслюючи важливість забезпечення нерівних і шорстких виходів арматури і внутрішньої поверхні опалубки. Така текстура сприяє міцнішому зчепленню між внутрішньою поверхнею незнімної опалубки та монолітним бетоном, який в ній укладається.

Тонкостінні залізобетонні елементи можна виготовити на місці або на найближчому об'єкті, що дозволяє варіювати текстуру, розмір, форму та конфігурацію на основі конкретних вимог проекту. Дробеструйне оброблення з'єднань панелей опалубки відіграє вирішальну роль у підвищенні їх надійності та тривалої довговічності.

Ефективність цієї системи опалубки, зокрема її здатність створювати надійне з'єднання між закріпленими залізобетонними елементами та внутрішнім шаром монолітної бетонної конструкції, визначається міцністю зв'язку між двома матеріалами. Для цього була розроблена активна внутрішня поверхня опалубки, що покращує адгезію бетону. Крім того,

процес кріплення опалубки до залитого бетону ретельно розроблено. Запропоновано використання двосторонньої анкерної системи, де кількість анкерів для даного діаметра розраховується окремо на основі умов нормального розділення та зсуву. Більше з двох значень рекомендовано для практичного застосування.

Ця система незнімної опалубки, однак, найбільш ефективна для відносно простих збірно-монолітних конструкцій з великою площею поверхні. Його застосування зазвичай обмежується будівельними проектами, де конфігурація конструкції не передбачає складних геометрій, що робить його більш придатним для простих конструкцій.

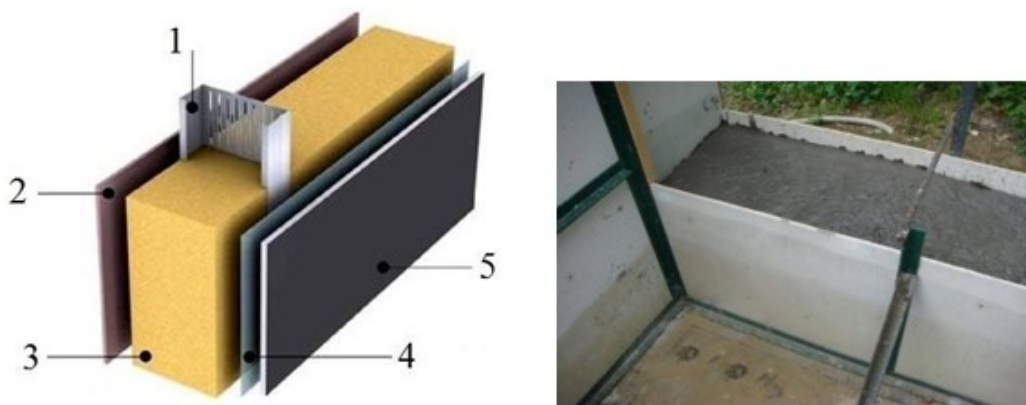


**Рис. 1.13. Незнімна опалубка із тонкостінних залізобетонних плит: а – загальний вигляд; б – плоскі опалубні плити; 1 – опалубна плита; 2 – бетон основної конструкції; 3 – анкерувальні петлі-випуски; 4 – армокаркас основної конструкції; 5 – накладка для з’єднання закладних деталей елементів опалубки; 6 – активна поверхня елемента незнімної опалубки**

Скломагнетитова каркасна незнімна опалубка являє собою конструктивну систему, що складається зі спеціалізованого металевого термопрофілю, в якості обшивки якого використовуються скломагнетитові листи. Ця опалубка збирається на висоту одного поверху і згодом заливається легким бетоном. Система має декілька ключових переваг, серед яких висока вогнестійкість та екологічна безпека. Однією з примітних особливостей є можливість виготовлення панелей у різних кольорах під час

заводського виробництва, що забезпечує як естетичну гнучкість, так і практичну корисність.

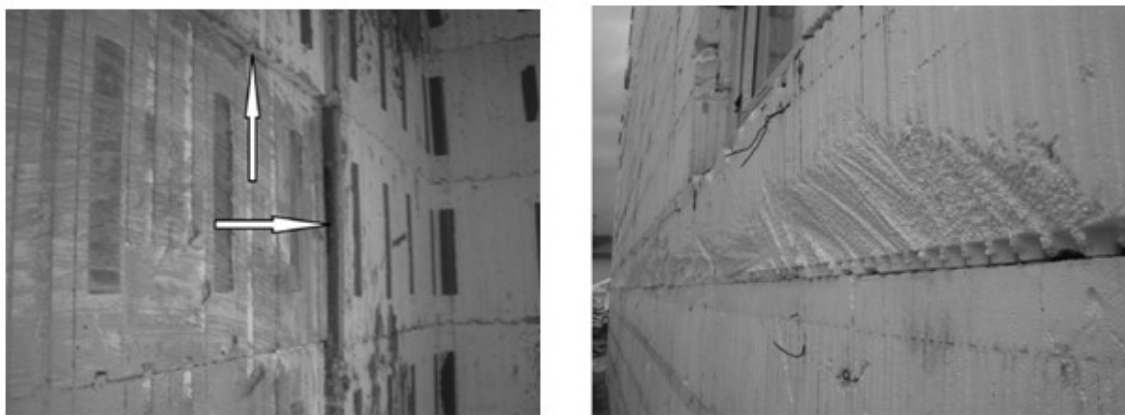
Додатковою перевагою цієї опалубки є гладка поверхня, яку вона надає готовим стіновим панелям. Рівна якість поверхні робить його адаптованим до різних архітектурних форм і оздоблення. Крім того, оскільки листи залишаються на зовнішній поверхні бетону, вони сприяють загальній жорсткості конструкції, зміцнюючи як цілісність, так і довговічність системи. Таке поєднання властивостей робить скломагnezитову каркасну незнімну опалубку ефективним і універсальним рішенням у сучасній практиці будівництва.



**Рис. 1.14. Скломагnezитова каркасна опалубка: а – з використанням оцинкованого профілю; б – з кріпленням на металевий внутрішній каркас; 1 – оцинкований профіль; 2 – скломагnezитовий внутрішній лист; 3 – теплоізоляційний бетон заповнення; 4 – пароізоляція; 5 – скломагnezитовий зовнішній лист**

Дослідження надійності систем незнімної пінополістирольної опалубки виявили ключові причинно-наслідкові зв'язки, що сприяють виникненню дефектів під час монтажу та експлуатації. Польові вимірювання та аналіз статистичних даних дозволили кількісно визначити частоту дефектів і дали зрозуміти ймовірність відповідності стандартам якості. Незважаючи на численні дослідження різних технологічних аспектів будівництва незнімної опалубки, надійність і відповідні показники якості цих систем часто залишаються поза увагою.

Одним з найпоширеніших дефектів, що спостерігаються, є відхилення геометричних параметрів стін, особливо в поперечному напрямку, що призводить до щілин. Хоча цей дефект не є критичним з точки зору конструкції, він може призвести до утворення теплових містків, що негативно впливає на енергоефективність і комфорт будівлі. Ці локальні недоліки, хоча й піддаються управлінню, підкреслюють потребу в точних техніках встановлення та ретельному моніторингу під час процесу будівництва для підтримки цілісності та ефективності систем незнімної опалубки.



**Рис. 1.15. Порухення геометричних параметрів стін, що зведені пінополістирольній опалубці (а) та виправлення розпирного дефекту (б)**

Розрив елементів опалубки відбувається внаслідок розриву стяжних стрижнів, які піддаються бічній силі, що створюється ущільненою бетонною сумішшю під час укладання. Найчастіше ця проблема виникає при заливці бетону за допомогою бетононасоса, особливо якщо товщина бетонного шару перевищує норми, зазначені в технічному плані будівництва.

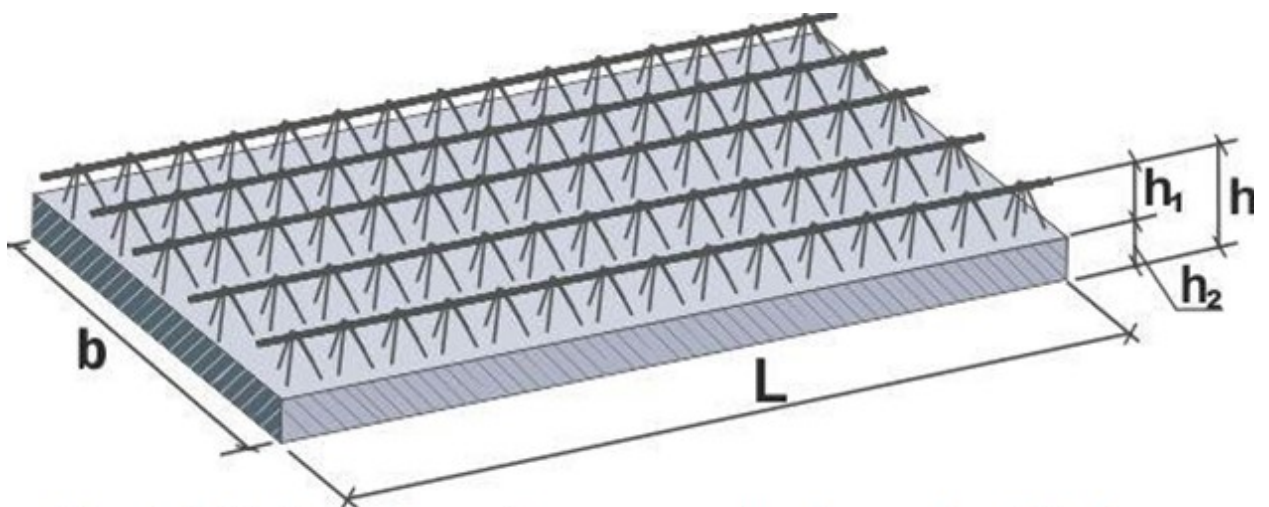
Міцність матеріалу стяжних стрижнів відіграє вирішальну роль у запобіганні відриву опалубки. Наприклад, при використанні сталевих стрижнів від'єднання щитів опалубки не спостерігається, незалежно від того, за допомогою кран-ковшової системи чи бетононасоса укладають бетон. Це підкреслює важливість вибору матеріалу та дотримання належних методів укладання бетону для забезпечення структурної цілісності системи опалубки під час процесу будівництва.



**Рис. 1.16. Частина опалубки виробництва Обербетон**

Збірні залізобетонні плити для системи незнімної опалубки Обербетон використовуються в основному при зведенні збірно-монолітних залізобетонних конструкцій перекриттів. Ці збірні елементи служать як незнімною опалубкою, так і невід'ємною частиною конструкції. Система допускає гнучкі конфігурації та геометрії, уможливаючи формування складних конструкцій плит.

Цей метод забезпечує підвищену структурну цілісність і спрощує процес будівництва за рахунок зменшення потреби у тимчасовій опалубці.



**Рис. 1.17. Габаритні розміри плит незнімної опалубки Обербетон**

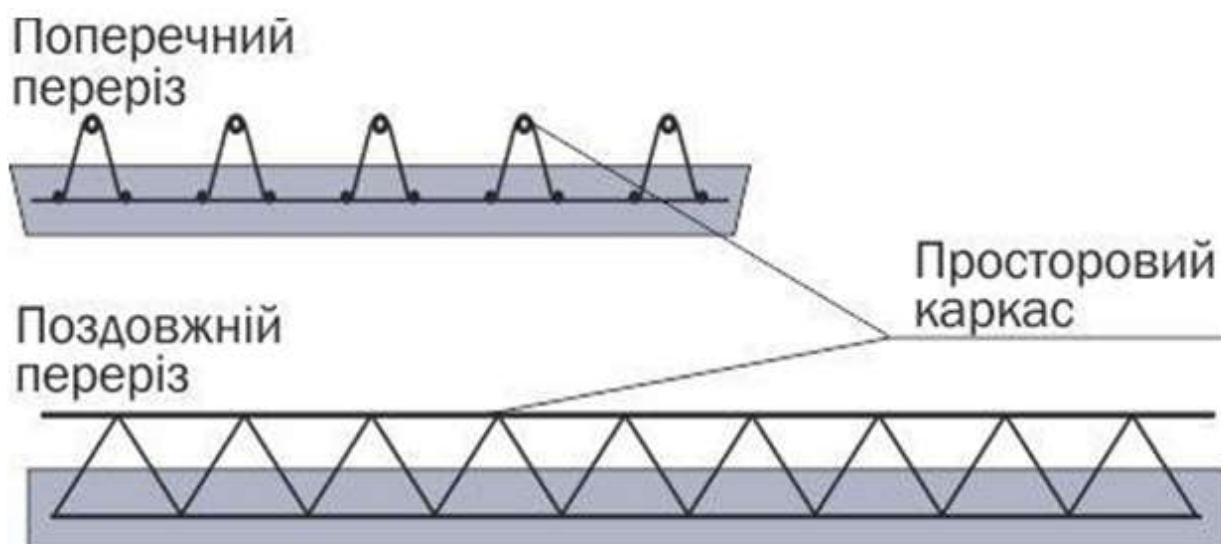


Рис. 1.18. Армування незнімної опалубки Обербетон

Таблиця 1.2. Технічні характеристики незмінної опалубки

Параметр	Значення
Товщина готового перекриття ( $h$ ) коливається в залежності від розміру прольоту та навантаження	від 12 см до 30 см
Висота просторового каркасу ( $h_1$ )	7, 9, 11, 13, 15, 18, 20 см
Товщина плити ( $h_2$ ) коливається в залежності від потрібної товщини бетонного покриття, кількості несучої арматури, а також від вимог пожежної безпеки та антикорозійного захисту	від 40 мм до 70 мм
Стандартна довжина елемента плити перекриття ( $L$ )	від 7,5 м
Максимальна довжина елемента плити перекриття ( $L$ )	12 м
Стандартна ширина ( $b$ )	2,4 м



Рис. 1.19. Укладання нижньої частини незнімної опалубки

При монтажі перекриттів за допомогою незнімної опалубки важливо досягти абсолютно рівної поверхні для елементів опалубки. Для цього необхідно перед укладанням опалубки точно вирівняти опорні конструкції, такі як стіни і балки. Для оптимальної роботи довжина протилежних секцій плити даху повинна бути в межах від 3 до 4 см, причому будь-які відхилення від цього розміру вимагають узгодження конкретного проекту.

Стаціонарна залізобетонна опалубка бездоганно інтегрується в процеси монолітного будівництва. Це дозволяє одночасно виконувати такі дії, як збірка елементів конструкції та внутрішня обробка, не чекаючи повного застигання бетону. Ця інтеграція відображає ефективність традиційних монолітних методів, але з підвищеною гнучкістю робочого процесу.

Використання незнімної опалубки забезпечує значну гнучкість проектування, дозволяючи архітекторам та інженерам включати передові та складні архітектурні, художні та структурні елементи у свої проекти. Переносячи трудомісткі завдання на заводські налаштування, такі як виробництво плит нестандартної форми та структурних компонентів, незнімна опалубка підвищує ефективність і точність будівництва.

Застосування незнімної опалубки може істотно скоротити час монтажу конструкції, потенційно зменшивши його до 47%. Це прискорення процесу складання наближає проекти до термінів їх завершення та покращує терміни повернення інвестицій. Крім того, зменшення потреби в робочій силі, пов'язане із незнімною опалубкою, зменшує загальні витрати на робочу силу та спрощує керування об'єктом.

Процеси підготовки, технічного обслуговування, транспортування та очищення традиційних опалубних систем усуваються за допомогою незнімної опалубки, що призводить до підвищення ефективності роботи та зменшення накладних витрат. Крім того, незнімна опалубка забезпечує високоякісну обробку поверхні стін і стелі, зводячи до мінімуму необхідність додаткової підготовки поверхні перед фінішною обробкою.

Конструкція незнімної опалубки сприяє оптимальному ущільненню бетону, ефективно керуючи видаленням відходів з будівельного майданчика. Крім того, сітчастий каркас опалубки підтримує перевірку та монтаж загальної електропроводки, спрощуючи електромонтажні роботи. Вимоги до прибирання на місці мінімальні, оскільки первинне миття інтегровано на етапі будівництва. Нарешті, ізоляційний матеріал, який використовується в незнімній опалубці, є легким, важить лише 120 кг/м<sup>2</sup> при товщині 7 мм, що сприяє загальній ефективності конструкції та простоті використання.



**Рис. 1.20. Складові незнімної опалубки Обербетон**

У 2010 році будівництво цеху в міжнародному аеропорту Бориспіль ознаменувало початок застосування систем незнімної опалубки Обербетон для монтажу залізобетонних плит. Цей проект передбачав розкопки компонентів незнімної опалубки, які потім використовувалися для підтримки розміщення та затвердіння бетонних плит, ілюструючи раннє впровадження цієї інноваційної будівельної технології у значний розвиток інфраструктури.

**Таблиця 1.3. Порівняння способів монтажу будівель**

Найменування	Опис	Вартість будівництва, грн.	Вартість 1 м.кв. площі, грн.
Радомир	Несучі стіни - моноліт з/б в незйомній опалубці із пінополістеролу. Перекриття - моноліт з/б в незйомній опалубці із пінополістеролу. Перегородки – з плит гіпсових 80мм.	504800	2884,4
DURISOL	Несучі стіни - моноліт з/б в незйомній опалубці із блоків DURISOL. Перекриття - моноліт з/б в багато габаритній опалубці 200 мм. Перегородки – з плит гіпсових 80мм.	6247966,4	3588
Пінобетон	Несучі стіни – пінобетонні блоки на клейовій основі тов. 400 мм з утепленням мінераловатними плитами; Перекриття - моноліт з/б в багато габаритній опалубці 200 мм. Перегородки – з плит гіпсових 80мм.	668501,6	3820
Цегла	Несучі стіни – керамічна цегла 640 мм; Перекриття – пустотні з/б плити 220 мм. Перегородки – з плит гіпсових 80мм.	860786,4	4918,4

### **Висновок**

Інноваційний підхід до монолітного будівництва має вирішальне значення не лише для розвитку будівельної галузі, але й для стратегічного вдосконалення нових систем опалубки шляхом наукової оцінки та відбору. Попит на покращену архітектурну виразність, довговічність та ефективність будівельних процесів перетворив монолітне будівництво на динамічний

сектор, що характеризується значним економічним потенціалом та потенціалом розвитку.

Ефективність зведення монолітних стін і перекриттів багато в чому залежить від використовуваної системи опалубки. Незнімна опалубка виконує багато функцій, крім формування; він також забезпечує захист навколишнього середовища, підвищує міцність конструкції та оптимізує процеси твердіння бетону. Цей підхід помітно скорочує витрати та терміни будівництва, усуваючи потребу в знятті опалубки та зменшуючи експлуатаційні витрати, пов'язані з нагріванням та охолодженням при використанні термічно ефективного бетону. Перехід на незнімну опалубку дозволяє скоротити трудовитрати на оздоблення на 40–50% і позбавити від необхідності використання металомістких систем.

Науково-технічні дані висвітлюють такі переваги незнімної опалубки, як зменшення ваги стінових конструкцій на 75% порівняно з цегляними конструкціями та на 17% порівняно з тими, де використовується знімна опалубка. Крім того, використання незнімної опалубки дозволяє знизити вартість кубометра стіни на 20% за рахунок скорочення термінів будівництва.

Проектування зовнішніх стін передбачає суворі критерії щодо температури, вологості та проникнення повітря. Пошук матеріалів, які мінімізують споживання, вартість і робочу силу, одночасно підвищуючи енергоефективність, є першорядним. Зовнішні конструкції та конструкції підлоги повинні відповідати експлуатаційним критеріям, таким як структурна цілісність, теплові характеристики та естетичність; технологічні критерії, включаючи трудомісткість і матеріаловіддачу; економічні критерії, пов'язані з виробничими та експлуатаційними витратами; екологічні критерії щодо використання та утилізації матеріалів; і критерії безпеки для будівництва та експлуатації.

Дослідження показують, що хоча підвищення термічного опору в огорожувальних конструкціях може зменшити споживання енергії,

надмірний опір призводить до непропорційного збільшення вартості, маси та товщини, а також до погіршення паро- та повітропроникності.

Незважаючи на те, що технологія щитової опалубки добре розроблена, багаторазові системи потребують складних і дорогих механізмів для монтажу, очищення та обслуговування, на які витрачається понад 65% трудових витрат. Стандартизація розмірів опалубки також обмежує архітектурну творчість, зумовлюючи необхідність додаткових оздоблювальних робіт, що подовжує час і вартість будівництва.

Удосконалення виробів з легкого бетону продемонстрували значні переваги, зокрема зниження витрат на будівництво на 10–15%, використання бетону на 25–30%, витрат на арматуру на 5–10%, витрат на оплату праці на 55%, і зменшення обсягів перевезень на 35–45%. Ці розробки узгоджуються зі світовими тенденціями до ефективних, стійких і технологічно передових методів будівництва, підтримуючи інтеграцію України у світову економіку та її зобов'язання щодо збереження ресурсів і охорони навколишнього середовища.

## РОЗДІЛ 2. ОПИС АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО РІШЕННЯ БУДІВЛІ

### 2.1. Ситуаційний план

Дитячий садок розташований на вулиці Ковпака, в районі змішаного міського середовища, що включає житлові комплекси, торгові заклади, ресторани, кафе. Закупівля всіх основних матеріалів, необхідних для капітального ремонту, буде спиратися через місцеві будівельні склади. Ці матеріали будуть транспортуватися вантажівкою, забезпечуючи ефективну логістику доставки з найближчих джерел до будівельного майданчика.

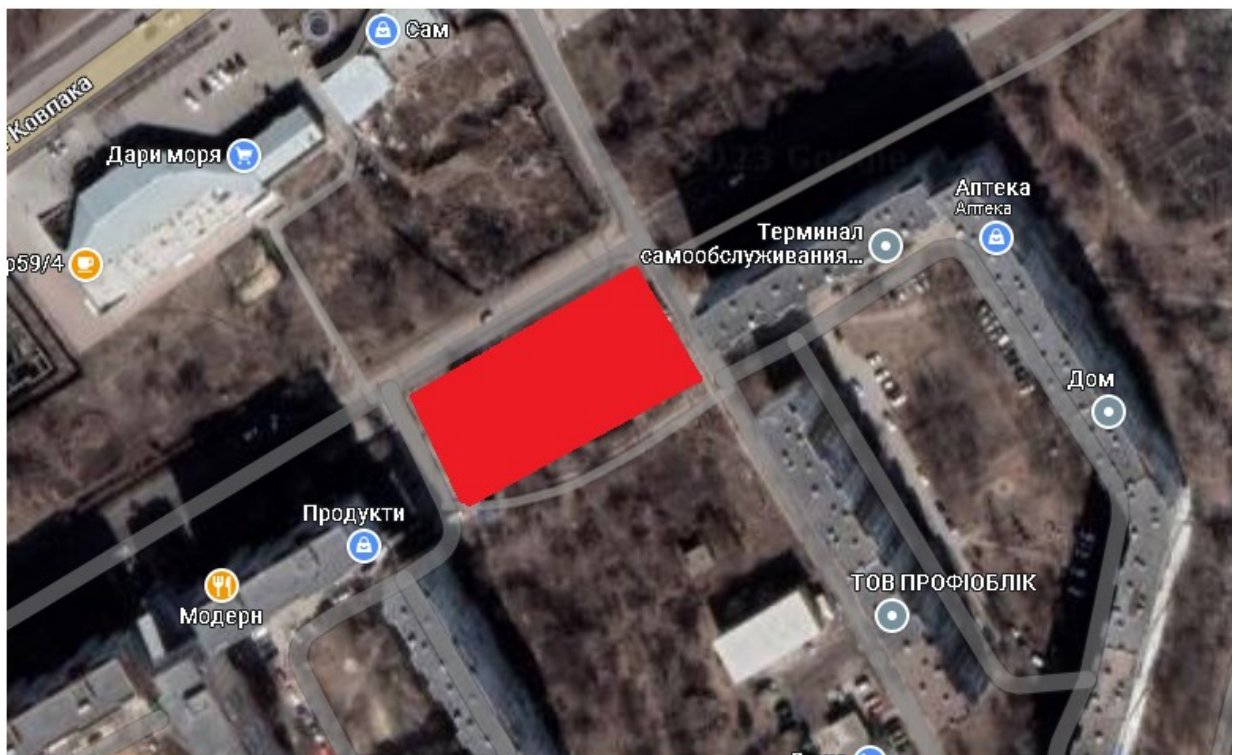


Рис. 2.1. Ситуаційний план

### 2.2. Об'ємно-планувальне рішення

У будівлі використовується безкаркасна конструктивна конструкція, яка спирається на несучі стіни товщиною 380 мм для підтримки вертикальних навантажень. Такий підхід підвищує гнучкість використання внутрішнього простору, оскільки мінімізує потребу в додаткових конструктивних елементах. Система перекриття складається із

залізобетонних плит товщиною 220 мм, кожна з яких має 6 метрів в довжину і 1.5 метрів в ширину, що забезпечує значну міцність і довговічність.

Загальна площа будівлі становить 29,26 метрів у довжину та 14,50 метрів у ширину, що забезпечує просторе внутрішнє планування. Будівля складається з двох рівнів, кожен з яких має висоту 3,2 метри, що створює відкриту та простору атмосферу. Загальна висота конструкції досягає 12,5 метрів, що забезпечує достатній вертикальний простір для різних цілей.

### **2.3. Архітектурно-конструктивне рішення**

#### **Фундаменти та основи**

Обмежена поверховість будівлі та відносно низьке конструктивне навантаження зумовлюють необхідність використання стрічкових фундаментів, особливо з огляду на наявність добре ущільнених глинистих ґрунтів. Ці фундаменти розроблені з глибиною 1,5 метра та шириною 1 метр, забезпечуючи адекватну підтримку конструкції, одночасно забезпечуючи стабільність у ґрунті, що лежить під ним.

Початкові огляди будівлі не виявили дефектів, що вказує на надійну структурну цілісність на цьому етапі. У рамках майбутнього ремонту будуть проведені заходи з утеплення фундаментів. Ця ізоляція призначена для підвищення теплових характеристик і запобігання можливого проникненню вологи, тим самим сприяючи довговічності та стійкості фундаментної системи.

#### **Зовнішні, внутрішні стіни та перегородки**

Зовнішня і внутрішня стіни будівлі мають товщину 380 мм кожна, побудовані з цегли з додатковим армуванням для підвищення несучої здатності конструкції. Такий вибір конструкції сприяє загальній стабільності конструкції та довговічності будівлі.

Внутрішні перегородки мають товщину 120 мм, що забезпечує адекватне розділення між просторами, зберігаючи структурну цілісність. Ретельний огляд стін показав, що вони вільні від дефектів і не потребують жодних реставраційних робіт для збереження їх цілісності.

У рамках капітального ремонту було виявлено пошкодження частини зовнішньої стіни. Для відновлення цілісності конструкції було вирішено демонтувати пошкоджений сегмент та замінити його залізобетонною конструкцією зведеною з допомогою технології незмінної опалубки.

### **Сходи**

Конструкція сходів складається з двомаршової системи з інтегрованими сталевими поручнями, які надійно зварені для забезпечення стабільності конструкції. Ці сходи підтримується платформою, виготовленою з восьми сталевих кутників, що забезпечує міцну основу для конструкції.

Поручні виготовляються з металевих прутів, витягуються на висоту 700 мм. Для естетичного покращення ці металеві стрижні приховані під дерев'яними накладками, що ефективно поєднує функціональність із візуальною привабливістю.

У рамках комплексного ремонту сходи будуть оздоблені високоякісною керамогранітною плиткою, що підвищить як довговічність, так і естетичність. Крім того, декоративні панелі будуть включені в дизайн поручнів для подальшого посилення візуального ефекту, створюючи більш вишукане та привабливе середовище.

### **Покрівля**

Процес реконструкції розпочався з повного видалення сильно пошкодженого даху, включно з усіма наявними покрівельними матеріалами та будь-якими нижчими конструкціями, які вже були нежиттєздатними.

Потім була споруджена нова конструкція даху, спроектована у формі шатра з похилими сторонами, які сходяться до стін під кутом 26 градусів. Така конструкція не тільки покращує естетичність, але й сприяє ефективному дренажу, запобігаючи накопиченню води.

Основа покрівлі складається з дерев'яного каркаса, відомого своєю міцністю, довговічністю та гнучкістю, який служить структурним скелетом для елементів покрівлі. Металочерепиця була обрана через її довговічність,

стійкість до погодних умов і низькі витрати на обслуговування, що забезпечує надійне покриття даху.

Щоб підвищити енергоефективність і підтримувати контроль температури, теплоізоляція була встановлена всередині конструкції даху, що зменшує втрати тепла взимку і обмежує приплив тепла влітку.

### Вікна та двері

**Таблиця 2.1. Експлікація дверних отворів**

Мар, поз	Найменування	Кількість на поверсі				Маса од., кг.	Примітка
		1	2	3	Всього		
Д-1	Д-1	3	3	3	9		
Д-2	Д-2	14	14	14	46		
Д-3	Д-3	10	10	10	30		
Д-4	Д-4				1		
Д-5	Д-5	2			2		
Д-6	Д-6	2			2		

**Таблиця 2.2. Експлікація віконних отворів**

Мар, поз	Найменування	Кількість на поверсі				Маса од., кг.	Примітка
		1	2	3	Всього		
1	ВК1800x1200	19	19	19	57		
2	ВК2100x1200	2	4	4	10		

### Покриття підлог

В рамках капітального ремонту в дитячому садку повністю зняли старе дерев'яне покриття та влаштували нову систему підлоги на основі цементної стяжки. Вибір відповідних матеріалів для підлоги для різних зон дитячої кімнати має важливе значення, оскільки кожне приміщення має особливі вимоги, що залежать від його цільового використання.

Для таких приміщень, як зберігання харчових продуктів, лінолеум був обраний завдяки його простоті в прибиранні, міцності і вологостійкості. Цей

матеріал має гігієнічну поверхню, яка потребує мінімального догляду, тому добре підходить для середовищ, де зберігаються харчові продукти.

Для комфорту під ногами та ефективної звукоізоляції в офісах встановлено пробкове покриття. Пробка створює затишну атмосферу в кімнатах для персоналу, а також її легко замінити у разі забруднення або зносу.

Для приміщень з великою прохідністю, таких як кухні, ванні кімнати та підсобні приміщення, була обрана плитка з натурального каменю, наприклад, граніту або сланцю. Ці плитки відомі своєю винятковою довговічністю, простотою догляду та стійкістю до плям, що робить їх ідеальними для вимогливих умов.

У спальнях та ігрових кімнатах встановлено бамбуковий паркет. Цей матеріал повторює зовнішній вигляд твердої деревини, водночас є екологічно стійким, створюючи теплу та привабливу атмосферу. Крім того, бамбукову підлогу відносно легко чистити, що робить його практичним для цих приміщень.

### **Зовнішнє і внутрішнє опорядження**

Зовнішні стіни будівлі утеплені та покриті зовнішньою фарбою, стійкою до погодних умов, що підвищує теплоефективність та естетичну привабливість. У функціональних зонах, таких як кухні, туалети та раковини, внутрішні стіни оздоблені вискоєфективними панелями, армованими скловолокном.

Стелі в цих приміщеннях мають композитні панелі, які є вологостійкими та пропонують легкий, але міцний варіант. Цей матеріал також є економічно вигідним і підходить для середовищ з підвищеною вологістю.

У роздягальнях стіни оброблені ударостійкими ламінованими панелями, розробленими таким чином, щоб витримувати знос стільців та іншого обладнання. Стелі оснащені підвісними акустичними стелями з мінерального волокна, які покращують звукоізоляцію та знижують рівень

шуму. Крім того, пофарбована гіпсокартонна плита з декоративною стійкою для стільців забезпечує чисте покриття та захищає від потертостей і ударів.

У спальнях та ігрових кімнатах стіни оздоблені фактурною штукатуркою в поєднанні з тканинним покриттям для додаткового тепла та візуального інтересу. Стелі виготовлені з фанерних панелей з декоративною акустичною обробкою, що створює затишну атмосферу та підвищує звукопоглинання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7-2016 [Чинний від 2017-06-01]. -К: Держбуд України, 2017. – 84 с. (Національні стандарти України).
2. Благоустрій територій (зі Змінами): ДБН Б.2.2-5:2011 [Чинний від 2012-09-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2019. – 44 с. (Національні стандарти України).
3. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28:2018 [Чинний від 2019-02-28]. -К: Мінрегіонбуд України, 2018. – 7 с. (Національні стандарти України).
4. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014 [Чинний від 2014-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2014. – 10 с. (Національні стандарти України).
5. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 [Чинний від 2016-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2017. – 15 с. (Національні стандарти України).
6. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2-2:2016 [Чинний від 2017-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2016. – 13-16 с. (Національні стандарти України).
7. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018.
8. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією: ДБН В.2.6-33:2018.
9. Кам'яні та армокам'яні конструкції: ДБН В.2.6-162:2010.
10. Покриття будівель і споруд: ДБН В.2.6-220:2017
11. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Підлоги.
12. Вікна та двері: ДСТУ EN 14351-1:2020.
13. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Оздоблювальні роботи

14. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5-75:2013.
15. Охорона праці і промислова безпека в будівництві ДБН А.3.2-2-2009: [Чинний від 2012-04-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2012. – 53-54 с. (Національні стандарти України).
16. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016 [Чинний від 2016-01-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2016. – 44-46 с. (Національні стандарти України).
17. Кошторисні норми України «Настанова з визначення вартості будівництва»: [Чинний від 2021-11-09]. -К: Мінрегіонбуд України, 2021. – 44-46 с. (Національні стандарти України).
18. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6- 98:2009 [Чинний від 2011-01-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2011. – 45 с. (Національні стандарти України).
19. Методичні вказівки до виконання курсового проекту “Монтаж будівельних конструкцій”, Суми, СНАУ, 2008.
20. Довідково-інформаційний збірник ресурсів та одиничних розцінок на будівельно-монтажні роботи, Суми, СНАУ – 2011 р.